



THE UNIVERSITY

OF ILLINOIS

LIBRARY

620.5

ZE

v. 7/2

~~REMOTE STORAGE~~

~~ALTGELD HALL STACKS~~



**ZEITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE**

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS

BAND 71

EINUNDSIEBZIGSTER JAHRGANG

1 9 2 7

MIT RUND

4000 ABBILDUNGEN IM TEXT

10 TAFELN UND 38 TEXTBLÄTTERN

INHALT DER FORSCHUNGSARBEITEN

HEFT 288, 291 BIS 296

AUSZUG AUS DEM INHALT DER VDI-NACHRICHTEN



VDI-VERLAG G.M.B.H. BERLIN NW7

Namenverzeichnis

* = Abbildung im Text; A = Aufsatz; B = Buchbesprechung; Z = Zuschrift oder Berichtigung

Die Seitenzahlen des ersten Halbjahres sind in aufrechten Lettern, diejenigen des zweiten Halbjahres in schrägen Lettern — Kursiv — gedruckt.

Band I: Heft 1 bis 26 Seite 1 bis 940. Band II: Heft 27 bis 53 Seite 941 bis 1912.

	Seite		Seite		Seite
A bendroth, W., Dampfkraftanlage mit Benson-Kessel im Kraftwerk der Siemens-Schuckertwerke. A.	657*	Andrae , C., Der Bau langer, tiefliegender Gebirgstunnel. B.	1039	Baumann , R. und O. Graf, Die Entwicklung der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart seit 1906. Textbl. 11 und 12. A.	1468*
A ckermann, Über das Nicometall	1691*	Anger s. Hoff.		— und A. Süskind, Technische Fragen im Lichte des Rechts. A.	1281*
A drian, Zweiter Internationaler Kongreß für technische Mechanik	69	Arndt , K., Kohle als Werkstoff. A.	1361*	Baumeister , L., Ist Gußbeton wirtschaftlich. B.	1827
— Tagung für Getriebelehre	163*	Aronheim , A., Erhöhung der Lebensdauer von Gesenken für Messing	300	Becker s. Lenard.	
— Lichtbogenschweißung bei Eisenkonstruktionen	239*	Artzt , A., Über die Gliederung ebener Fachwerke	316	Becker , G., Motorschlepper für Industrie und Landwirtschaft. B.	142
— Tagung für wärmetechnische Forschung	461	Aschner , F., und L. Mattheus, Versuche an Kapsel- und Zahnrادpumpen	188	— Automobilreifen. B.	1411
— Die Abteilung Wasserkraft des Deutschen Museums in München. A.	600*	Atzler , E., Körper und Arbeit. B.	1006	Becker , H., Elektrische Antriebe für Arbeitsmaschinen im technischen Unterricht	1360
— Tagung des Ausschusses für mechanische Schwingungen	898	van Aubel s. Hermann.		Beckers , P., Textilmaschinen. B.	1279
— Fachtagung für Anstrichtechnik	918	Auerbach , F., und W. Hort, Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. B.	1174	Behr , H., Kugel- und Rollenlager. B.	1411
— Tagung für Maschinenelemente	1200	Aufhäuser , D., Brennstoff und Verbrennung. B.	307, 499	Behrendt , W., Vom Walfang der Norweger	611*
— Technisch - wissenschaftliche Forschungen der staatlichen physikalischen Forschungsanstalt in England im Jahre 1926	1376*	— Brennstoffuntersuchungen 1926. B.	1448	Behring , H., Bauzeit und Arbeitsplan für Kanalbauten. A.	487*
A gatz, A., Die rationelle Bewirtschaftung des Betons. B.	434	B ach, C., Die Hauptaufgabe im Innern unseres Volkes. A.	1621	— Erfahrungen mit dem Kabelbagger. A.	1263*
A hrons, E. L., The british steam railway locomotive 1825 — 1925. B.	1480*	B ader, W., und A. Nádaí, Die Vorgänge nach der Überschreitung der Fließgrenze in verdrehten Eisenstäben. A.	317*	Benedicks , C., und H. Löfquist, Über das System Eisen-Sauerstoff. A.	1576*
A kademischer Verein „Hütte“, „Hütte“. Des Ingenieurs Taschenbuch. 2. Bd. B.	434	Badger , W. L., Heat transfer and evaporation. B.	107	Berdrow , W., Alfred Krupp. B.	307
— desgl. 4. Bd. B.	969	Balcke , H., Abwärmeverwertung zur Heizung und Kraft-erzeugung. B.	1279	Berl , E., und H. Staudinger, Über die Entkieselung von kiesel-säurehaltigen Wässern. A.	1654*
A ktien-gesellschaft Brown, Boveri & Cie., Neue Schaufelung für Überdruckturbinen. Z.	72	Bannwitz , F., Taschenbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. B.	1598	Berl , E., H. Staudinger und K. Plagge, Untersuchungen über die Einwirkung von Laugen und verschiedenen Salzen auf Eisen	1476*
A lbrecht und Wolff, Ein neuer Zähigkeitsprüfer (Viskosimeter). A.	1299*	Bardenheuer , P., Die Abscheidung von elementarem Kohlenstoff im grauen Gußeisen und im Temperguß	683	Berling , G., und W. Rößler, Festigkeitsuntersuchungen zur Normung der Stahl-Aluminium-Seile	884
A lbrecht, O., und R. Haas, Der Umbau von Wasserturbinen zur Erzielung größerer Wirtschaftlichkeit	1333*	— Die Verbrennungsvorgänge im Kuppelofen und ihre Beeinflussung durch die Kohlenstaub-Zusatzfeuerung	1033	Berner , Wasserumlaufuntersuchungen von Völcker an Modellkesseln	709*
A llgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Neue Schaufelung für Überdruckturbinen. Z.	72	Bardtke , Massenfertigung von Holzersatzteilen in Eisenbahnwerken. A.	1117*	Bernhard , J. M., Die Kabelkrane	667*
A llner, W., Verbrennungsgeschwindigkeit und Gasgleichgewicht. A.	411*	— Werkstattprüfung von Schweißungen	1194	— Wippschleppkrane	868*
A lt, Gelenkmechanismen und Kurventriebe	163	Barkhausen , H., Ein neuer Schallmesser für die Praxis. A.	1471*	Bernhard , K., Brücken- und Baukonstruktionen	131
— Maltesergetriebe und Sternräder	163	Baudisch , K., Zellstoff und Papier	98	— Prüfingenieure für Statik	1622
A ltmann, Schraubenge triebe für rechtwinklig sich kreuzende Achsen	165	— Fortschritte in der Papierindustrie. A.	676*	— Tagung des deutschen Eisenbauverbandes	1816
A ltpeter, H., Die Drahtseile, ihre Konstruktion und Herstellung. B.	615	Bauer , G., Der Schiffsmaschinenbau. B.	1005	Bernhard , R., Die Delawarebrücke in Philadelphia. A.	145, 422, 857*
A mbronn, H., und A. Frey, Das Polarisationsmikroskop. B.	468	Bauer , H., Getreidedampfturbinen für hohe und höchste Drücke. A.	595*	— Der Berliner Funkturm	399*
A mos, Die Werkstoffe des Hochbaues. A.	537*	Baumann , R., Zugfestigkeit und Härte bei Leichtmetallen und Messing. Z.	940	— Die erste Brücke über den Hudson bei New York mit 1,067 km weit gespannter Mittelöffnung. A.	1773*
				Bethge , K., Schlafwagen aus Stahl der Internationalen Schlafwagengesellschaft	1818*

	Seite		Seite		Seite
Betz s. Prandtl.		Buchwald, A., Die Einflüsse bewegter Lasten auf Brücken und das Problem der Radreibung. B.	1447	Devinat, P., L'organisation scientifique du travail en Europe. B.	1631
Betz, L., Spezial-Lastautomobile. B.	1795	Büchi, J., Entsandungsanlagen für Wasserkraftwerke. A.	1224*	Dickinson, H. W., und R. Jenkins, James Watt and the steam engine. B.	1794
Biol, R., Der Fortleitungswiderstand in Gasrohrleitungen.	1405	Büsselberg, W., Vom Geist der Wirtschaft. B.	372	Dienes, W. G., Konstruktive Ausbildung von Laufkranen in Amerika	1139*
Bilau, K., Die Windkraft in Theorie und Praxis. B.	339	Bugge, G., Chemische Industrie	99	Diepschlag, E., Herstellung künstlicher Formsande und Verbesserung natürlicher und gebrauchter Sande	32
Billor, E. T., Das Gesamtgebiet des Offsetdruckes. B.	211	Bulle, H., Geschiebeableitung bei Spaltung von Wasserläufen. A.	53*	— Eisenhüttenwesen	62
Birk, A., Alois von Negrelli. B.	535	— desgl. Z.	305	— Die Abscheidung von Hochofengichtstauben. Z.	180
Blaiss s. Wallichs.		Bunte, Anforderungen an die Gleichmäßigkeit des Gases	1405	— Die Abhängigkeit der Vorgänge im Hochofen von der Stückgröße der Beschickungsstoffe. A.	1157*
Blaum, R., Die thermische Speisewasseraufbereitung. A.	285*	Burchartz, Prüfung von Baustoffen	64	Diesel, E., Der Weg durch das Wirrsal. B.	273
Bleich, Fr., und E. Melan, Die gewöhnlichen und partiellen Differenzen-Gleichungen der Baustatik. B.	1311	Buschhorn, W., Die Saugwirkung bei Kreiselpumpen. Z.	907	Dieterle, H., Chemische Analyse kleinster Mengen. A.	1683*
Blenk, H., Der Sachsenflug 1927. A.	1814*	Buxbaum, B., Werkzeugmaschinen und Werkzeuge	25	Dinse, E., Fertigungsarten der Massenherstellung in der Feinmechanik	127*
Bloch s. Herrmann.		C auer, W., Personenbahnhöfe. B.	1107	Dobrowolski, N., Die Dieseldieseltriebelokomotive und ihre Erprobung. A.	873, 959*
Bloch, L., 14. Jahresversammlung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft	236	Claaßen, H., Zucker aus Trockenschnitteln. Z.	1332	Docter, H., Reihenfertigung im Yachtbau	206*
Blohm & Voß, Festschrift aus Anlaß des 50jährigen Bestehens der Firma Blohm & Voß. B.	904	Clab, J., Der Kugelschlag-Härteprüfer	1680*	Döhmer, P. W., Über die Werkstoffkennzahlen beim Brinellversuch	816
Böb, P., Berechnung der Wasserspiegellage	484*	Claus, W., Die Beziehungen zwischen Formart und Festigkeitseigenschaften bei Metallguß und über das Naßformgußverfahren	1033	— Zugfestigkeit und Härte bei Leichtmetallen und Messing. Z.	940
— desgl. B.	614	Coenen, M., Elemente des Werkzeugmaschinenbaus. B.	1343	— Die Diamant-Härteprüfmaschine, Bauart Vickers	1137*
Böttcher, P., Zyklische Pfeilverzahnung	507*	Cohn-Wegner, L. M., Einiges über Sperrholz. A.	978*	Doerfel jun., Vorteilhafte Konstruktionsverfahren im Getriebebau auf Grund der Übersetzungsprüfung	163
Bohle, H., Städtische Elektrizitätsversorgung in Südafrika mit besonderer Berücksichtigung Kapstadts. A.	955*	Commentz, C., Schiff- und Schiffsmaschinenbau	134	Dolch s. Erdmann.	
Bohnenblust s. Stäger.		Craemer, H., Der elastisch drehbar gestützte Durchlaufbalken. B.	1175	Dorgerloh, L., Die Staurandversuche von Spitzglaß, verglichen mit deutschen Messungen. A.	703, 851*
Bongards, H., Feuchtigkeitsmessung. B.	338	Cramer, Peckham-Pendelachsaufhängung für Straßenbahnwagen	84*	Doyère, Ch., Zur Frage des Schiffswiderstandes. B.	1074
ten Bosch, Wärmeübergang in tropfbaren Flüssigkeiten. Z.	274*	Crooseck, H., Beiträge zur Theorie des Segels. B.	338	Dreyer, Wirtschafts- und kulturpolitische Gedanken zur Normung	494
— Die Wärmeübertragung. B.	714	Czochralski, J., Neues und Altes aus der Technologie und Technik	1624	Duesing, F. W., Über die Wärmebehandlung von Konstruktionsstählen	297*
Bosselmann, R., Hydraulischer Regler	271*	D aeves, K., Werkstoffprüfung — Die Witterungsbeständigkeit gekupferten Stahles	62, 173	Dunkmann, K., Zur Theorie der Technik. A.	1619
Bott, K., Handwörterbuch des Kaufmanns. B.	1212	Dahms, A., Grundzüge der Bergwirtschaftslehre. B.	1310	E berhardt, C., Einführung in die theoretische Aerodynamik. B.	1763
Brand, J., Technische Untersuchungsmethoden zur Betriebsüberwachung. B.	498	Damm, Neuere Gesichtspunkte beim Messen	494	Eberle, Chr., Die Brennstoffausnutzung im Bäckereigewerbe. A.	985, 1091*
Brandl, J., Starre Feuerlöschrichtungen	835*	Dammer, B., und O. Tietze, Die nutzbaren Mineralien. B.	1040	— Kupplung von Kraft- und Heizwerken	1133
— Selbsttätige Feuerlöschrichtungen	1761*	Dantscher, K., und C. Reindl, Wasserkraftjahrbuch 1925/26. B.	1039	Eggert, J., Lehrbuch der physikalischen Chemie. B.	307
Brauner, A., Die Stromversorgung Moskaus und des Moskauer Industriegebietes	1729*	Deckert, A., und E. Rother, Mathematische Hilfsmittel für Techniker. B.	1599	Ehrich, H., Eine neue Kabelverlegemaschine	1690*
Brearley, A. W., und H. Brearley, Blöcke und Korkillen. B.	35	Dehne, G., Die deutsche Elektrizitätswirtschaft. B.	871	Elbourne, E. T., The marketing problem. B.	939
Brearley, H., Die Einsatzhärtung von Eisen und Stahl	143	Deidesheimer, Wirtschaftliche und steuerliche Notwendigkeiten für die Zukunft der Straßen	1662	Ellerbeck, Entwurf für das Schiffshebewerk bei Niederfinow. A.	787*
Bredemann, E., Die Bewährung, Eignung und Verteilung der Motorpflüge in der deutschen Landwirtschaft. B.	714	Demuth, W., Kunstharze als Baustoffe	1231*	— vom Ende, Lagerforschung	1202
Brée, Der Elektrokarren im Dienste der Stadtentwässerung	515*	— Steinzeug	1560	Endell, Neuere Gesichtspunkte bei der Verwendung feuerfester Baustoffe	303
Brewer, R. W. A., Carburization in theory and practice. B.	243	— Die festen Isolierstoffe der Elektrotechnik. A.	1561*	Enblin, M., Die Festigkeitsaufgabe und ihre Behandlung. A.	1486, 1612*
Bronneck, H., Holz im Hochbau. B.	1039	— Steatit. Textbl. 19 und 20. A.	1566*	Erdmann, E., und M. Dolch, Die Chemie der Braunkohle. B.	1732
Bruchhold, C., Der Flotationsprozeß. B.	715	Denecke, H., Die Hilfsmaschinen des Großkraftwerkes Klingenberg. A.	1874*	Erhardt, L., und G. Gerdes, Gegenwärtiger Stand des Landmaschinenbaues. A.	37*
Brüning, H., F. Dessauer und K. Sander, Das Nationale Bauprogramm. B.	1480	Dessauer, F., s. a. Brüning. — Philosophie der Technik. B.	1075		
Brütsch, E., Selbstkostenberechnung in der Gießerei. B.	371	Deutsch, A., Hydraulische Pressen. A.	1578*		
Bruno, Trinkwasser und Typhusepidemien	1406	Deutsch, W., Preßsitzverbindungen mit zylindrischer Sitzfläche	1036*		
Brutzkus, M., Theorie der Brennkraftmaschinen und deren Brennstoffe vom Standpunkte der chemischen Gleichgewichtslehre. B.	969				
Bryan, G. S., Edison. B.	1143				

	Seite		Seite		Seite
Erk, S., Deutscher Physiker- und Mathematikertag in Kissingen 1927	1758	Franke, W., Anwendung und Leistungsfähigkeit amerikanischer Krananlagen	1373*	Goos, Bedeutung der Normung für den Schiffbau	494
Escher, M., Das Formen und Gießen von Metallen, Eisen und Stahl. B.	403	— Amerikanische Kabelbagger	1727*	Goßlau, F., Flugzeuge der zehnten Pariser Luftfahrt-Ausstellung. A.	637*
Esselborn, Lehrbuch des Hochbaues. B.	371	Franzius, O., Der Grundbau. B.	1176	— Das zehnte internationale See- flugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig. Textbl. 23 bis 26. A.	1733*
Essers s. Oberhoffer.		Fraser, E. S., und R. B. Jones, Motor vehicles and their engines. B.	1598	Gossow, E., Eisenhüttentag 1926	172
Essers, E., und Th. Kappes, Bodenerschütterungen durch Kraftfahrzeuge	495*	Frenkel, J., Lehrbuch der Elektrodynamik. B.	614	— Das Rohrbach-Verkehrsflugzeug Ro. VIII	205*
Eucken, A., Müller-Pouille's Lehrbuch der Physik. 3. Bd. 1. Teil. Physikalische, chemische und technische Thermodynamik. B.	1447	Frerichs, Die Veredelung der Braunkohle zum Brikett und die für die Trocknung zu beachtenden Grundlagen und Einrichtungen	933	— Deutsche Verkehrsflugzeuge. A.	617*
Everling, E., Spaltflügel-Flugzeuge. A.	645*	v. Freudenreich, J., Einfluß der Dampfnässe auf Dampfturbinen. A.	664*	— Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern	1405
— Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt	1475	Freund, H., Zeitstudien. B.	1212	— Eisenhüttentagung 1927	1625
F		Frey, Wilhelm Lorenz †	932	Graefe, E., Einführung in die chemische Technologie der Brennstoffe. B.	1074
Faber, A., Die neueste Entwicklung der Welterdölwirtschaft und die Mineralöllage Deutschlands. B.	274	Frey, A., s. a. Ambronn.		Graf s. Baumann.	
Falk, R. F., Der phasenverschobene Strom. B.	1108	— und W. Ostwald, Ambronn-Festschrift der Colloidchemischen Beihefte. B.	500	de Grahl, Brennstoffe	61
Falz, E., Neuzeitliche Schmier- techniken	889	Frey, E., Luegers Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften. B.	372	— Verwertung von Abfall- und Überschußenergie. B.	403
Fekete, M., Über Interpolation	184	— desgl. 3. Bd. B.	1379	Gramenz, K., Normung	170
Feldmann, C., Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis. B.	1279	Friederici, 14 000 t-Schmiedepresse	1000	— Grenzen der Normung. A.	181
Fellenius, W., Erdstatische Berechnungen mit Reibung und Kohäsion (Adhäsion). B.	536	Friedrich, W., Kugel- oder Rollenlager für Schienenfahrzeuge. Z.	688	— Einführung der Normen in die Praxis	494
Feyerabend, 50 Jahre Fernsprecher in Deutschland	1338	Frölich, Fr., Wilhelm Beumer †	152	Grammel, R., Stülp- und Kipperscheinungen bei elastischen Ringen	1332
Fiek, Der Zugversuch am Flachstab	1172*	Frühling, Hg., Tageslichtmessung in Innenräumen	236	Graßmann, R., Geometrie und Maßbestimmung der Kulissensteuerungen. B.	1175
Fischer, E., Rasse und Vererbung in ihrer Bedeutung für Volk und Wirtschaft	1626	Fuchs, A., Zur Entwicklungsgeschichte der Hohlseile. A.	1014*	Gröber, Heizung	167
Fischer, G., Landwirtschaftsmaschinen	26	Füßgen, P., Die Normung des Winkelmaßes	1203	Groß, Fr., Neuzeitliche Verfahren zur Herstellung von Tafelglas. A.	213*
Fischer, J., Die Zerstörungerscheinungen bei Metallen. B.	1143	G		Groß, R., Neuzeitliche Entwicklung des Elektroofens im Eisenhüttenbetrieb. A.	1098*
Fischer, V., Drucksauerstoff- und Druckstickstoff-Anlagen für kleine Leistungen. A.	1059*	Gehlhoff, G., Lehrbuch der technischen Physik. B.	210	Grosse, E., Geologische Untersuchung des kohlenführenden Tertiärs Antioquias. B.	1280
— desgl. Z.	1380	Gehrandt, G. R., Cityplan und Hochhäuser in Chicago. A.	1589*	Großmann, M., Darstellende Geometrie für Maschineningenieure. B.	1379
Florig, Reibungsverhältnisse trockener Automobilkupplungen. Z.	1696*	Geiger, H., und K. Scheel, Handbuch der Physik. B. 143, 904, 1279, 1310, 1379, 1411		Grübler, Über räumliche kinematische Ketten kleinster Gliederzahl	165
Föppl, A., Festigkeitslehre. B.	1552	Geiger, J., Mechanische Schwingungen und ihre Messung. B.	1175	Grün, K., Die Saugwirkung bei Kreiselpumpen. Z.	906
Förderreuther, Der Stand der Siebnormung	1336*	Geipert, R., Gasindustrie	100	Grün, R., Der Zement. B.	1827
Förster s. Schmidt.		Geisler, K., Mechanische Eigenschaften der Hartpapier-Isolierstoffe	1068	Grundt, E., S. J. Lavroff und K. Nechajew, Schiffs- bergung. B.	1075
Foerster, E., Neue Ergebnisse und Aufgaben der Schiffbau-Versuchs- und Propellertechnik	334	Geisler, K. W., Die Industrie in Mannheim und seiner Umgebung. A.	725*	Gruner s. Sachsenberg.	
Foerster, M., Die Grundzüge des Eisenbetons. B.	1107	Gerber, G., Prüfung von Fahrzeugfedern. A.	1521*	Günther, H. J., Schwinggerät für medizinische Zwecke	1341*
Foos, F. W., Die Brikettfabrik bei Yallourn, Viktoria, Australien. A.	223*	Gerdess. Erhardt.		Günther, K., Die zukünftige Entwicklung des Eisenbahnsicherungswesens. A.	125
Forbes, C., und O. D. Foster, Automotive giants of American. B.	1795	Gerstenbrandt, J., Die graphische Integration. B.	535	Günther, O., Motoren ohne Tatzenlager für elektrische Triebwagen	272*
Ford, L. R., Practical marine Diesel engineering. B.	714	Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G., Drucksauerstoff- und Druckstickstoff-Anlagen. Z.	1380	— Hochdruckdampf - Kraftomnibus mit Kondensation	999
Foß, Fünf Motorschlepper des Staatlichen Schleppmonopols. A.	9*	Gesteschi, Th., Der Holzbau. B.	35	— Gelenk-Doppeltriebwagen für eine Überland-Schnellstraßenbahn	1184
— desgl. Z.	497	Giehler, Ph., Neuartige selbsttätige Feineinstellung für Aufzüge	1166*	— Vierachsiger Straßenbahnwagen für Überland-Schnellverkehr	1268
Foster s. Forbes.		Giese, E., Die Rheinisch-Westfälische Städtebahn Köln-Dortmund. B.	435	— Elektrische Zugförderung bei der Great Northern-Eisenbahn	1594*
Franck, E., Neuere Maschinen der Ziegelindustrie. A.	823*	Glunk s. Schönberg.		— Neue Doppeldeck-Straßenbahnwagen	1595
Franke, W., Löffelgroßbagger im amerikanischen Kohlentagebau	1137*	Glud, W., Handbuch der Kokerei. B.	1731	— Diesel-elektrisch angetriebene Verschiebelokomotive	1721
— Neue amerikanische Verladebrücken	1239*	Göhre, E., Schnitte und Stanzungen. B.	1211	— Straßenbahntriebwagen aus Leichtmetall	1769
— Lokomotivkran von großer Tragkraft	1307*	Göldel, P., Bemessungstabellen für Eisenbetonkonstruktionen. B.	1795	Günther, Ot., Die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive. A.	1710*
		v. Göler und G. Sachs, Zur Entstehung des Gußgefüges. A.	1353*	Guertler, W., Metallographie. B.	434, 837
		Goerens, Stahlveredelung	62		

	Seite		Seite
Gumz, W., Die Luftvorwärmung im Dampfkesselbetrieb. B.	904	Heller, A. Kraftfahrzeuge	133
Gutmann, Torfvergasung und Torfverkokung	103*	— Die Internationale Automobil-	832*
de Haas, M., Thermodynamika. B.	871	— Ausstellung in Köln	1164
Haas, R., s. a. Albrecht.		— Fachsitzung Verbrennungsmo-	1675*
— Vom wirtschaftlichen Geiste in der Technik. B.	339	toren	1675*
— Austausch elektrischer Energie zwischen Ländern	359	— Neuerungen auf der Pariser Automobilausstellung 1927. A.	1525
Hägglund, E., Technik und Praxis der Papierfabrikation. B.	1039	Hellmich, W., Zehn Jahre deutscher Normung. A.	1525
Häneke, H., Die Werkzeugmaschinen auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1927. A. 817,	885*	Hencky s. Knoblauch.	
Handrek, H., Porzellan als Werkstoff. A.	1553*	Herbst s. Heise.	
Hanemann, Das Zustandsschaubild der Eisenkohlenstofflegierungen und seine Anwendung. Textbl. 1 bis 4. A.	245*	Herrmann, J. M., und P. van Aubel, Selbstkostenrechnung in Walzwerken und Hütten. B.	403
v. Hanffstengel, G., Die Förderung von Massengütern. B.	467	Herold, W., Die Veränderung im Kleingefüge verschiedener Baustähle durch Wechselbeanspruchung	1029*
Hanfland, C., Theorie und Praxis im Automobil-Motorenbau. B.	500	Herr s. Kantner.	
— Die wirtschaftliche Fertigung von Motoren und Kraftwagen. B.	535	Herrmann, J., W. Bloch und H. Saacke, Radio-Technik. B.	715
Hannich, Das Versilbern von Porzellan	1390*	Herzog, E., Über unsere Kenntnisse vom Siemens-Martin-Ofen	172
Hannig, Die Normung im Bergbau unter besonderer Berücksichtigung des Braunkohlenbergbaues	934	Herzog, R. O., Kunstseide. B.	1598
Hanser, Die Bedeutung des Gußgefüges für die Eigenschaften von Kupfer	1173	— Wirkerei, Strickerei. B.	1827
Harm, Fachsitzung „Ausbildungswesen“	1273	Hessenbruch s. Oberhoffer.	
Hartmann, F. L., Eisenbahn-Hubbrücke über die Maas in Rotterdam	326*	v. d. Heyden und Typke, Die Öle als Werkstoffe in der Elektrotechnik. A.	1391
Hartmann, S., Unsere Technik. B.	244	Hilpert, A., Einfluß des Schweißens auf die Gestaltung. A.	1449*
Harupa, D., Das Hauptwehr der Wasserkraftanlage Zemo-Awtshaly bei Tiflis. A.	469*	Hinderer, E., Die Entwicklung der Gasmasschine	1223
Hasse, Metallreinigung mit Trichloräthylen	608*	Hinderks, A., Nebenströmungen in gekrümmten Kanälen. A.	1779*
Hauptmann, M., Mathematische Aufgaben aus der Technik. B.	1143	Hoecken, Theorie und Anwendung von Gelenk-Gerädführungen	164
Hausen, J., Neuere Arbeiten und Aufgaben der Chemisch-Technischen Reichsanstalt. A.	521*	Höfinghoff und Stühr, Hochseefährschiff „Schwerin“ der Deutschen Reichsbahngesellschaft für die Linie Warnemünde—Gjedser, erbaut von F. Schichau, Elbing. Taf. 1 und 2, Textbl. 5 und 6. A.	1077*
Hayduck, F., Illustriertes Brauerei-Lexikon. B.	307	Hönnicke, G., Die Teilung der Zahnräder und ihre einfachste rechnerische Bestimmung. B.	1310
Heidebroek, E., Technische Pionierleistungen als Träger industriellen Fortschritts. A.	809	Hoepfner, Die Materialprüfung auf dem Gebiete der Asphalte und Teere im Dienste des Straßenbaues	1662
— Grundfragen für Rationalisierung und Fließarbeit im deutschen Gießereiwesen	1104	Hoff, Kumbier und Anger, Das deutsche Eisenbahnwesen der Gegenwart. B.	904
— Drehschwingungen an Kurbelwellen	1202	Hoff, W., Luftfahrt	135
Heidelberg, V., Auspufftemperaturen und Leistungsgrenzen von Dieselmotoren mit ungekühltem Grauguß-Tauchkolben. A.	1800*	Hollback, Die Behandlung landwirtschaftlicher Maschinen. B.	1243
Heilborn s. Hymans.		Holm, O., Die Kurbelkasten-	847*
Heinold, G. W. Die Pendelseilbahn als flächenbestreichendes Fördermittel	1751*	spülung eines Zweitaktmotors	
Heinrich, Fr., und W. Voigt, Über den Maréensit	174*	Homburger, H., Pitotrohr für Wassermessung bei hohem Druck. A.	1064*
Heinrichs, Feuerwehr-Drehleitern mit Kraftantrieb. A.	941, 1023*	Horn, H. A., Die Gußeisen-Schmelzschweißung. B.	939
Heise und Herbst, Bergbau	60	— Die Eisenblech-Schmelzschweißung. B.	939
Heldt, P. M., Automobilbau. B.	1411	Hort s. Auerbach.	
		Hort, W., Zur Theorie der Oszillatorsirenen	1812
		Horten, A. Ein neuer Schwingregner. Z.	497
		Hottenroth, V., Die Kunstseide. B.	614
		Houdremont, E., und H. Kallen, Fehler beim Härten von Schnellstahl	269*
		Hoyer, F., Neue Wege bei der Entrindung von Papierholz. A.	1366*
		— Großflächen-Holzschleifer. A.	1749*
		Hübner, W., Technische Fortschritte beim Rhön-Segelflugwettbewerb 1927. A.	1717*
		Huggenberger, Festigkeit halbkreisförmiger Platten und Dampfturbinen-Leiträder. A.	949*
		Hughes, W. E., Modernes elektrolytisches Überziehen. B.	1732
		Hummel, Ch., Kritische Drehzahlen als Folge der Nachgiebigkeit des Schmiermittels im Lager. B.	273
		— desgl.	379*
		Huth, W., Die Entwicklung des deutschen Verkehrsflugzeuges. A.	629
		Hymans, F., und A. V. Hellborn, Der neuzeitliche Aufzug mit Treibscheibenantrieb. B.	938
		Illies, H., Hochofen der Mystic Iron-Works in Everett, Mass.	124*
		— Neues Rohrwalzwerk der Pittsburgh Steel Products Co.	238*
		— Eisen- und Stahlwerk am Hafen von Sagunto, Spanien	711*
		— Neue Walzwerkanlage der Wisconsin Steel Co.	1240*
		— Neues Drahtwalzwerk der Bethlehem Steel Co.	1306*
		— Neuere Blockwalzwerke und Trägerstraßen der Carnegie Steel Co.	1467
		— Neues Blechstreifenwalzwerk der Trumbull Steel Co.	1790*
		— Neue Walzenstraßen bei der Illinois Steel Co.	1772
		Irresberger, C., Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei. 2. Bd. Formen und Gießen. B.	970
		Isermann, F., Eine neue Art der Schleppschiffahrt	65*
		Ivers, Über die Aufbereitung von Erzen und Kohlen in Amerika	899
		Jacobs, L., Lokomotivdauerfahrten	1238
		Jaeger, Fortschritte der Anstreichtechnik	1726
		Jaeger, H., Bestimmungen über Einrichtung und Betrieb der Aufzüge. B.	467
		— und O. Ulrichs, Bestimmungen über Anlegung und Betrieb der Dampfkessel. B.	499
		Jakob, M., Technische Physik	169
		— Fortschritte der Kältephysik und Kältetechnik	1304
		— Die Wärmeleitfähigkeit von Eis bis -125°.	1304
		— Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt im Jahre 1926	1406
		— Stand der amerikanischen Dampfforschung	1435
		Janssen, Th., Der Bauingenieur in der Praxis. B.	1763
		Jellinek, Der elektrische Unfall. B.	615
		Jenkins s. Dickinson.	
		Jentsch, O., Die Saugwirkung bei Kreiselpumpen. Z.	905
		Jentzsch, H., Flüssige Brennstoffe. B.	686
		Jonasz, L., Der Nürburg-Ring. A.	1129*
		Jones s. Fraser.	
		Jordan, Rationalisierungsfragen auf Hüttenwerken	303
		Josse, E., Untersuchungen an neuzeitlichen mehrgeläufigen Dampfturbinen. A.	346, 419*
		Junker, Otto, G. m. b. H., Wassergekühlte Kokillen. Z.	72
		Jutzi, W., 50 Jahre Carlsberg. B.	687

	Seite		Seite		Seite
Kaempffert, W. , Bahnbrechende Erfindungen in Amerika und Europa. B.	243	Klapper, E. , Die Lebensgefährlichkeit niedrig gespannten Wechselstromes	1037*	Kraft, E. A. , Amerikas Dampfturbinenbau. B.	1107
Kaiser, 12. Kongreß für Heizung und Lüftung in Wiesbaden	1689	Klein, G. , Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. B.	1694	— Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg. Taf. 10 und Textbl. 35 und 36. A.	1869*
Kallen, H. , s. Houdremont.		Klein, L. , Laboratorium für Hebezeuge und Pumpen der Technischen Hochschule Hannover. A.	153*	Kraimer, P. , Gewehrlaufprüfer. Z.	460
Kammer, E. , Der durchlaufende Träger über ungleichen Öffnungen. B.	435	Kleinbühl, H. , Die wissenschaftliche Betriebsführung in Reparaturwerkstätten. B.	243	Kratochwil, R. , Elektro-Wärmeverwertung. B.	1379
Kann, F. , Durchlaufende Eisenbetonkonstruktionen in elastischer Verbindung mit den Zwischenstützen. B.	308	Kleinlogel, Internationale Tagung für neuzeitliche Fragen des Brücken- und Hochbaues	67	Krauch, C. , Technische und wirtschaftliche Betrachtungen über Kohleveredelung unter besonderer Berücksichtigung der Hochdruckverfahren	1223
Kantner, C. , Werkstoffe für Schweißstäbe. Forschungsarbeiten des Fachausschusses für Schweißtechnik im Verein deutscher Ingenieure. A.	253	— Bewegungsfugen im Beton- und Eisenbetonbau. B.	1143	Krause, H. , Galvanotechnik. B.	1074
— und A. Herr , Anwendung der Röntgenstrahlen in der Schweißtechnik. A.	571*	Klemperer, W. , Theorie des Segelflugs. B.	71	Krauß, Ein neuer Schwingregner	496*
Kappes s. Essers.		Kleppisch, K. , Willkür oder mathematische Berechnung beim Bau der Cheopspyramide? B.	1244	Krauter, G. , und H. Vollprecht , Die Anforderungen der Textilindustrie an ihre Werkstoffe. A.	1053
Karg, H. R. , Schleudergebläse. B.	614	Klever, H. W. , und K. Mauch , Über den estländischen Ölschiefer „Kukkersit“. B.	1448	— Über den Stil im technischen Schrifttum und Geschäftsverkehr	1441
Karig, J. , Die neue Eisenbahn-Elbbrücke bei Meissen	205*	Kluitmann, J. , Die Kolbendampfmaschine als neuzeitliche Kraftmaschine. A.	1601*	Kreuser, A. , Fließdruckwage als Parallel- oder Geradführung für Pressen und ähnliche Maschinen. Z.	1311
Karnath, Hochdruck-Heißdampfschieber	1207*	Kniehahn, W. , Messung mechanischer Schwingungen	997*	Krey, H. , Erddruck, Erdwiderstand und Tragfähigkeit des Baugrundes. B.	687
Karsten, A. , Herstellung der Glühlampenkolben auf rein maschinellern Wege. A.	1227*	Knoblauch, O. , und K. Hencky , Anleitung zu genauen technischen Temperaturmessungen. B.	467	Kropf, A. , Miramant, eine eisenfreie, hochwertige Schneidmetalllegierung	136
Kaspers, Herstellung und Verwendung von rheinischem Braunkohlenstaub	933	Knochenhauer, Adreßbuch der Dampfkesselbesitzer Deutschlands. B.	35	Kruckow, Technische Entwicklung in der Deutschen Reichspost. A.	737*
Kaßler, K. , Neuzeitliche Härteanlagen mit Gasfeuerung. B.	499	Knochenhauer, B. , Die ober-schlesische Montanindustrie. B.	1598	Krug, C. , Die Grundlagen des Schleifens. A.	1109*
— Selbsttätige Temperaturregelung	1205*	Koch s. Raisch.		Krumme, W. , Bandwebstühle. A.	1640*
Kasten, Bemerkenswerte neuere Bauteile für Stadtrohrposten	1357*	Koch, Zugversuche an Zughaken	368*	Kühne, Die Speicherpumpenanlage des Tremorgio-Kraftwerkes	1169*
Kaufmann, W. , Vorträge über Mechanik als Grundlage für das Bau- und Maschinenwesen. B.	687	Kögler, W. , Isolationsmessung und Fehlerortsbestimmung. B.	535	Kühnel, Die Gefahren der Schwingungsbeanspruchung für den Werkstoff. A.	557*
Kehrer, O. , Raschlaufende Ölmotoren. B.	1447	Köppe, H. , Explosions-sicherer Prüfstand für Maschinen mit hoher Drehzahl	901*	— Die Abnutzung des Gußeisens und ihre Beziehung zum Aufbau und den mechanischen Eigenschaften	1033
Keller s. Müllenbach.		Körber, E. , Metallurgie des Hochfrequenzofens	172	Kuhlemann, Von den Arbeiten im Patentausschuß des Vereines deutscher Ingenieure	1789
Kemmann, G. , Kritische Betrachtungen zur Frage der Rheinisch-Westfälischen Städtebahn. B.	1630	Köstenbaum, H. , Normspannungen bei Transformatoren	532*	Kumbier s. Hoff.	
Kempf, G. , Wirtschaftlicher Schiffsantrieb. A.	1049*	Kollatz, C. W. , Elektrisches Nachrichtenwesen	135	Kummer, H. , Zeitstudien bei Einzelfertigung. B.	467
Kersten, C. , Freitragende Holzbauten. B.	371	— Die neuesten Fortschritte der elektrischen Bildübertragung. A.	227*	Kutzbach, K. , Gestaltungs- und Maschinenteile	27
Kesper, J. F. , Eimerkettenbagger	1813*	Koppel, I. , Der Bau der Atome und das periodische System. B.	687	— Vom Wesen und Werden des Pfauter-Verfahrens. A.	73*
Kessner, Sandverdichtung und Sandfestigkeit unter besonderer Berücksichtigung neuerer Formverfahren	1104	Koppenberg, H. , Über amerikanische Rohrwalzwerk-anlagen	172	— Wälzgetriebe und Schraubgetriebe für rechtwinklige Achsen	164
Keuffel, A. , Das Rotor-Motorschiff „Barbara“. A.	119*	Korff-Petersen, A. , Unmittelbarer Einfluß des Lichtes auf den menschlichen Körper	236	— Systematik der Maschine	1200
v. Keußler, O. , Die technische Herstellung von wasserfreiem Alkohol durch Druckdestillation. A.	925*	Korn, A. , und N. Nesper , Bildrundfunk. B.	72	Laas, Sechzig Jahre Bauvorschriften des Germanischen Lloyd	1725
Kienzle, O. , Fließarbeit, eine neue Form der Betriebstechnik. A.	309*	Korn, H. , Zur Geschichte der beweglichen Laufradschaufeln	195*	Landsberg, R. , Abnahmeversuche an Turbokompressoren. Z.	1007
Kießkalt, S. , Bedeutung der hydrodynamischen Lagerreibungstheorie für die Praxis. A.	218*	Koß, R. , Die Wassereisenbahn. B.	1795	Langer, P. , Abnahmeprüfung des 15 000 PS-Dieselmotors. Z.	144*
— Untersuchungen an einer Kapselpumpe. A.	453*	Kothny, E. , Gesunder Guß. B.	1411	— Kritische Betrachtungen über die Wertung von Verbrennungsmaschinen. A.	914, 1164*
— Untersuchungen über den Einfluß des Druckes auf die Zähigkeit von Ölen und seine Bedeutung für die Schmier-technik. B.	1598	— Die Brennstoffe. B.	1480	— und W. Thomé , Anleitung zu maschinentechnischen Messungen und Untersuchungen. B.	434
Kirchhof, F. , Fortschritte in der Kautschuk-Technologie. B.	970	Kraemer, M. H. , Die unmittelbare Erzeugung des Eisens	1327	v. Laßberg, Technische Neuerungen in der Zellstoff- und Papierindustrie. A.	585*
Klapper, E. , Lufthammer mit 1500 kg Bärge wicht	964*	— Über Mangan, seine Erzeugung und Verwendung	1375		
		— Festigkeit und Gefügebau des Gußeisens	1496		
		— Verhalten von Flußstahl bei Dauerbeanspruchung unter 300°	1502		
		— Anfrasserscheinungen und -versuche an Leichtmetallen für den Flugzeugbau	1538		

	Seite		Seite		Seite
László, F., Elektrolytischer Kadmiumüberzug	506	Lohse, U., 17. Hauptversamm- lung des Vereins Deutscher Gießereifachleute	1033	Matschoß, C., Die Bedeutung der Ingenieur Tätigkeit für die Güterzeugung außerhalb der Maschinenindustrie	1273
— Elektrolytische Verchromung .	599	— Verein Deutscher Eisengießere- reien, Gießereiverband.	1104	— Werkstoff. Kunstbl. I und II. A.	1481*
— Stahl und Eisen im Elektro- maschinenbau. A.	1539	— Internationaler Gießereikon- greß in Paris	1592	— Die Werkstofftagung Berlin 1927. Textbl. 27 bis 32. A. . .	1797*
Laube, R., Die Bauanlagen des Großkraftwerkes Klingenberg. Textbl. 33. A.	1840*	Lomonossow, G., Der gegen- wärtige Stand des Dieselloko- motivbaues. A.	1046*	Mattersdorf, W., Verbesse- rungen bei der Hamburger Hochbahn. A.	689*
Lauber, Die Anforderungen an den Straßenbau vom Stand- punkte des Kraftfahrers	1662	— Zur Theorie der Gasübertra- gung bei Diesellokomotiven. A.	1329	Mattheus s. Aschner.	
Laudahn, W., Abnahmeprüf- ung des 15 000 PS-Dieselmotors. Z.	144	Lorenz, H., Die Möglichkeit der Weltraumfahrt. A.	651*	Mauch s. Klever.	
Lauster, J., Eindrücke von meiner ersten Amerikareise. A.	1765	— desgl. Z.	1128,	Maurach, Glastechnik	97
Lavroff, S. I., s. a. Grundt. — Technisches Taschen-Wörter- buch in russischer und deut- scher Sprache. B.	468	— Wärmeübergang und Turbulenz — desgl. Z.	1071 1199	Mauritz, K., Verhalten von raschlaufenden Gegendruck- turbinen bei Drehzahlände- rungen. B.	1175
Lechner, L., Die Kraftfahr- zeuggesetzgebung. B.	904	Lottmann, Erfahrungen bei der Anwendung elektrischer Lichtbogenschweißung im Schiffbau	1725	Mauz, Faserstoffindustrie . .	98
Leitner, A., Die kurbellose Kolbenmaschine von Michell .	366*	Luchsinger, E., Modell- schleppversuche im Wellengang — Doppelschrauben - Turbinen- dampfer „Cap Arcona“. Taf. 3 bis 6, Textbl. 21 und 22. A. .	1168* 1633*	Mayer, R., Kompressorlose Viertakt - Dieselmotoren mit Strahlzerstäubung. A.	1081*
— Englische Hochleistungs-Diesel- maschine	463*	— Fahrgast-Schnelldampfer „Île de France“	1659*	Mayer, R., Aufgaben aus der Elektrotechnik. B.	1243
Lenard, P., und A. Becker, Handbuch der Experimental- physik. 14. Bd.: Kathoden- strahlen. B.	1243	— Hauptversammlung der Schiff- bautechnischen Gesellschaft .	1725	McAuliffe, E., Railway fuel. B.	872
Lennertz, J., Gegenseitiger Einfluß von Tragfläche und Rumpf	1657	Ludin, A., Wasserkraftanlagen und Talsperren	132	Mehrtens, Die Bedeutung der Normenbewegung für die Gie- ßerei	1033
v. Leszel, H., Kohlsäure- Feuerschutz in Amerika	1308*	— Kolkverhütung an Wehren. A.	161*	Meineke, F., Eisenbahn- maschinenwesen	132
Lewinnek, Elektrische Ma- schinen aus geschweißtem Walzeisen	1760*	Ludwig, H., Betriebstechnische Aufgaben in der Metallbear- beitung bei Kleinreihenfertigung. A.	841*	Meißner, E., Verhandlungen des 2. internationalen Kon- gresses für technische Mecha- nik. B.	1695
Lewis, G. N., Die Valenz und der Bau der Atome und Mole- küle. B.	1630	Ludwik, P., Die Bedeutung des Gleit- und Reißwiderstandes für die Werkstoffprüfung. Textbl. 17 und 18. A. 1532,	1612*	Meißner, K. L., Veredelbare Aluminiumlegierungen	63
Lich, O., Vorrichtungen im Ma- schinenbau. B.	1598	Lübbert, W., Rationeller Woh- nungsbau. Typ / Norm. B. . . .	1480	— Amerikanische Aluminium- Gußlegierungen	602*
Lichtenberger, B., Die Milchindustrie der Vereinigten Staaten von Amerika. B. . . .	371	Lübecke, E., Über die neuesten Wasserschall - Apparate und ihre Anwendungen. B.	372	Meißner, W., Elektrisches Verhalten der Metalle im Temperaturgebiet des flüssi- gen Heliums	1304
Lienau, Versuchseinrichtungen und -ergebnisse des Instituts für Schiffsfestigkeit an der Technischen Hochschule Dan- zig	1725	— Akustische Lotverfahren, Ge- räte und Erfahrungen. A. . . .	1245*	Melans s. Bleich.	
Lilley, E. R., The oil indus- try. B.	1695	— Steuerung von Elektronenströ- men in Quecksilberdampfent- ladungen	1623	Melan, Abnahmeversuche an Turbokompressoren	1747
Linde, R., Neues auf dem Ge- biet der Gaszerlegung mit Hilfe der Tieftemperaturtechnik . . .	1305	Lüdicke, A., Technologie der Textilfasern. 2. Bd. Die Spin- nerie. B.	1448	Melan, H., Die Schaltungsarten der Haus- und Hilfsturbinen. B.	871
Lion, A., Das Schüfftan-Verfah- ren der Kinematographie . . .	176*	Lummer, O., Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik. B. . . .	1211	Melchior, P., Kupfer als Werkstoff. A.	373*
Lippart, G., Entwicklung und Stand der Praktikantenfrage. A.	993	Lux, H., Ergänzung und Ersatz des Tageslichtes durch künst- liches Licht	236	Menge, A., Das Walchensee- werk. A.	327*
Liske, P., Mechanische Weiß- wäschereien. A.	1345,	Maag, M., Herstellung und Prüfung der Maag-Zahnräder. A.	509*	Merkel, Fr., Bestimmung der Leistungsaufnahme von Krei- selverdichtern aus der Wärme- bilanz	530
Liwschitz, M., Die elektri- schen Maschinen. B.	614	Marguerre, F., Wirtschaft- lichkeit des Hochdruckdampf- betriebes	937	— Die Grundlagen der Wärme- übertragung. B.	714
Löffl, K., Technologie der Fette und Öle. B.	434	— Hochdruckanlage des Groß- kraftwerkes Mannheim	1591	— Der Wärmeübergang in Luft- kühlern	1304
Löffler, Energiewirtschaft und Hochdruckdampfbetrieb. A. . . .	437*	Mark, H., Die Verwendung der Röntgenstrahlen in Chemie und Technik. B.	1108	Merkle, K., Idealer Kreispro- zess für Verbrennungsmaschi- nen	1812
— desgl. Z.	1076	Martiny, Die Mannheimer Milchversorgung	746	Mewes, W. C. G., Die Roh- gummiaufbereitung. A.	1254*
Löfquist s. Benedicks.		Marx, E., Aufgaben und Ziele der Hochspannungselektro- technik. A.	1323*	Meyenberg, Fr., Fabrik- betrieb und Fabrikorganisation .	95
Loewenberg, Fr., Wärmeaus- tauschverluste in Lokomotiv- zylindern. A.	15*	Marzolo, F., Utilizzazioni di forze idrauliche impianti idro- elettrici. B.	143	Meyer, G. W., Was müssen Käufer und Verkäufer elek- trischer Arbeit von der Pha- senverschiebung und ihrer Be- kämpfung wissen? B.	1764
Lohse, U., Gießereiwesen . . .	95	Masing, Metalle und Legie- rungen	63	Meyer, J., Erfinden und Kon- struieren. B.	1005
— Großbrüttler. A.	109*	Mathesius, Der Kuppelofen in Theorie und Praxis der letzten Jahrzehnte	1033	Meyersberg, G., Entwicklung des Perlitgusses. A.	1427*
— Kuppelofen mit Kohlenstaub- Zusatzfeuerung	233*	Matschoß, C., s. a. de Thierry. — Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. B. . . .	178	Michel, F., Metallniederschläge und Metallaufbereitungen. B. .	1143
— desgl. Z.	466			Michell s. Petrow.	
— Das Wesen der Fließarbeit, ihre wirtschaftlichen Voraus- setzungen und Ziele	494			v. Mises, Angewandte Mathe- matik und Mechanik	170
— Formstoff- und Formenprü- fung	543*			— Fluglehre. B.	1379
— Die Veredelung des Gußeisens. A.	562			Mittelstaedt, H. L., Flie- bende Fertigung. B.	1212
				Modersohn, Versuche auf dem Gebiete der schnelllaufenden Dieselmotoren	1164

	Seite		Seite		Seite
Möller, R., Selbsttätige Stoch- vorrichtung für Gaserzeuger mit rundem Querschnitt . . .	682*	Neufeld, M. W., Gußeisen mit Nickel- und Chromgehalt . .	1724	Pfister, E., Der Bau des Flug- zeuges. B.	274, 1343
Möllering, H., Die Siche- rungsanlagen für den Zugver- kehr auf den deutschen Bah- nen. B.	467	— Die Erzbergwerke Frankreichs nach dem Weltkriege	1790	— Grundlagen der Fluglehre. B. .	1343
Mörsch, E., Der Eisenbeton- bau. B.	210	Neumann, A. J., Elektrische Widerstandsschweißung und -erwärmung. B.	1763	Plagge s. Berl.	
Mohr, Reibungsverhältnisse trockener Automobilkupplun- gen. Z.	1696	Neumann, E., Straßenbau- tagung Leipzig 1927	1661	Planck, M., Thermodynamik. B. .	1074
Mohr, O., Der technische Auf- bau der Frischwasser-Klär- anlage, Bauart „OMS“	1209*	Neumann, K., Das Maschinen- laboratorium C der Techni- schen Hochschule Hannover. A. .	158*	Plank, R., Kältetechnik	99
Moore, H. F., Manual of the endurance of metals under re- peated stress. B.	1763	— Untersuchungen an der Diesel- maschine. Die Dieselmachine als Kraftfahrzeugmotor. A. 775,	1164*	— Haushalt-Kältemaschinen. A. .	1305, 1381, 1436*
Müllenbach, H., und E. Keler, Gesundheitstechnische Anlagen im Fabrikbetriebe. B. .	308	Neußel, L., Dampfverbrauch und thermodynamische Wir- kungsgrade einer Gegendruck- turbine	866*	Pöschl, Anwendung dynami- scher Kraftpläne in der Ge- triebelehre	164
Müllendorff, E., Taschen- buch für Schiedsrichter und Parteien. B.	108	Niedlich, Zucker aus Trocken- schnitteln	1100	— Zur Theorie der zylindrischen Schalen und Bogenträger . .	1702
Müller, Der Stand der Fern- gasversorgung	1405	Niesemann, F., Die Ausfluß- formel von de Saint-Venant und Wantzel. Z.	1007*	Pohl, R., Die Stromerzeuger des Großkraftwerkes Klingen- berg. A.	1888*
Müller, F., Fließdruckwage als Parallel- oder Geradföhrung für Pressen und ähnliche Ma- schinen. Z.	1312	Niggemeyer, Neue Hochlei- stungs-Schnelldrehbank	1626*	Pohl, R. W., Einführung in die Elektrizitätslehre. B.	1107
Müller, Fr., Lehr- und Hand- buch über die Papierfabrika- tion und deren Maschinen. B.	687	Noack, Mit Netzstrom geheizte Röhren	1688	Pokorny, E., Molybdän. B. . . .	939
Müller, G., Die Abscheidung und Gewinnung von Gasen und Dämpfen mittels aktiver Kohle. A.	457*	Nusselt, W., Die Theorie des Winderhitzers. A.	85*	Polanyi, M., Struktur der Ma- terie im Lichte der Röntgen- strahlen. A.	565*
Müller, W., Zur Theorie der Strömung um feste Körper . .	401	Nutzinger, R., Karl Röchling. B.	1311	Pomini, O., Riduttori. Prin- cipii — Materiali — Calcolo — Esempi. B.	467
Müller, W., Arbeitsvorberei- tung und Betriebsmittel der Holzbearbeitung. A.	797*	Überhoffer, P., W. Hesen- bruch und H. Esser., Die Rolle des Sauerstoffes für die Metallur- gie und die Qualität des Stahls. A.	1569*	Pomp, A., Untersuchungen am Herbert-Pendelhärteprüfer . .	431*
Müller-Hauff, A., und K. Stein, Autostähle des Welt- handels. B.	1175	Oehler, G., Papier als Werk- stoff. A.	545*	— Über das Kaltziehen von Stahl- röhren	964*
Münzinger, F., Die Kessel- anlage des Großkraftwerkes Klingenberg. Textbl. 34 und Taf. 9. A.	1855*	Oertel, W., Neue Ergebnisse der Edelstahlforschung. Textbl. 13 und 14. A.	1503*	— Abgekürztes Prüfverfahren zur Ermittlung der Dauerstand- festigkeit von Stahl bei er- höhten Temperaturen	1034*
Nádai s. Bader.		Oesterlen, Wasserkraft-Ma- schinen und -Anlagen	24	— Das Verhalten von Stahl bei tiefen und hohen Temperaturen. A.	1497*
— Härteversuche	1063	O'Neil, A. I., Locomotive and boiler inspectors' handbook. B. .	715	Prachtl, G., Von der Reihen- fertigung zur Fließarbeit. B. . .	871
— Die Kinematik der plastischen Formänderungen	1612	Oppenheimer, C., Grundriß der anorganischen Chemie. B. .	1664	Praetorius, E., Wirkungsgrad und Leistungssteigerung von Gegendruckmaschinen. A. . .	189*
Nägel, Verbrennungsmotoren . .	23	— Grundriß der organischen Che- mie. B.	1664	— Eigenart der Braunkohlen- Staubfeuerung	268*
— Der Dieselmotor als Kraftfahr- zeugmaschine. A.	405*	Oppenheimer, P., Einwalzen von Rohren in Kesselwände . .	1088*	— Wärmetechnische Tagung der Gesellschaft deutscher Metall- hütten- und Bergleute	303
Narath, Ausnutzung der Band- reibung für die Verstärkung von Drehmomenten	1596*	Ornig, J., Österreichische Energiewirtschaft. B.	686	— Kraftbedarf von Kohlenstaub- mühlen	681*
Nathusius, H., Amerikanische Elektroglühöfen und ihre Wirtschaftlichkeit. A.	671*	Ortengel, R., Die Forstwirt- schaft. B.	1108	— Sechste technische Tagung des mitteldeutschen Braunkohlen- bergbaues	933
Nechaiew s. Grundt.		Osenberg s. Sachsenberg.		Prager, W., Beitrag zur Kine- matik des Raumbachwerkes . .	160
Nehbel, H., Über den Bau und Bedienung von Destillier- und Rektifizierapparaten. B. . . .	1695	Osterrieth, A., Die Haager Konferenz 1925. B.	1144	Prandtl, L., und A. Betz, Ergebnisse der Aerodynami- schen Versuchsanstalt zu Göt- tingen. B.	1005
Nehse, H., Kurzgefaßtes Lehr- buch für das wichtigste Reichs- recht. B.	687	Ostertag, P., Pumpen und Kompressoren	24	Prasil, F., Technische Hydro- dynamik. B.	1447
Neitzel, M., Kleindampf- maschine mit einfacher Steue- rung	284*	Ostwald s. Frey		Probst, E., Handbuch der Zement- waren- und Kunststein- industrie. B.	615
Nernst, W., Theoretische Che- mie. B.	307	Pätzold, M., Grundlagen des Aufzugsbaues. B.	1826	Probst, H., Der elektrische Teil des Großkraftwerkes Klingen- berg. Textbl. 37 bis 38. A. . .	1890*
Nesper s. Korn.		Parey, W., Halbselbsttätige Schneidbank für sehr genaue Schnecken und Gewinde . . .	1276*	Prockat, Fr., Steinkohlensauf- bereitung mittels Druckluft . .	712*
Nettmann, P., Ingenieur und Anstrichtechnik. A.	803*	— Trockenprüfmaschine für iso- lierte elektrische Leitungen .	1547*	— Maschinenmäßiger Bergever- satz	930*
Neubauer, F., Gewerblicher Rechtsschutz	169	v. Parseval, A., Über die heu- tige Luftschiffahrt. A.	20*	— Die neuen Förder- und Auf- bereitungsanlagen der Zeche Minister Stein (Schacht Emil Kirdorf, Dortmund-Eving). A. .	1009*
Neufeld, M. W., Die Einwir- kung der Temperatur im Hoch- ofen auf die Eigenschaften des Roheisens	31	Pauer, Dampfkraftanlagen . .	23	— Stückigmachen von Eisenerzen — Anwendung von Lademaschi- nen im Bergbau unter Tage. A. .	1274 1313
— Die Bruchproben des Stahl- werkers	1509	— Versuche an einem Flüssig- keitsgetriebe Bauart Schwartz- kopff-Huwiler. A.	919*	Proeger, F., Die Getriebekine- matik als Rüstzeug der Ge- triebedynamik. B.	71
		Petri, A., Anwendung der Elek- trizität in der Landwirtschaft .	895	Puppe, Fr., Praktische Loch- werke	314*
		Petrow, N., O. Reynolds, A. Sommerfeld und A. G. M. Michell, Abhandlungen über die hydrodynamische Theorie der Schmiermittel- reibung. B.	1629	Putnoky, Die Technik der Schaufensterbeleuchtung. B. .	107
		Peuker, Die Mehrhebel-Nei- gungswage	679*		

	Seite		Seite		Seite
Raisch, E. und W. Koch, Versuchskessel für 120 at Betriebsdruck	1070*	Rosin, P., Das It-Diagramm der Verbrennung und der Wirkungsgrad von Öfen. A. . .	383*	Schenck, F. R., Was bietet die wissenschaftliche Metallkunde der Technik?	1624
Rammler s. Rosin.		— Wirtschaftlichkeit der Braunkohlen-Staubfeuerung	933	Schiebl, K., Die Maschinentechnik in Zuckerfabriken und Raffinerien. B.	1279
Randzio, Eisenbahnen und neue Verkehrswege in Kolumbien	1234*	— und E. Rammler, Feinheit und Struktur des Kohlenstaubs. A.	1*	Schiele, Gesundheits-Ingenieurwesen	167
Rassbach, C., Die elektrische Ausrüstung von Kraftfahrzeugen. A.	1703, 1756*	Roßmann, R., Überblick über die bauliche Entwicklung der Webemaschinen. A.	973*	Schilhansl, M., Kreisplatte mit Rippenstern. A.	1154*
Raudnitz, M., Fortschritte im Bau von Gleiswiegevorrichtungen. A.	1019*	— Die Ausbildung des Textilingenieurs. A.	1433	Schlesinger, G., Die Umstellung eines 50 Jahre alten Textilunternehmens auf fließende, zeitgemäß richtige Fertigung. A.	1417, 1459*
Rauh, K., Untersuchung und Weiterentwicklung mit periodischem Hin- und Rücklauf und beschleunigungsfreiem Arbeitsgang. B.	1826	Roth, A., Hochspannungstechnik. B.	1243	Schlick s. Wolff.	
Rausch, E., Maschinenfundamente	992	Roth, E., Aluminiumlegierungen als Konstruktionsstoffe . . .	1625	Schlipköter, M., Wärmewirtschaft im Eisenhüttenwesen. B.	143
Rehmer, M., Das Großkraftwerk Klingenberg. A. . . .	1829*	Rother s. Deckert.		Schmaltz, G., Die amerikanischen Methoden zur Behandlung der Bandsägeblätter und ihre elastizitätstheoretische Begründung. A.	1645*
Reich, F., Umlenkung eines freien Flüssigkeitsstrahles an einer ebenen Platte	261*	Rühl, K. H., Die Luftfahrt in den Vereinigten Staaten von Amerika	635*	Schmid, H., Statische Probleme des Tunnel- und Druckstollenbaues. B.	536
Reichardt, P., Ein neues Wärmeschaubild des Hochofens	172	— Französischer und belgischer Luftverkehr	1140*	Schmidt, A., Die Anforderungen der Textilindustrie an ihre Werkstoffe. Z.	1631
Reichel, E., Wasserkraftnutzung	477	Rüst, E., Warenkunde und Industrielehre. B.	339	Schmidt, B., Schnellaufende Bohrmaschine	1759*
Reinacher, W., Azetylen-Sauerstoff-Schweiß-Schneidbrenner. B.	1695	Ruhrmann, E., Bördeln und Ziehen in der Blechbearbeitungstechnik. B.	107	Schmidt, E., Wärmeschutz durch Aluminiumstoffe. A. . .	1395*
Reindl s. Dantscher.		Rummel, K., Vergleichende Zeitstudien an Walzwerken, insbesondere an Drahtstraßen — Erhöhung der Wirtschaftlichkeit in den technischen Betrieben der Grobbleisindustrie. B. .	179	Schmidt, F., und E. Förster, Die Schachtfördermaschinen. B.	1343
Reinisch, P., Elektrische Maschinen und Geräte	28	Ruß, Die Vergasung von Steinkohle und Koks	304	Schmidt, K. H., Wirtschaftsfragen der Massenfertigung. B. .	1212
Reitmeister, Ein neues Formsandprüfverfahren . . .	1033	Ruths, J., Spitzendeckung in Großkraftwerken	1339	Schmidt, P., Die Saugwirkung bei Kreiselumpen. A. . . .	81*
Rejtö, A., Einige Prinzipien der theoretischen mechanischen Technologie der Metalle. B.	938	Ryschkewitsch, E., Graphit. B.	35	— desgl. Z.	905
Rentsch s. Strell.		Saackes, Herrmann.		Schmidt, W., Die allgemeine Bedeutung der Werkstoffprüfung. A.	1123*
Retzow, U., Die Eigenschaften elektrotechnischer Isoliermaterialien in graphischen Darstellungen. B.	1243	Sachs, E., Die Kultivierung Ägyptens und des Sudan. Der Sennar-Staudamm am Blauen Nil. A.	481*	Schmiedel, O., Das Alter der Erde. B.	404
Révész, S., Technisches Wörterbuch. Ungarisch - deutsch, deutsch-ungarisch. B. . . .	404	— Die technische Seite der „Shenandoah“-Vernichtung . . .	850	Schminke, O., Schwedische Diesellokomotive mit Flüssigkeitskupplung. A.	389*
Reynolds s. Petrow.		— Der Weltschiffbau	1002*	Schob, A., Kautschuk als Werkstoff. A.	553*
Rheinthal, F., Die Kunstseide. B.	107	Sachs, G., s. a. v. Göler.		Schocklitsch, A., Geschiebewegung in Flüssen und an Stauwerken. B.	714
Richter, Feinmechanik	96	— Die technologischen Eigenschaften von Aluminiumkristallen. A.	577*	Schönberg, A. und E. Glunk, Landes-Elektrizitätswerke. B.	499
Richter, E., Die Wasserrückkühlung in Kraftfahrzeugen .	827*	— Innere Spannungen in Metallen. A.	1511*	Schönian, Moderne technische Einrichtungen in Schiffsküchen	1726
Richter, L., Das deutsche Schiedsgerichtsverfahren. B. .	615	Sachsenberg, Osenberg und Gruner, Messung von Arbeitswiderständen und Beanspruchungen. A.	1609*	Scholz, W., und E. Valentin, Jahrbuch des Reichsverbandes der Automobilindustrie. B.	371
Riedig, F., Die Bauarten der Kabelbagger	427*	Sägebarth, B., Wirtschaftlichkeit verschiedener Verfahren beim Brennen von Stuckgips .	935*	Schröder, A., Zusammenhang der Indikator- und Drehkraftdiagramme von Zweitakt-Dieselmotoren mit den Dreh-schwingungen ihrer Wellen .	363
Riemenschneider, P., Der Stand der Fernsprechei. A. .	1770*	Salge, Die Lentz-Einheits-schiffsmaschine	1725	Schröter, R., Die Doppelschrauben-Personenmotorschiffe „Freiherr vom Stein“ und „Beethoven“ der Köln-Düsseldorfer-Rheindampfschiffahrt. A. .	1583*
Ries, W., Die Entwicklung der Abraumförderbrücken im Braunkohlentagebau. A. . .	341*	Saliger, R., Praktische Statik. B.	1005	Schütte, J., Der Luftschiffbau Schütte-Lanz 1909 bis 1925. B. .	903
Ringwald, M., Nockenform und Ventilbewegung mit besonderer Berücksichtigung der Verbrennungsmotoren. A. . .	47*	Salmang, H., P. Oberhoffer †	1269	Schultz, F., Kritische Betrachtungen über Wertungen von Verbrennungsmotoren . . .	1164
Rösing, B., Fünfzig Jahre Patentamt. A.	909*	Sanders s. Brüning.		Schulz, E., Kohlenstaub-Aufbereitung und Kesselhaus im East-River-Kraftwerk, New York	464*
Rößler s. Berling.		Sanders, T. H., Die Herstellung der Blattfedern. B. . .	1664	Schulz, E. H., Feuerfeste Stoffe, ihre Prüfung und ihr Verhalten im Hüttenbetriebe . . .	173
Rötscher, Berechnung von Stangenköpfen	1201	Santarella, L., Il cemento armato nelle costruzioni civili ed industriali. B.	1763		
Rohn, W., Wirtschaftliche Verwendung hochfeuerfester Legierungen in der Technik . .	1478*	Sass, Fr., Neuere Anschauungen über Zünd- und Verbrennungsvorgänge in Dieselmotoren. A. .	1287*		
Rollwagen, H., Abnahmeversuche an Turbokompressoren. A.	196	— Doppeltwirkende kompressorlose Zweitakt-Dieselmotoren für Schifftrieb	1726		
— desgl. Z.	1007	Schaechterle, K., Die Gestaltung der Brücken. Textbl. 7 bis 10. A.	1213*		
Rosdeck, Fr., Über die Ölindustrie und die Erzeugung nahtloser Rohre in den Vereinigten Staaten	172	Scheel s. Geiger.			
Rosin, P., Wirkungsgrad metallurgischer Öfen	304	Scheibe, Nauticus. Jahrbuch für Seelinteressen und Weltwirtschaft. 18. Jg. B.	404		

	Seite		Seite		Seite
Schulz, E. H., Metallforschung in der Industrie. A. . . .	185*	Stäger, H., und I. P. Bohnenblust, Untersuchungen an Dampfturbinenölen . . .	1821	de Thierry, G., Wasserkraftnutzung und Binnenschifffahrt auf der Weltkraftkonferenz in Basel 1926	265
— Die Versuchsanstalten in den deutschen Eisenhüttenwerken. A.	1493	Starke, F., Energiewirtschaft und Hochdruck-Dampfbetrieb. Z.	1076	— und C. Matschoß, Die Wasserbaulaboratorien Europas. B.	338
Schulz, M., Kurzprüfung von Anstrichstoffen. A.	1293*	Staudinger s. Berl.		— Studienreise in Amerika . .	963
Schulze-Pillot, Riementriebe	1202	Staufer, F., Einflüsse auf den Wirkungsgrad von Wasserturbinen. Z.	106	Thoma, D., Wirtschaftliche Beziehungen zwischen hydraulisch erzeugbarer und thermisch erzeugbarer elektrischer Energie auf der Weltkonferenz Basel 1926	1284*
Schumacher, Erzeugungs- und Verteilkosten des Gases . . .	1405	Staus, A., Maschinen-Untersuchungen. B.	1343	Thomé s. Langer.	
Schwaiger, B., Die Wassersperrarbeiten bei Bohrungen auf Erdöl. B.	1411	Steck, E. H., Roheisen für Kokillenguß	1799	Thümen, Nachträgliche Pfahlgründung eines abgesackten Turbinenfundamentes . . .	1444*
Schwaighofer, H., Posttriebsmechanik. B.	1040	Steger, W., Wärmewirtschaft in der keramischen Industrie. B.	970	Thum, A., Die Werkstoffe des Maschinenbaues. B.	210
Schwarz, Die Lukenverschlüsse und die Sicherheit der Schiffe .	1726	Stein s. Müller-Hauff.		— Die Werkstoffe im heutigen Dampfturbinenbau. A.	753*
Schwarz, O., Spannungen in Muffen von Gußeisenrohren .	710*	Stein, Th., Regelung und Ausgleich in Dampfanlagen. B. .	243	Tietze s. Dammer.	
Schwarzer, H., Landmaschinenkunde. B.	536	— Selbsttätige Feuerungsregelung. A.	1177*	Tillmann, H., Refa-Mappe für Gießereiwesen. B. . . .	903
Sedlaczek, E., Die Automobiltriebmittel des In- und Auslandes. B.	535	Steiner, L., Tiefbohrereinrichtungen mit elektrischem Antrieb. A.	1185*	Tischer, K. H., Bautechnische und künstlerische Anforderungen an die Tagesbeleuchtung von Räumen	236
Seeliger, R., Die Abscheidung von Hochofengichtstauben. Z.	180	Stender, W., Wärmeübergang in tropfbaren Flüssigkeiten. Z.	274*	Titze, F., Die elektrischen Einrichtungen für den Eigenbedarf großer Kraftwerke. B.	1175
Seemüller, Die Kisse-Wurfturbine	684*	— Schaltbilder im Wärmekraftbetrieb	830*	Tollmien, W., Luftwiderstand und Druckverlauf bei der Fahrt von Zügen in einem Tunnel. A.	199*
Seidel, H., Lastkraftwagen zur Abfuhr von Jauche und Dünger — Müllabfuhr-Fahrzeuge. A. .	1443*	Steddel, H., Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, Betrieb und Werkstoffprüfung im Leichtbau. Textbl. 15 und 16. A.	1517*	— Berechnung turbulenter Ausbreitungsvorgänge	996*
Seidl, K., Das Coley-Verfahren zur Zinkdarstellung	1240	— desgl. Z.	1588	Traeger, L., Die Vorgänge beim Anlassen gehärteter Stähle. A.	891*
Seifert, R., Der Mississippi und seine Hochwasser. A. .	1041*	Stending, H., Messung mechanischer Schwingungen. A. . .	605	Troeger, R., Die Richtlinien für den Entwurf des Großkraftwerkes Klingenberg. Taf. 7 und 8. A.	1831*
Seiffert, Fr., Rohrleitungen und Armaturen für Höchstdruck. A.	351*	Steuer, Die Beziehungen der petrographischen zu den technischen Untersuchungsverfahren der Straßenbausteine .	1661	— Wirtschaftlichkeit des Großkraftwerkes Klingenberg. A.	1902*
Seiler, E., Elektrische Zündung, Licht und Anlasser der Kraftfahrzeuge. B.	535	Stock, L., Lade-Stoßmaschine für kleinere Gaswerke . . .	1034*	Typke s. v. d. Heyden.	
Seipp, H., Baustofflehre. B. .	435	Stodola, A., Leistungsver-suche an einer 11 000 kW-Zoelly-Dampfturbine. A. . .	747*	Uhde, O., Die Müllverbrennung nach dem Kriege. A. . . .	1257*
Seitz, A., Joseph Fraunhofer und sein optisches Institut. B.	211	Strache, H., und H. Ullman, Leitfaden der Technologie der Brennstoffe. B.	969	Ulmann s. Strache.	
Siebert, B., Anordnung und Ausgestaltung von Petroleumhäfen. B.	1006	Strell, M., und B. Rentsch, Frischwasserklärunng bei der Abwasserreinigung. A. . .	291*	Ulrichs s. Jäger.	
Sieglerschmidt, H., Über die Biegefähigkeit von Seil-drähten	517*	Striebeck, R., Der Luftspeicher-Dieselmotor von Robert Bosch, A.-G. A. . .	765, 1164, 1165*	Valentin s. Scholz.	
Sierks, H. L., Wirtschaftlicher Städtebau und angewandte kommunale Verkehrswissenschaft. B.	179	Stritter, F., Eine neue Breitstrahlrüse	1408*	Vianello, L., Der Eisenbau. B.	1039
Silberberg, L., Hölzerne Brunnenrohre und -filter in Holland	1792*	Stückle, R., Messungen des umlaufenden Kältemittels in Kältemaschinen	364, 836*	Vidmar, M., Die Transformatoren. B.	499
Simon, F., Ein neues Verfahren zur Erzeugung sehr tiefer Temperaturen	1304	Stuhr s. Höfinghoff.		— Der Transformator im Betrieb. B.	1310
Simon, H., Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für technische Physik in Düsseldorf 1926	400	Süberkrüb, Deselelektrische Verschiebelokomotiven . .	1238*	Vögler, Stahl und Eisen und die deutsche Wirtschaft . .	1625
Singer, F., Steinzeug als Werkstoff. A.	122	Süskind s. Baumann.		Vogel, J. H., Schweißen, Schneiden und Metallspritzen mittels Azetylen. B.	1411
Sipp, Gußputzverfahren in ihrer Entwicklung bis zur Gegenwart	1104	Syrup, Fr., Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebssicherheit. B.	1828	Vogt, F., Über schädliche Schwungmassen bei Drehschwingungen. A.	1221*
Sombart, W., Das Wirtschaftsleben im Zeitalter des Hochkapitalismus. B.	970, 1630	Tafel, V., Metallhüttenwesen	171	Voigt, Die Entwicklung der Absetztechnik	933
Sommer, M., Versuche über das Ziehen von Hohlkörpern. B.	107	Tarbell, J. M., The life of Elbert H. Gary. B.	838	Voigt, H., Zeitlich versetztes Anfahren von starken Elektromotoren	333*
Sommerfeld s. Petrow.		Taubert, C., Sauerstoffreies Wasser	1272*	— Kompressoren für große Kälteleistungen. A.	1145*
Spalek, P., Die Abgase der Gasgeräte und ihre Abfuhrung	1405	v. Tauffkirchen-Wiedemann, Bemessung leichter Vorgelegewellen	1340*	— desgl. Z.	1223
Spitzner, W., Genskenverschleiß und Stahlfrage in der Warmpresserei	834*	Teichmüller, Lichttechnik .	167	Voigt, W., s. Heinrich.	
Spooner, Th., Properties and testing of magnetic materials. B.	1630	— Spiegelbeleuchtung. A. . .	1587*	Volk, C., Berechnung, Erfahrung und Gefühl	1200
Staeger, F., Der Okhuizen-Dehnungsmesser	100*	Thau, A., Die Schwelung von Braun- und Steinkohle. B. .	1630	Vollprecht s. Krauter.	
— Gewehrlaufprüfer	105*	Thierbach, B., Der Buchholz-Schutz für Umspanner. A.	448*	Vormfelde, Die Ausstellung der Deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft in Dortmund 1927. A.	1697, 1743*
		de Thierry, G., Hafenentwicklung	57	Wahlert, Kohlenstaubeuerung bei Raffinieröfen	304
		— Wasserbau und Binnenschifffahrt	131	Wagner, Aus dem Anwendungsgebiet mehrstufiger Kältemaschinen	1305

	Seite		Seite		Seite
Wagner, A., Die Spiritusfabrikation und ihre Nebenprodukte. B.	371	Weniger, K. H., Die Asbest-Zementschiefer-Fabrikation. B.	143	Wolf, K., Schwingungen elastischer Seile	1474
Wagner, A., Die Wärmewirtschaft der Form-Trockenvorrichtungen in den Gießereien	393*	Werner, Ein Vergleich zwischen statischer und dynamischer Zug- und Kerbschlagprüfung	465	Wolff, C., Selbsttätige Zugüberwachung. A.	1665*
Wahl, Der Stand der Normung für das Gas- und Wasserfach	1406	Wessel, H., Eisenbahnmäßige Lokomotivkrane	175*	Wolff, H., s. a. Albrecht.	
Walch, O., Die Auskleidung von Druckstollen und Druckschächten. B.	308	Widdel, E., Der Fiat-Ofen in der Stahlformgießerei. A.	1785*	— und W. Schlick, Taschenbuch für die Farben- und Lackindustrie. B.	687
Wallich, Ein neues Höchstspannungs-Versuchsfeld für elektrotechnisches Porzellan.	1101*	Wigge, H., Die physikalischen Grundlagen, die Konstruktion und die Schaltung von Spezialempfängern für den Rundfunk. B.	1480	Wolffram, H., Die neue Straße	1817
— Durchschlagsichere Stützenisolatoren	1220*	Wilcken, K., Das Arbeitsvermögen der Vorkammer bei kompressorlosen Dieselmotoren	534	Wünsch, H., Statische Berechnung der Pfahlsysteme. B.	1827
Wallichs, A., und H. Blaise, Die wirtschaftliche Kegelradbearbeitung im fortlaufenden Abwälz-Schraubfräsvorfahren. A.	255*	Wildegans, Die Getreideförderanlage in Lübeck	1270*	Wulfert, G., Der neue Oberbau der deutschen Reichsbahn und der Oberbau der Gruppe Preußen. B.	403
Walter, P., Die Kübelförderung im Bergwerkbetriebe. A.	696*	Wischin, A., Wiederherstellung gebrauchter Schmier- und Isolieröle	102*	Wunder, W., Die Nichteisenmetalle in der Elektrotechnik. A.	1548*
Walther, J., Fortschritte der Webereimaschinentechnik. A.	324*	Woernle, Hebezeuge und Förderanlagen	26	Wyss, Th., Die Kraftfelder in festen elastischen Körpern und ihre praktische Anwendung. B.	1343
Wambsganz, Automobilstraßenbau	302	Wohlwill, Kohlenstaub-Raffinieröfen der norddeutschen Affinerie in Hamburg	304	Z abransky, H., Die wirtschaftliche Regelung von Drehstrommotoren durch Drehstrom-Gleichstrom-Kaskaden. B.	499
Washburn, E. W., International critical tables. B.	211	Wohlwill, E., Galilei und sein Kampf für die Copernicanische Lehre. B.	970	Zehme, E. T., Stahlhäuser	32*
Watson, W. J., Bridge architecture. B.	1243	Wolf, H., Die Entwicklung der Dampfturbine	1223	Zenneck, J., Josef von Fraunhofer. B.	211
Wechmann, W., Elektrische Zugförderung	133	Wolf, H. R., Über die geschichtliche Entwicklung der Wollkämmaschine und ihre technologische Arbeitsweise. B.	1279	Zerkowitz, Rundfunkstörung vermeidender Stromabnehmer.	869*
— Der Eisenbahn-Elektrotechniker. B.	715	Wolf, J., 9. Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde	1624	Zerkowitz, G., Mengenzustandsänderungen. A.	879*
— Der elektrische Betrieb der Eisenbahnen. Weltkraftkonferenz Basel 1926	1369			Ziegler, P., Der Talsperrenbau. B.	938
Weil, Großer Doppelständer-Lufthammer mit 1500 kg Bärge- gewicht	67*			Zipp, Elektrizitätswerke und Kraftübertragung	28
— Schwere Großdrehbank von 1500 mm Spitzenhöhe	1170*			Zoller, A., Der Pariser Automobilsalon 1926. A.	115*
Weldert, R., Übersicht über das in den Jahren 1911 bis Anfang 1924 erschienene Schrifttum auf dem Gebiete der Lufthygiene. B.	308			Zorn, M., Der piezoelektrische Quarz in der Hochfrequenztechnik	1722*
				Zwach, Die neue Eisenbahnbrücke über die Elbe bei Hämertzen. A.	501*

Sachverzeichnis

* = Abbildung im Text; A = Aufsatz; B = Buchbesprechung; Z = Zuschrift oder Berichtigung.

Die Seitenzahlen des ersten Halbjahres sind in aufrechten Lettern, diejenigen des zweiten Halbjahres in schrägen Lettern — Kursiv — gedruckt.

Band I: Heft 1 bis 26 Seite 1 bis 940. Band II: Heft 27 bis 53 Seite 941 bis 1912.

	Seite		Seite		Seite
Abgas s. Ofen.		Anstrich		Ausstellung	
Abnutzung s. Materialkunde.		— Fortschritte der Anstreich-		— Flugzeuge der zehnten Pari-	
Abraumförderung s. Lager- und		technik. Von Jaeger . . .	1726	ser Luftfahrt-Ausstellung.	
Ladevorrichtung.		— Farbspritzen ohne Farbdunst-		Von F. Goßlau. A. . . .	637*
Abwärme s. a. Heizung, Schiffs-		belästigung	1731	— Die Werkzeugmaschinen auf	
kessel, Zement.		Anthropologie. Rasse und Ver-		der Leipziger Frühjahrsmesse	
— Rückgewinnung der Koch-		erbung in ihrer Bedeutung für		1927. Von H. Häneke. A.	817,
abfallwärme zur Frischlau-		Volk und Wirtschaft. Von		885*	
genanwärmung, Papierfabrik		E. Fischer	1626	— Die Internationale Automobil-	
ohne und mit Ausnutzung		Arbeiter s. a. Messen, Unfallver-		ausstellung in Köln. Von A.	
der Schwaden	589*	hütung.		Hellér	832*
— Abwärmeverwertung zur Hei-		— Körper und Arbeit. Von E.		— Werkzeugmaschinen - Ausstel-	
zung und Krafterzeugung. Von		Atzler. B.	1006	lung in Cleveland	1597
H. Balcke. B.	1279	— Neuere Ergebnisse der Ar-		— Straßenbaumaschinen auf der	
Abwässerung s. Kraftwagen,		beitsphysiologie	1058	Leipziger Technischen Messe	
Wasserreinigung.		— L'organisation scientifique		1927	1662
Achse s. Straßenbahn.		du travail en Europe. Von		— Neuerungen auf der Pariser	
Adreßbuch s. Dampfkessel.		D. Derinat. B.	1631	Automobilausstellung 1927.	
Aerodynamik s. Luftfahrt, Mecha-		Arbeitsvorbereitung s. Holz.		Von A. Heller. A. . . .	1675*
nik, Tunnel.		Armatur s. Rohr.		— Die Ausstellung der Deut-	
Aktive Kohle s. Gas.		Asbest-Zement s. Lager und Lade-		schcn Landwirtschaft-Gesell-	
Akustik s. a. Loten.		vorrichtung, Stein.		schaft in Dortmund 1927.	
— Schallmeßraum im National		Asphalt. Die Materialprüfung auf		Von Vormfelde. A. 1697, 1743*	
Physical Laboratory, London	1376*	dem Gebiete der Asphalte und		Autogenverfahren s. Schmieden,	
— Ein neuer Schallmesser für		Teere im Dienste des Stra-		Schweißen.	
die Praxis. Von H. Bark-		ßenbaues	1662	Automobil s. Kraftwagen.	
hausen	1471*	Aufbereitung s. a. Lager- und		Azetylen s. Schweißen.	
Alkohol s. Spiritus.		Ladevorrichtung, Schleuder.		Bäckerei. Die Brennstoffaus-	
Aluminium s. a. Kraftwagen,		— Steinkohlenaufbereitung mit-		nutzung im Bäckereigewerbe.	
Schweißen, Seil, Straßenbahn,		tels Druckluft. Von Prok-		Von Chr. Eberle. A. 985, 1091*	
Wärmeschutz.		kat	712*	Baekeland s. Kunstharz.	
— Veredeltbare Aluminiumlegie-		— Der Flotationsprozeß. Von C.		Bagger. Die Bauarten der Kabel-	
rungen. Von K. L. Meiß-		Bruchhold. B.	715	bagger. Von F. Riedig. . .	427*
ner (Chronik)	63	— Über die Aufbereitung von		— Dieselelektrisch angetriebener	
— Ein Jahrhundert Aluminium .	101	Erzen und Kohlen in Ame-		Bagger	870
— desgl. Z.	273	rika. Von Ivers	899	— Löffelgroßbagger im ameri-	
— Die technologischen Eigen-		— Steinkohlenentwässerung mit-		kanischen Kohlentagebau. Von	
schaften von Aluminiumkri-		tels Schleuder	900*	W. Franke	1137*
stallen. Von G. Sachs. A.	577*	— Die neuen Förder- und Aufbe-		— Erfahrungen mit dem Kabel-	
— desgl. Z.	685	reitungsanlagen der Zeche Mi-		bagger. Von Behring. A. .	1263*
— Amerikanische Aluminium-		nister Stein (Schacht Emil		— Eine neue Kabelverlegungs-	
Gußlegierungen. Von K. L.		Kirdorf, Dortmund-Eving). Von		maschine. Von H. Ehrich	1690*
Meißner	602*	Fr. Prockat. A.	1009*	— Amerikanische Kabelbagger.	
— Aluminiumlegierungen als		— Stammbaum der Steinkoh-		Von W. Franke	1727*
Konstruktionsstoffe. Von E.		lenwäsche	1012*	— Eimerkettenbagger. Von Y. F.	
Roth	1652*	— Stückigmachen von Eisen-		Kesper	1813*
Amerika s. Studienreise.		erzen. Von Prockat . . .	1274	Bahnhof. Personenbahnhöfe. Von	
Analyse s. Chemie.		— Kohlenstaub - Aufbereitanlage		W. Cauer. B.	1107
Anfressung s. Metallschutz.		des Großkraftwerkes Klingen-		Balken s. Statik.	
Anlassen s. Kraftwagen, Mate-		berg	1867*	Baustoff s. Materialkunde.	
rialkunde.		Aufzug. Bestimmungen über		Behälter s. a. Flasche, Unfallver-	
Anstrich s. a. Betriebswissen-		Einrichtung und Betrieb der		hütung.	
schaft.		Aufzüge. Von H. Jaeger.		— Stahlbehälter zum Trocknen	
— Handbuch der Farben- und		B.	467	von Luft	1060*
Lackindustrie. B.	468	— Der neuzeitliche Aufzug mit		— Große Rohölbehälter in Kali-	
— Taschenbuch für die Farben-		Treibscheibenantrieb. Von F.		fornien	1426
und Lackindustrie. Von H.		Hymans und A. V. Hell-		Beleuchtung s. a. Brauerei, Kine-	
Wolff und W. Schlick. B.	687	born. B.	938	matograph, Kraftwagen, Trans-	
— Kurzprüfung von Anstrich-		— Neuartige Aufzugmaschine der		formator, Verein.	
stoffen. Von M. Schulz. A.	763, 1293*	Carl Flohr A.-G.	1073*	— Physiologie als eine Grund-	
— Eisenschutz durch Anstrich.		— Neuartige selbsttätige Fein-		lage der Lichttechnik. Z. . .	19
Von Maaß	774	einstellung für Aufzüge. Von		— Die Technik der Schaufenster-	
— Ingenieur und Anstrichtech-		Ph. Giehler	1166*	beleuchtung. Von Putnok y.	
nik. Von P. Nettmann.	803*	— Grundlagen des Aufzugbaues.		B.	107
— Spritzpistole (Luftpinsel),		Von M. Paetzold. B. . .	1826	— Lichttechnik. Von Teich-	
Prüfvorrichtungen für		Ausbessern s. Betriebswissen-		müller (Chronik)	167
Spritzgeräte	805*	schaft.		— Unmittelbarer Einfluß des	
— Fachtagung für Anstrichtech-		Ausstellung. Der Pariser Auto-		Lichtes auf den menschlichen	
nik. Von Adrian	918	mobilsalon 1926. Von A.		Körper. Von A. Korff-	
— Anstreichmaschine für Bretter	1122*	Zoller. A.	115*	Petersen	236
		— Technische Messe Leipzig 1927	396*		

	Seite		Seite		Seite
Beleuchtung		Betriebswissenschaft		Brennstoff	
— Bautechnische und künstlerische Anforderungen an die Tagesbeleuchtung von Räumen. Von K. H. Fischer	236	— Fachsitzung Betriebstechnik	954	— Über den estländischen Ölschiefer „Kukkersit“. Von H. W. Klever und K. Mauch. B.	1448
— Tageslichtmessungen in Innenräumen. Von Hg. Frühling	236	— Wirtschaftsfragen der Massenfertigung. Von K. H. Schmidt. B.	1212	— Die Brennstoffe. Von E. Kothny. B.	1480
— Ergänzung und Ersatz des Tageslichtes durch künstliches Licht. Von H. Lux.	236	— Fließende Fertigung. Von H. L. Mittelstaedt. B.	1212	Brikett s. a. Gießen, Pressen.	
— Gute Beleuchtung von Arbeitsplätzen	335*	— Zeitstudien. Von H. Freund. B.	1212	— Die Brikettfabrik bei Yallourn, Victoria, Australien. Von F. W. Foos. A.	223*
— Leuchtfeuer für Fluglinien und Flugplätze	655*	Bewässerung s. a. Wehr.		— Preßlinge aus Eisenerzen	466
— Herstellung der Glühlampenkolben auf rein maschinellen Wege. Von A. Karsten. A.	1227*	— Ein neuer Schwingregner. Von Krauß	496*	— Die Veredlung der Braunkohle zum Brikett und die für die Trocknung zu beachtenden Grundlagen und Einrichtungen. Von Frerichs	933
— Spiegelbeleuchtung. Von J. Teichmüller. A.	1587*	— desgl. Von A. Horten	497	Brinnel s. Härte.	
Benson s. Hochdruckdampf.		Bibliographie s. Gesundheitswesen.		Brücke s. a. Statik.	
Benzin s. Brennstoff.		Bleichen. Thorne-Bleichanlage für hochkonzentrierte Bleiche	588*	— Internationale Tagung über neuzeitliche Fragen des Brücken- und Hochbaues. Von Kleinlogel	67
Beregnung s. Bewässerung, Landwirtschaft.		Blitzschutz s. Unfallverhütung.		— Brücken und Baukonstruktionen. Von K. Bernhard (Chronik)	131
Bergbau s. a. Aufbereitung, Fördermaschine, Geologie, Graphit, Lager- und Ladevorrichtung, Messen, Tiefbohren, Versuchsanstalt, Wasserhaltung.		Block s. Walzwerk.		— Die Delawarebrücke in Philadelphia. Von R. Bernhard. A.	145, 422, 857*
— Bergbau. Von Heise, Herbst. (Chronik)	60	Brandschutz s. Dynamomaschine, Feuerschutz.		— Normale Kabelschelle	147*
— Schieferbrechmaschine	106	Braueri. Illustriertes Braueri-Lexikon. Von F. Hayduck. B.	307	— Die neue Eisenbahn-Elbbrücke bei Meißen. Von J. Karig	205*
— desgl. Z.	306	— Ultraviolette Licht in Brauereien	1074	— Klappbrücke mit zwei Fahrbahnen in New York	242
— Rohstoffförderung in Indien 1925	142	Braunkohle s. a. Brikett, Gas, Lager- und Ladevorrichtung.		— Die Eisenbahnbrücke über den Nil bei Dessuk	242
— Elektrisches Schürfen nach Schlumberger	235	— Die Normung im Bergbau unter besonderer Berücksichtigung des Braunkohlenbergbaues. Von Hannig	934	— Der Wettbewerb für die Hafenbrücke in Kopenhagen. A.	277*
— Südafrikanischer Bergbau 1926	337	— Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Von G. Klein. B.	1694	— Eisenbahn-Hubbrücke über die Maas in Rotterdam. Von F. L. Hartmann	326*
— Hauptaufgaben des deutschen Bergbaues	594	— Die Chemie der Braunkohle. Von E. Erdmann und M. Dolch. B.	1732	— Die neue Eisenbahnbrücke über die Elbe bei Hämerten. Von Zwach. A.	501*
— Maschinenmäßiger Bergeversatz. Von Prockat	930*	Brechen s. Hartzerkleinerung.		— Abbruch einer Eisenbahnbrücke in der Schweiz	613
— Die Entwicklung der Absetztechnik. Von Voigt	933	Bremse. Lenkbremsenanordnung bei Raupenschleppern	41*	— Die Gestaltung der Brücken. Von Schächterle	786
— Die nutzbaren Mineralien. Von B. Dammer und O. Tietze. B.	1040	— Unterdruckbremse von Badertscher, der Westinghouse-Bremsen-Gesellschaft für Kraftwagen	115*	— Brücke über den Hafen von Sydney	837, 1629
— Neue englische Versuchsstreckenanlage bei Buxton	1292	— Bremsfragen bei Güterzügen	968	— Studienreise in Amerika. Von de Thierry	963
— Grundzüge der Bergwirtschaftslehre. Von A. Dahms. B.	1310	— Die elektrisch gesteuerte Druckluftbremse	1048	— Kragträgerbrücke in Kalifornien	1038
— Die oberschlesische Montanindustrie. Von B. Knochenhauer. B.	1598	— Reibung zwischen Rad und Bremsklotz	1208*	— Brückenauswechslung ohne Unterbrechung des Verkehrs	1073
— Die Erzbergwerke Frankreichs nach dem Weltkriege. Von M. W. Neufeld	1790	— Perrot-Bendix-Bremse mit drei Bremsbacken, Unterdruck-Hilfsbremse von Dewandre für Kraftwagen	1679*	— Eisenbahnbrücke über den Mississippi	1106
Bergung s. Seerettungswesen.		Brennstoff s. a. Bäckerei, Braunkohle, Brikett, Düse, Gas, Kohle, Messen, Petroleum, Spiritus, Torf.		— Brückenzollennahmen bei der Delawarebrücke	1210
Beton. Der Eisenbetonbau. Von E. Mörsch. B.	210	— Brennstoffe. Von de Grahl. (Chronik)	61	— Die Gestaltung der Brücken. Von K. Schächterle. Textbl. 7 bis 10. A.	1213*
— Durchlaufende Eisenbetonkonstruktionen in elastischer Verbindung mit den Zwischenstützen. Von F. Kann. B.	308	— Brennstofffüllanlage für Kraftomnibusse	302*	— Kragträgerbrücke über den St. Lorenz-Strom	1242
— Die rationelle Bewirtschaftung des Betons. Von A. Agatz. B.	434	— Brennstoff und Verbrennung. Von D. Aufhäuser. B.	499	— Bridge architecture. Von W. J. Watson. B.	1243
— 30. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins	865	— Brennstoffanlage für Ölmaschinen	337	— Die Friedensbrücke zwischen Kanada und den Vereinigten Staaten von Amerika	1328
— Die Grundzüge des Eisenbetonbaues. Von M. Foerster. B.	1107	— Großanlage für ununterbrochenen Betrieb zur Gewinnung von Leichtbenzindämpfen aus Erdgas	459*	— Neue Hochbrücken über den Mississippi	1446
— Bewegungsfugen im Beton- und Eisenbetonbau. Von A. Kleinlogel. B.	1143	— Die Automobiltriebmittel des In- und Auslandes. Von E. Sedlacek. B.	535	— Hängebrücke über den Hudson	1446
— Ist Gußbeton wirtschaftlich? Von L. Baumeister. B.	1827	— Flüssige Brennstoffe. Von H. Jentzsch. B.	686	— Das Schätzen des Eigengewichtes von Fachwerkbrücken. Z.	1588
Betriebswissenschaft s. a. Arbeiter, Beleuchtung, Fließarbeit, Gießen, Holz, Kanal, Walzwerk.		— Railway fuel. Von E. McAuliffe. B.	872	— Mittels Lichtbogens geschweißte Eisenbahnbrücke	1663
— Die wissenschaftliche Betriebsführung in Reparaturwerkstätten. Von H. Kleinböhl. B.	243	— Leitfaden der Technologie der Brennstoffe. Von H. Strache und H. Ulmann. B.	969	— Eisenbahn-Hubbrücke mit neuartigem Antrieb	1694
— Zeitstudien bei Einzelfertigung. Von H. Kummer. B.	467	— Einführung in die chemische Technologie der Brennstoffe. Von E. Graefe. B.	1074	— Brücken mit eigenartiger Stützung der Rampen	1731
— Betriebstechnische Aufgaben in der Metallbearbeitung bei Kleinreihenfertigung. Von H. Ludwig. A.	841*	— Energievorräte und Energieausnutzung	1174	— Die erste Brücke über den Hudson bei New York mit 1,067 km weit gespannter Mittelöffnung. Von R. Bernhard. A.	1773*

	Seite		Seite		Seite
Buchführung. Selbstkostenberechnung in der Gießerei. Von E. Brüttsch. B.	371	Dampfkessel		Dampfturbine	
— Selbstkostenrechnung in Walzwerken und Hütten. Von J. M. Hermann und P. van Aubel. B.	403	— Zur Sicherheit des Dampfkesselbetriebes. — Die Widerstandsfähigkeit von Dampfkesselwandungen. B.	903	— Untersuchungen an neuzeitlichen mehrgehäusigen Dampfturbinen. Von E. Josse. A.	346, 419*
— Neue Gemeinkostenzahlen aus dem Maschinenbau	1018	— Krümmungen zylindrischer Kesselteile während des Betriebes	963	— 16 000 kW - Turbodynamo Bauart Stork-Erste Brünner, dreigehäusige Dampfturbine von Brown, Boveri & Cie., A.-G.	347, 419*
Bureaumaschine. Handbuch der Büromaschinen. B.	872	— Verhalten der Kesselbaustoffe im Betriebe	967*	— Hochdruck-Dampfturbinen für 90 at von Escher, Wyss & Cie.	445*
Chemie s. a. Kohle, Versuchsanstalt, Wage.		— Nachtrag zu den Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel	967	— Getriebedampfturbinen für hohe und höchste Drücke. Von H. Bauer. A.	595*
— International Critical Tables. Von E. W. Washburn. B.	211	— Versuchskessel für 120 at Betriebsdruck. Von E. Raisch und W. Koch	1070*	— Zoelly-Getriebeturbinen mit Leistungen bis zu 5000 kW bei 4500 Uml./min, Entnahme- und Gegendruckregelung	596*
— Theoretische Chemie. Von W. Nernst. B.	307	— V. Tagung des Allgemeinen Verbandes der Deutschen Dampfkessel - Überwachungsvereine. B.	1074	— Einfluß der Dampfnässe auf Dampfturbinen. Von J. v. Freudenreich. A.	664*
— Lehrbuch der physikalischen Chemie. Von J. Eggert. B.	307	— Einwalzen von Rohren in Kesselwände. Von P. Oppenheimer	1088*	— Leistungsversuche an einer 11 000 kW - Zoelly - Dampfturbine. Von A. Stodola. A.	747*
— Ambrohn-Festschrift der Kolloidchemischen Beihette. Von A. Frey und W. Ostwald. B.	500	— Höchstdruckkessel zur Erzeugung von Heißdampf	1210	— Eingehäuseturbine von 11 000 kW von Escher, Wyss & Cie.	747*
— Grundriß der anorganischen Chemie. Von C. Oppenheimer. B.	1664	— Schnelle Inbetriebnahme von Kesseln mit Rostfeuerung	1474	— Neue 60 000 kW leistende Dampfturbine	837
— Grundriß der organischen Chemie. Von C. Oppenheimer. B.	1664	— Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg. Von F. Münzinger. Taf. 9. Textbl. 34. A.	1855*	— Dampfverbrauch und thermodynamische Wirkungsgrade einer Gegendruckturbine. Von L. Neußel	866*
— Chemische Analyse kleinster Mengen. Von H. Dieterle. A.	1683*	Dampfkraft s. a. Hochdruckdampf, Messen.		— Die Schaltungsarten der Haus- und Hilfsturbinen. Von H. Melan. B.	871
Chemische Industrie s. a. Anstrich, Bleichen, Gas.		— Dampfkraftanlagen. Von Pauer (Chronik)	23	— Neue Groß-Turbodynamo	937
— Chemische Industrie. Von G. Bugge (Chronik)	99	— Kosten für die Kraftherzeugung bei verschiedenen Dampfdrücken	141	— Festigkeit halbkreisförmiger Platten und Dampfturbinen-Leiträder. Von Huggenberger. A.	949*
— Laugenbereitungsanlage der Lurgi-G. m. b. H.	586*	— Regelung und Ausgleich in Dampfanlagen. Von Th. Stein. B.	243	— Amerikas Dampfturbinenbau. Von E. A. Kraft. B.	1107
— Über den Bau und Bedienung von Destillier- und Rektifizierapparaten. Von H. Nehbel. B.	1695	— Kupplung von Kraftherzeugung und Heizung	493	— Verhalten von raschlaufenden Gegendruckturbinen bei Drehzahländerungen. Von K. Mauritz. B.	1175
Chrom s. Metallschutz.		— Schaltbilder im Wärmekraftbetrieb. Von W. Stender	830*	— 100 at-Dampfturbine für 6 at Gegendruck	1210
City s. Hochbau.		— Fachsitzung „Dampftechnik“	1133*	— Die Entwicklung der Dampfturbine. Von H. Wolf	1223
Dampf s. Dampfkessel, Dampfkraft, Dampfmaschine, Dampfspeicher, Dampfturbine, Hochdruckdampf, Mechanik.		— Kupplung von Kraft- und Heizwerken. Von Eberle	1133*	— Kleindampfturbine mit zwei Geschwindigkeitsstufen	1467
— Stand der amerikanischen Dampfforschung. Von M. Jakob	1435	Dampfleitung s. a. Rohr, Schieber, Wasserabscheider.		— Eine neue Ljungström-Turbodynamo	1694
Dampfkessel s. a. Feuerung, Heizung, Hochdruckdampf, Kohle, Lokomotive, Maschinenteil, Nieten, Schiffskessel, Thermometer, Überhitzer, Verdampfen, Vorwärmer, Wassereinigung.		— Flanschverbindung für Frischdampfleitungen der Allgemeinen Rohrleitungs A.-G., A. Borsig G. m. b. H., F. Seiffert & Co., A.-G.	1880*	— Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg. Von E. A. Kraft. Taf. 10. Textbl. 35 und 36. A.	1869*
— Adreßbuch der Dampfkesselbesitzer Deutschlands. Von Knochenhauer. B.	35	Dampfmaschine s. a. Regulator, Schiffsmaschine, Ventil.		— Düsenkästen der Hochdruckturbine, Vorwärmeturbine, Antriebsturbine der Kesselspeisepumpe des Großkraftwerkes Klingenberg	1872*
— Zugfestigkeit, Dehnung und Streckgrenze von Kesselrohren bei hohen Temperaturen und Drücken	106	— Wirkungsgrad und Leistungssteigerung von Gegendruckmaschinen. Von E. Praetorius. A.	189*	Dampfwagen s. Kraftwagen.	
— Ein neuartiger Dampferzeuger für gasförmige Brennstoffe	241	— Riesen-Gleichstrom-Dampfmaschinen	237*	Destillieren s. Chemische Industrie.	
— Betriebserfahrungen mit der Kohlenstauffeuerung bei Dampfkesseln	296	— Kleindampfmaschine mit einfacher Steuerung. Von M. Neitzel	284*	Diagramm s. Ofen.	
— 40at-Steilrohrkessel der Witkowitz Eisenwerke	443*	— desgl. Z.	460	Dieselmotor s. Verbrennungsmaschine.	
— Bestimmungen über Anlegung und Betrieb der Dampfkessel. Von H. Jaeger. B.	499	— Gleichstrom - Dampfmaschine mit Öldrucksteuerung	1038	Dock. Gladstone-Dock in Liverpool.	1106
— Höchstdruckkessel, Bauart Benson für 10 t/h Dampf	660*	— Die Kolbendampfmaschine als neuzeitliche Kraftmaschine. Von J. Kluitmann. A.	1601*	Draht s. a. Seil, Walzwerk.	
— Wasserumlaufuntersuchungen von Völcker an Modellkesseln. Von Berner	709*	— Kolbendampfmaschinen mit vereiniger Leistungs- und Entnahmeregulierung von Hartmann, Starke & Hoffmann, A. Borsig, Ames-Iron-Works	1605*	— Über die Biegefähigkeit von Seildrähten. Von H. Sieglerschmidt	517*
— Dampfkessel für Großkraftwerke mit besonderer Berücksichtigung des Großkraftwerkes „Klingenberg“. Von F. Münzinger	752*	Dampfspeicher s. Mechanik, Wärmespeicher.		Drahtseil s. Seil.	
		Dampfturbine s. a. Lokomotive, Materialkunde, Öl, Schiffsmaschine, Stopfbüchse, Überhitzer, Versuchsanstalt.		Drahtseilbahn s. a. Lager- und Ladevorrichtung.	
		— Neue Schaufelung für Überdruckturbinen. Z.	72	— Personen - Seilschwebbahnen, Bauart Bleichert-Zuegg, mit besonderer Berücksichtigung der Zugspitzenbahn. Z.	100
				Drehen s. Werkzeugmaschine.	
				Drehleiter s. Feuerschutz.	

	Seite		Seite		Seite
Druckerei. Das Gesamtgebiet des Offsetdruckes. Von E. T. Biller. B.	211	Eisenbahnwagen		Elastizität	
Druckluft s. a. Aufbereitung, Bremse, Hammer, Werkzeug.		— Speisewagen der Atchison, Topeka und Sa.-Fé-Bahn . .	708	— Die Kraftfelder in festen elastischen Körpern und ihre praktische Anwendung. Von Th. Wyss. B.	1343
— Preßluftanlagen. B.	1310	— Neue Schlafwagen in England	1142	— Die Festigkeitsaufgabe und ihre Behandlung. Von M. Enßlin. A.	1486, 1612*
Düse. Brennstoffdüse des Viertakter-Viertaktmotors Bauart Dörner	782*	— Amerikanische Aussichtswagen	1731	— Innere Spannungen in Metallen. Von G. Sachs. A.	1511*
— Neue Messungen der Durchflußzahl von Düsen	1038	— Schlafwagen aus Stahl der Internationalen Schlafwagen-Gesellschaft. Von K. Bethge	1818*	— Die Bedeutung des Gleit- und Reißwiderstandes für die Werkstoffprüfung. Von P. Ludwik. Textbl. 17 und 18. A.	1532, 1613*
— Einspritzdüse für kompressorlose Viertakt-Dieselmotoren, verschiedene Düsenbauarten, gekühlte Düsen vom Jahr 1923 und vom Jahr 1926	1083*	Eisenbau s. a. Brücke.		— Festigkeitslehre. Von A. Föppl. B.	1552
— Eine neue Breitstrahldüse. Von F. Stritter	1408*	— Der Berliner Funkturm. Von R. Bernhard	399*	— Die Kinematik der plastischen Formänderungen. Von Nádai.	1612
Dynamomaschine. Lehrbuch der Elektrodynamik. Von J. Frenkel. B.	641	— Ankerturm für Luftschiffe	433	— Zur Theorie der zylindrischen Schalen und Bogenträger. Von Pöschl	1702
— Die elektrischen Maschinen. Von M. Liwischitz. B.	614	— Modelle für Eisenkonstruktionen	675*	— Manuel of the endurance of metals under repeated stress. Von H. F. Moore. B.	1763
— Stromzeuger-Brandschutz	836*	— Der Eisenbau. Von L. Vianello. B.	1039	— Innere Verluste periodisch belasteter Körper	1804
— Brandschutz bei großen halbgeschlossenen Drehstromerzeugern	894*	Eisenbeton s. a. Beton.		Elektrische Bahn s. a. Elektromotor, Heizung, Kupplung, Lager, Lokomotive, Tunnel, Wärmespeicher.	
— Elektrische Maschinen aus geschweißtem Stahl	1073	— Il cemento armato nelle costruzioni civili ed industriali. Von B. Santarella. B.	1763	— Der elektrische Betrieb auf der Bahn Paris—Orléans	70
— Ein Riesen-Drehstromerzeuger	1207*	— Bemessungstabellen für Eisenbetonkonstruktionen. Von P. Gödel. B.	1795	— Elektrische Zugförderung. Von Wechmann (Chronik)	133
— Stahl und Eisen im Elektromaschinenbau. Von F. László. A.	1539	Eisenhüttenwesen s. a. Brikett, Buchführung, Elektrische Eisenerzeugung, Elektrizitätswerk, Gasreinigung, Gießen, Hochofen, Ofen, Rohr, Säge, Versuchsanstalt, Wärme, Walzwerk.		— Die Rheinisch-Westfälische Städtebahn Köln—Dortmund. Von E. Giese. B.	435
— Lichtmaschine für Kraftwagen mit Stromregelung durch dritte Bürste, mit Spannungsregler nach Tirill	1705*	— Blöcke und Kokillen. Von A. W. Brearley und H. Brearley. B.	35	— Die Untergrundbahn in Madrid	498
— Elektrische Maschinen aus geschweißtem Walzeisen. Von Lewinnek	1760*	— Eisenhüttenwesen. Von Diepschlag (Chronik)	62	— Verbesserungen bei der Hamburger Hochbahn. Von W. Mattersdorff. A.	689*
— Die Stromerzeuger des Großkraftwerkes Klingenberg. Von Pohl. A.	1888*	— Wärmewirtschaft im Eisenhüttenwesen. Von M. Schlipköter. B.	143	— Der elektrische Betrieb auf der französischen Südbahn	1210
Eisenbahn s. a. Bahnhof, Bremse, Brennstoff, Brücke, Eisenbahnoberbau, Eisenbahnwagen, Elektrische Bahn, Elektrotechnik, Fähre, Geschichte, Haken, Holz, Jubiläum, Lokomotive, Schifffahrt, Signal, Tunnel, Unfall, Wage.		— Über unsere Kenntnisse vom Siemens-Martin-Ofen. Von E. Herzog	172	— Der elektrische Betrieb der Eisenbahnen. Weltkraftkonferenz Basel 1926. Von W. Wechmann	1369
— In Mittelasien geplante Eisenbahnlinie	370	— Erhöhung der Wirtschaftlichkeit in den technischen Betrieben der Großeisenindustrie. Von K. Rummel. B.	179	— Elektrische Zugförderung bei der Great Northern-Eisenbahn. Von Günther	1594*
— Indische Eisenbahnfragen	466	— Roheisen- und Rohstahlerzeugung in Deutschland, Frankreich und in den Vereinigten Staaten von Amerika 1926	210	— Plan einer Verbindungsbahn von Graubünden nach dem Tessin	1597
— Konjunktur und Eisenbahngüterverkehr. Von P. Krebs. B.	535	— Eisen- und Stahlwerk am Hafen von Sagunto, Spanien. Von H. Illies	711*	— Kritische Betrachtungen zur Frage der Rheinisch-Westfälischen Städtebahn. Von G. Kemmann. B.	1630
— Die Sahara-Eisenbahn	713	— Eisen- und Stahlindustrie in Chile	1309	— Dielelektrischer Eisenbahnzug	1663
— Das deutsche Eisenbahnenwesen der Gegenwart. Von Hoff, Kumbier und Anger. B.	904	— Die unmittelbare Erzeugung des Eisens. Von M. H. Kraemer	1327	— Wechselstrom-Triebwagen für Bayern	1820
— Schweizerische Bahnbauten 1926	968	— Archiv für das Eisenhüttenwesen. B.	1552	Elektrische Eisenerzeugung. Metallurgie des Hochfrequenzofens. Von E. Körber	172
— Die indischen Eisenbahnen	1233	— Stahl und Eisen und die deutsche Wirtschaft. Von Vögler	1625	— Die Elektroofen-Anlagen in den Vereinigten Staaten von Amerika	210
— Eisenbahnen und andere Verkehrswege in Kolumbien. Von Randzio	1234*	— Roheisen für die Herstellung von Kokillen. Von Steck	1799	— Hochfrequenzöfen zum Schmelzen von Stahl	242
— Zunahme des Anlagekapitals bei den Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Amerika	1278	Eisenschutz s. Anstrich, Metallschutz.		— Neuzzeitliche Entwicklung des Elektroofens im Eisenhüttenbetrieb unter besonderer Berücksichtigung des Lichtbogen-Hochleistungs-ofens. Von R. Groß. A.	1098*
Eisenbahnoberbau. Der neue Oberbau der Deutschen Reichsbahn und der Oberbau der Gruppe Preußen. Von G. Wulfert. B.	403	Elastizität s. a. Dampfkessel, Dampfmaschine, Kette, Rohr, Seil, Stahl.		— Bewegliche Elektrodenabdichtung an Siemens-Elektroden	1098*
— Hochofenstüchschlacke als Gleisbettungsstoff	1510	— Die Vorgänge nach der Überschreitung der Fließgrenze in verdrehten Eisenstäben. Von W. Bader und A. Nádai. A.	317*	— Der Fiat-Ofen in der Stahlformgießerei. Von E. Widdel	1785*
Eisenbahnwagen s. a. Heizung, Kipper, Kupplung, Lager, Lager- und Ladevorrichtung.		— Versuche über den Spannungszustand genieteter Stäbe	421*	Elektrisches Nachrichtenwesen s. a. Fernsprecher, Loten, Signal.	
— Güterwagen mit großer Tragfähigkeit	70	— Festigkeit von umlaufenden kegeligen Scheiben	1063	— Fernseher mit Oszillograph	52
— Nachschleifen von Radreifen unter dem Wagen	121	— Kreisplatte mit Rippenstern. Von M. Schilhansl. A.	1154*	— Bildrundfunk. Von A. Korn und E. Nesper. B.	72
— Zweiseitenkipper, Bauart Ochsen	367*	— Der Zugversuch am Flachstab. Von Fiek	1172*		
— Eiserne Speisewagen	498	— Stülp- und Kipperscheinungen bei elastischen Ringen. Von R. Grammel	1332		

	Seite		Seite		Seite
Elektrisches Nachrichtenwesen		Elektrizitätswerk		Elektrotechnik	
— Elektrisches Nachrichten-		— Halbbewegliche Freiluft-Unter-		— Aufgaben aus der Elektro-	
wesen. Von C. W. Kollatz		stationen	1038	technik. Von R. Mayer. B.	1243
(Chronik)	135	— Die elektrischen Einrichtungen		— Aufgaben und Ziele der Hoch-	
— Die neuesten Fortschritte der		für den Eigenbedarf großer		spannungselektrotechnik. Von	
elektrischen Bildübertragung.		Kraftwerke. Von F. Titz.		E. Marx. A.	1323*
Von C. W. Kollatz. A.	227*	B.	1175	— Elektro - Wärmeverwertung.	
— Verfahren von Dieckmann,		— Wirtschaftliche Beziehungen		Von R. Kratochwil. B.	1379
Korn, Ranger, Jenkins	227*	zwischen hydraulisch erzeug-		— Trockenprüfmaschine für iso-	
Radio-Technik. Von J. Herr-		barer und thermisch erzeug-		lierte elektrische Leitungen.	
mann, W. Bloch und H.		barer elektrischer Energie.		Von Parey	1547*
Saacke. B.	715	Weltkraftkonferenz Basel 1926.		— Die Nichteisenmetalle in der	
— Rundfunkstörung vermeiden-		Von D. Thoma	1284*	Elektrotechnik. Von W. Wun-	
der. Stromabnehmer. Von Zer-		— Spitzendeckung in Großkraft-		der. A.	1548*
kowitz	869*	werken. Von J. Ruths	1339	— Die festen Isolierstoffe der	
— Die Kurzwellensender von		Das Neches-Kraftwerk	1446	Elektrotechnik. Von W. De-	
Nauen	1052	— Bedeutende Erweiterung des		muth. A.	1561*
— Die physikalischen Grund-		Huntley-Kraftwerkes	1694	— Einheitliche Wechselstrom-	
lagen, die Konstruktion und		— Die Stromversorgung Moskaus		frequenz in England	1663
die Schaltung von Spezialemp-		und des Moskauer Industrie-		— Hochspannungsanzeiger	1755*
fängern für den Rundfunk.		gebietes. Von A. Brauner	1729*	— Der elektrische Teil des Groß-	
Von H. Wigge. B.	1480	— Statistik für das Jahr 1926. B.	1764	kraftwerkes Klingenberg. Von	
— Taschenbuch der drahtlosen		Das Großkraftwerk Klingen-		Probst. Textbl. 37 und 38. A.	1890*
Telegraphie und Telephonie.		berg. Von M. Rehmer. A.	1829*	Emaillé. Emaillieranlage einer	
Von F. Banneitz. B.	1598	— Die Richtlinien für den Ent-		amerikanischen Herdfabrik	1378
— Steuerung von Elektronen-		wurf des Großkraftwerkes		Energiewirtschaft. Austausch	
strömen in Quecksilberdampf-		Klingenberg. Von R. Troe-		elektrischer Energie zwischen	
entladungen. Von E. Lücke	1623	ger. Taf. 7 und 8. A.	1831*	Ländern. Von R. Haas	359
— Selbsttätiger Anruf für Funk-		— Wirtschaftlichkeit des Groß-		— Verwertung von Abfall- und	
telegraphie	1639	kraftwerkes Klingenberg. Von		Überschubenergie. Von de	
— Mit Netzstrom geheizte Röh-		R. Troeger. A.	1902*	Grahl. B.	403
ren. Von Noack	1688	Elektrizitätswirtschaft s. a. Ener-		— Österreichs Energiewirtschaft.	
— Der piezoelektrische Quarz in		gie-wirtschaft.		Von J. Ornig. B.	686
der Hochfrequenztechnik. Von		— Elektrizitätswirtschaft. Tag-		Entnebeln s. Lüftung.	
M. Zorn	1722*	ung des Zentral-Verbandes		Entsanden s. Wasserreinigung.	
Elektrizitätswerk s. a. Dampfkessel,		der Elektrotechnischen Indu-		Erdbeben s. Hochbau.	
Dampfkraft, Dampftur-		strie	527*	Erddruck s. Gründung.	
bine, Dynamomaschine, Elek-		— desgl. Z.	685	Erdgas s. Brennstoff, Gas.	
trizitätswirtschaft, Hochdruck-		— Die deutsche Elektrizitätswirt-		Erdöl s. Petroleum, Wasserhal-	
dampf, Kraftübertragung, Pum-		schaft. Von G. Dehne. B.	871	tung.	
pe, Verbrennungsmaschine,		Elektrolyse s. Metallschutz.		Erfindung s. a. Geschichte.	
Wasserbau, Wehr.		Elektromotor s. Lager, Schalter.		— Erfinden und Konstruieren.	
Elektrizitätswerke und Kraft-		— Motoren ohne Tatzenlager für		Von J. Meyer. B.	1005
übertragung. Von Zipp		elektrische Triebwagen. Von		Erz s. Aufbereitung, Brikett, Lager-	
(Chronik)	28	Günther	272*	und Ladevorrichtung.	
— Die Großwasserkraftanlage am		— Die wirtschaftliche Regelung		Fabrik s. a. Arbeiter, Beleuch-	
Shannon	30*	von Drehstrommotoren durch		tung, Betriebswissenschaft,	
— Wasserkraftwerk Tremorgio		Drehstrom-Gleichstrom-Kaska-		Fließarbeit, Gesundheitswesen,	
in Oberitalien	433	den. Von H. Zabransky.		Hebezeug, Holz, Jubiläum,	
— Erzeugung und Verbrauch		B.	499	Kraftwagen, Lager- und Lade-	
elektrischer Energie in Nord-		Elektroofen s. Elektrische Eisen-		vorrichtung, Wärmespeicher,	
amerika im Jahre 1926	209	erzeugung		Zement.	
— Betriebserfahrungen beim		Elektrotechnik s. a. Bergbau,		— Fabrikbetrieb und Fabrik-	
Trenton-Kanal-Kraftwerk	209	Braueri, Dynamomaschine,		organisation. Von Fr.	
— Das Wermut- und das Lün-		Elektrische Bahn, Elektrische		Meyenberg (Chronik)	95
seewerk	306	Eisenerzeugung, Elektrisches		— Die Umstellung eines 50 Jahre	
— Das Walchenseewerk. Von A.		Nachrichtenwesen, Elektrizität-		alten Textilunternehmens auf	
Menge. A.	327*	swerk, Elektrizitätswirt-		fließende, zeitgemäß richtige	
— Erfolgreicher Kraftwerkbe-		schaft, Elektromotor, Energie-		Fertigung. Von G. Schle-	
trieb	337	wirtschaft, Fernsprecher, Iso-		singer. A.	1417, 1459*
— Neuzeitliches Hüttenkraftwerk		lieren, Kabel, Kochen, Kraft-		Fachsitzung s. Anstrich, Betriebs-	
Neues Wasserkraftwerk am		übertragung, Kraftwagen,		wissenschaft, Dampftechnik,	
Susquehanna-Fluß	402	Kunsthartz, Landwirtschaft,		Getriebe, Maschinenteil, Tech-	
— Kohlenstaub-Aufbereitung und		Materialkunde, Messen, Öl,		nische Lehranstalt, Verbren-	
Kesselhaus im East-River-		Ofen, Papier, Porzellan, Preis-		nungsmaschine, Verein deut-	
Kraftwerk, New York. Von		ausschreiben, Schalter, Seil,		scher Ingenieure, Wärme.	
E. Schulz	464*	Steatit, Steinzeug, Straßen-		Fachwerk s. Statik.	
— desgl. Z.	613	bahn, Tiefbohren, Transfor-		Fähre. Neue Eisenbahnfähre in	
— Landes - Elektrizitätswerke.		mator, Trocknen, Unfall, Un-		Japan	273
Von A. Schönberg und		fallverhütung, Versuchsanstalt,		— Große Motorfähre	370
E. Glunck. B.	499	Werkzeugmaschine, Zündung.		— Hochseefährschiff „Schwerin“.	
— Die Maschinenanlage des Was-		— Elektrische Maschinen und Ge-		Von Höfinghoff und	
serkraftwerkes Wolchow	670	räte. Von P. Reinisch		Stuhr. Taf. 1 und 2. Textbl.	
— Wasserkraft-Speicheranlage an		(Chronik)	28	5 und 6. A.	1077*
der Zschopau	685	— Jahresversammlung der Deut-		— Hauptspant, Deckpläne,	
— Pump-Speicherkraftwerk		schen Gesellschaft für tech-		Querschnitte	1079*
Niederwartha bei Dresden, das		nische Physik in Düsseldorf		Farbe s. Anstrich.	
größte Speicher - Kraftwerk		1926. Von H. Simon	400	Faserstoff s. a. Bleichen, Lager-	
der Welt	837, 938	— Der Eisenbahn - Elektrotech-		und Ladevorrichtung, Papier,	
— Die größte Dampfkraftanlage		niker. Von W. Wechmann.		Schleuder, Technische Lehran-	
in Ostasien	902	B.	715	stalt, Waschen.	
— Pump - Speicherkraftwerk		— Einführung in die Elektrizität-		— Faserstoffindustrie. Von Mauz	
Hengstey	937	säftslehre. Von R. W. Pohl.		(Chronik)	98
— Städtische Elektrizitätsversor-		B.	1107	— Die Kunstseide. Von F.	
gung in Südafrika mit beson-		— Der phasenverschobene Strom.		Rheinthalers. B.	107
derer Berücksichtigung Kap-		Von R. F. Falk. B.	1108		
stadts. Von H. Bohle. A.	955*	— Hochspannungstechnik. Von			
		A. Roth. B.	1243		

	Seite		Seite		Seite
Faserstoff		Feuerung s. a. Härten, Kohle, Ofen, Rauchverhütung, Wärme.		Fraunhofer s. Geschichte, Lebensbeschreibung.	
— Fortschritte der Webereimaschinen-technik. Von J. Walther. A.	324*	— Verbesserung der Verbrennung durch Luftzufuhr oberhalb des Rostes	306	Fundament s. Maschinengründung.	
— Kettenfadenwächter von Auerbach, Schiebeschützenkasten-Wechsel von Otto, Sondervorrichtungen am Gabler-Webstuhl	324*	— Verbrennungsgeschwindigkeit und Gasgleichgewicht. Von W. Allner. A.	411*	Funktechnik s. Elektrisches Nachrichtenwesen.	
— Die Kunstseide. Von V. Hottenroth. B.	614	— Dampfkessel mit Kohlenstaubfeuerung der Combustion Eng. Co., Brunnen-Kohlenstaubfeuerung der Fuller-Gesellschaft	440*	Galvanotechnik s. Metallschutz.	
— Überblick über die bauliche Entwicklung der Webemaschinen. Von R. Roßmann. A.	973*	— Ein neuer Rost für kleine Kesselanlagen	466	Gas s. a. Gasreinigung, Härten, Koks, Mechanik, Ofen, Rohr, Schneiden, Torf, Ventil.	
— Die Anforderungen der Textilindustrie an ihre Werkstoffe. Von G. Krauter und H. Vollprecht. A.	1053	— Selbsttätige Feuerungsreglung. Von Th. Stein. A.	802, 1777*	— Gasindustrie. Von R. Geipert (Chronik)	100
— desgl. Z.	1631	— Wirtschaftlichkeit der Braunkohlen-Staubfeuerung. Von Rosin	933	— Betriebsergebnisse bei der Verschwelung griechischer Braunkohle	114
— Über die geschichtliche Entwicklung der Wollkämmaschine und ihre technologische Arbeitsweise. Von H. R. Wolf. B.	1279	— Kohlenstaubfeuerung für Schiffe	1132	— Die Vergasung von Steinkohle und Koks. Von Ruß	304
— Textilmaschinen. Von P. Beckers. B.	1279	— Selbsttätige Temperaturregung. Von K. Kabler	1205*	— Erdgasvorkommen in Südf Frankreich	395
— Die Umstellung eines 50 Jahre alten Textilunternehmens auf fließende, zeitgemäß richtige Fertigung. Von G. Schlesinger. A.	1417, 1459*	— Selbsttätige Feuerungsregelung im Port Morris-Kraftwerk	1378	— Wärmeverlauf in einer neuzeitlichen Generatorgasanlage, in einer Schwelanlage	438*
— Technologie der Textilfasern. 2. Bd.: Die Spinnerei. Von A. Lüdicke. B.	1448	— Zentralisierte selbständige Feuerungsregelung	1793	— Die Abscheidung und Gewinnung von Gasen und Dämpfen mittels aktiver Kohle. Von G. Müller. A.	457*
— Kunstseide. Von R. O. Herzog. B.	1598	— Wellmannscher Schlackenfänger, Flugaschenapparat von Rothstein	1852*	— Selbsttätige Stochvorrichtung für Gaserzeuger mit rundem Querschnitt. Von R. Möller	682*
— Bandwebstühle. Von W. Krumme. A.	1640*	— Kohlenstaubbrenner der Kohlen-Scheidungs-gesellschaft, Träger in der Kesselstirnwand und über der Feuer-raumdecke, Entwurf der AEG	1862*	— Lade-Stoßmaschine für kleinere Gaswerke	1034*
— Bandwebstuhl mit Schaftmaschine, Harnisch, Verdolmaschine	1641*	Fischerei s. Schiff.		— Kohlenvershwelung in England	1106
— Wirkerei und Strickerei. Von R. O. Herzog. B.	1827	Flansch s. Rohr.		— Neues auf dem Gebiet der Gaserzeugung mit Hilfe der Tieftemperaturtechnik. Von R. Linde	1305
Feder. Prüfung von Fahrzeugfedern. Von G. Gerber. A.	1521*	Flasche. Versuchsanordnung für die Prüfung der Sicherheit eines Füllstoffes für Azetylenflaschen durch Innenzündung	521*	— Gaserzeugung mit Gewinnung von Nebenerzeugnissen in einem Kupferwerk	1309
— Federprüfmaschine	1522*	Fliebarbeit. Fliebarbeit eine neue Form der Betriebstechnik. Von O. Kienzle. A.	309*	— Erzeugungs- und Verteilungskosten des Gases. Von Schumacher	1405
— Die Herstellung der Blattfedern. Von T. H. Ganders. B.	1664	— Fliebarbeit im deutschen Maschinenbau	313	— Anforderungen an die Gleichmäßigkeit des Gases. Von Bunte	1405
Feinmechanik s. a. Büromaschine, Nieten, Pressen.		— Das Wesen der Fliebarbeit, ihre wirtschaftlichen Voraussetzungen und Ziele. Von Lohse	494	— Der Stand der Ferngasversorgung. Von Müller.	1405
— Feinmechanik. Von Richter (Chronik)	96	— Von der Reihenfertigung zur Fliebarbeit. Von G. Prachtl. B.	871	— Der Stand der Normung für das Gas- und Wasserfach. Von Wahl	1406
— Fertigungsarten der Massenerstellung in der Feinmechanik. Von E. Dinse	127*	Fließgrenze s. Elastizität.		— Die Schwelung von Braun- und Steinkohle. Von A. Thau. B.	1630
Fernheizwerk s. Heizung.		Flotation s. Aufbereitung.		— Handbuch der Kokerei. Von W. Glud. B.	1731
Fernleitung s. Kraftübertragung.		Flotte s. Schifffahrt.		— Steinkohlenschwelung nach Turner und Plabmann	1783*
Fernsehen s. Elektrisches Nachrichtenwesen.		Flüssigkeitsgetriebe s. Getriebe.		— Schwelöfen für Ölschiefer	1808
Fernsprecher. Schnurloses Fernamt	745*	Flugmotor s. Verbrennungsmaschine.		Gasreinigung. Die Abscheidung von Hochofengichtstauben. Z.	180
— 50 Jahre Fernsprecher in Deutschland. Von Feyerabend	1338	Flugzeug s. Luftfahrt.		— Elektrische Gasreinigung in Amerika	613
— Der Stand der Fernsprecherei. Von P. Riemenschneider. A.	1770*	Flußregulierung. Der Mississippi und seine Hochwasser. Von R. Seifert. A.	1041*	Gebläse s. a. Kompressor, Verbrennungsmaschine.	
Festschrift. Festgabe C. von Bach zum achtzigsten Geburtstag. B.	1005	Fördermaschine. Die Schachtfördermaschinen. Von F. Schmidt und E. Förster. B.	1343	— Schleudergebläse. Von H. R. Karg. B.	614
Feuerschutz s. a. Dynamomaschine, Kraftwagen, Luftfahrt, Zahnrad.		Formmaschine. Großrüttler. Von U. Lohse. A.	109*	Generator s. Gas.	
— Starre Feuerlöscheinrichtungen. Von J. Brandl	835*	— Formmaschine der Badischen Maschinenfabrik Durlach, Arbeitsweise, Einstanderrüttler von G. Zimmermann, Rüttelformmaschine von Leber & Bröse, Zugrüttler Bauart Hainholz	109*	Geologie s. a. Physik.	
— Feuerwehr-Drehleitern mit Kraftantrieb. Von Heinrichs. A.	941, 1023*	— desgl. Z.	241	— Geologische Untersuchung des kohlenführenden Tertiärs Antioquias. Von E. Grosse. B.	1280
— Öldruckschaltgetriebe für die maschinelle Seiteneinstellung bei Magirus, für die Kippisierung bei Metz	1024*	Formsand s. Gießen, Sieb.		Gerichtsentscheidung s. Gesetz, Schiedsgericht.	
— Kohlensäure-Feuerschutz in Amerika. Von H. v. Leszel	1308*	Forstwirtschaft s. Holz.		Geschichte s. a. Aluminium, Dampfmaschine, Faserstoff, Fernsprecher, Lebensbeschreibung, Lokomotive, Materialkunde, Museum, Patenwesen, Seil, Turbine, Verein, Wasserbau, Zahnrad.	
— Selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen. Von J. Brandl	1761*	Fräsen. Steuerung der Tischbewegung bei der Fräsmaschine von Max Hasse & Co., Senkrechtfräsmaschine von J. E. Reinecker	822*	— Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Von C. Matschoß. B.	178
— Kohlensäure-Löscheinrichtung von Walther & Co.	1886*			— Joseph Fraunhofer und sein optisches Institut. Von A. Seitz. B.	211

	Seite		Seite		Seite
Geschichte		Gießen		Gründung s. a. Maschinengrün-	
— Bahnbrechende Erfindungen		— Kuppelofen mit Kohlenstaub-		— dung, Mechanik.	
in Amerika und Europa. Von		Zusatzfeuerung. Von U.		— Erddruck, Erdwiderstand und	
W. Kaempffert. B.	243	Lohse	233*	— Tragfähigkeit des Baugrundes.	
— Hundertjahrfeier der Balti-		— desgl. Z.	466	Von H. Krey. B.	686
more- und Ohio-Bahn.	1762	— Herstellung einer ungewöhn-		— Der Grundbau. Von O. Fran-	
Geschiebe s. Wasserbau.		— lich großen Kokille	402	— zius. B.	1176
Geschwindigkeitsmesser s. Messen.		— Das Formen und Gießen von		— Fundament der Haupttur-	
Gesenk. Erhöhung der Lebens-		Metallen, Eisen und Stahl.		binen des Großkraftwerkes	
dauer von Gesenken für Mess-		Von M. Escher. B.	403	Klingenberg	1845*
ing. Von A. Aronheim	300	— Schrotpräbllinge für den Kup-		Gummi. Kautschuk als Werk-	
— Gesenkverschleiß und Stahl-		pelofen	433	— stoff. Von A. Schob. A.	553*
frage in der Warmpresserei.		— Tempergußerzeugung in den		— Fortschritte in der Kautschuk-	
Von W. Spitzner	834*	Vereinigten Staaten von Ame-		Technologie. Von F. Kirch-	
Gesetz. Kurzgefaßtes Lehrbuch		rika	434	hof. B.	970
für das wichtigste Reichs-		— Formstoff- und Formenprü-		— Die Rohgummiaufbereitung.	
recht. Von H. Nehse. B.	687	fung. Von Lohse	543*	Von W. C. G. Mewes	1254*
— Die Kraftfahrzeuggesetzgebung.		— Die Veredlung des Gußeisens.		Gußeisen s. Gießen, Material-	
Von L. Lechner. B.	904	Von U. Lohse. A.	562	kunde.	
Gestein s. Stein.		— Refa-Mappe für Gießerei-		Gyrotektor s. Messen.	
Gesundheitswesen s. a. Abwässe-		wesen Von H. Tillmann.			
rung, Beleuchtung, Heizung,		B.	903		
Lüftung, Müll, Rauchver-		— Handbuch der Eisen- und			
hütung, Wasserreinigung.		Stahlgießerei. 2. Bd.: Formen			
— Gesundheits- Ingenieurwesen.		und Gießen. Von C. Irres-			
Von Schiele (Chronik)	167	berger. B.	970		
— Übersicht über das in den		— Ein neues Formsandprüfver-			
Jahren 1911 bis Anfang 1924		fahren. Von Reitmeister	1033		
erschienene Schrifttum auf		— Der Kuppelofen in Theorie			
dem Gebiete der Lufthygiene.		und Praxis der letzten Jahr-			
Von R. Weldert. B.	308	zehnte. Von Mathesius	1033		
— Gesundheitstechnische Anla-		— Die Beziehungen zwischen			
gen im Fabrikbetriebe. Von		Formart und Festigkeitseigen-			
H. Müllenbach und E.		schaften bei Metallguß			
Keller. B.	308	über das Naßform-Gußverfah-			
— Schwinggerät für medizinische		ren. Von W. Claus	1033		
Zwecke. Von H. J. Günther	1341*	— Die Verbrennungsvorgänge im			
— desgl. Z.	1812	Kuppelofen und ihre Beein-			
Getriebe s. a. Zahnrad.		flussung durch die Kohlen-			
— Die Getriebekinetik als		staub - Zusatzfeuerung. Von			
Rüstzeug der Getriebedynamik.		Bardenheuer	1033		
Von F. Proeger. B.	71	— Die Bedeutung der Normen-			
— Tagung für Getriebelehre.		bewegung für die Gießereien.			
Von Adrian	163*	Von Mehrrens	1033		
— Gelenkmechanismen und Kur-		— Der Spritzguß und seine An-			
ventriebe. Von Alt	163	wendung. B.	1074		
— Vorteilhafte Konstruktions-		— Grundfragen für Rationalisie-			
verfahren im Getriebebau auf		rung und Fließarbeit im deut-			
Grund der Übersetzungsprü-		sehen Gießereiwesen. Von			
fung. Von Doerfel jun.	163	Heidebroek	1104		
— Anwendung dynamischer		— Sandverdichtung und Sand-			
Kraftpläne in der Getriebe-		festigkeit unter besonderer			
lehre. Von Pöschl	164*	Berücksichtigung neuerer Form-			
— Theorie und Anwendung von		verfahren. Von Keßner	1104		
Gelenk-Geradföhrungen. Von		— Gußputzverfahren in ihrer			
Hoeken	164	Entwicklung bis zur Gegen-			
— Über räumliche kinematische		wart. Von Sipp	1104		
Ketten kleinster Gliederzahl.		— Schleuderguß-Stahlblöcke	1106		
Von Gröbler	165	— Gußeisen mit flüssigem Roh-			
— Flüssigkeitskupplung für Die-		eisenzusatz	1242		
sellokomotiven von Rosen	389*	— Gesunder Guß. Von E.			
— Versuche an einem Flüssig-		Kothny. B.	1411		
keitsgetriebe Bauart Schwartz-		— Entwicklung des Perlitgusses.			
kopff - Huwiler. Von W.		Von G. Meyersberg. A.	1427*		
Pauer. A.	919*	— Internationaler Gießereikon-			
— Ausnutzung der Bänderiebung		greß in Paris. Von Lohse	1592		
für die Verstärkung von Dreh-		Gips. Wirtschaftlichkeit ver-			
momenten. Von Narath	1596*	schiedener Verfahren beim			
Gewehr. Gewehrlaufprüfer. Von		Brennen von Stuckgips. Von			
F. Staeger	105*	B. Sägebarth	935*		
— desgl. Z.	460	— Gips-Brenntrommel, Bau-			
Gewerblicher Rechtsschutz s. a.		art Büttner	936*		
Patentwesen.		Glas s. a. Beleuchtung.			
— Die Haager Konferenz 1925.		— Glastechnik. Von Maurach			
Von A. Osterrieth. B.	1144	(Chronik)	97		
Gießen s. a. Aluminium, Buch-		— Neuzeitliche Verfahren zur			
föhrung, Formmaschine, Ma-		Herstellung von Tafelglas.			
terialkunde, Müllerei, Sieb,		Von F. Grob. A.	213*		
Trocknen.		— Verfahren von Sievert,			
— Herstellung künstlicher Form-		Lubbers, Fourcault Colburn			
sande und Verbesserung natür-		214*			
licher und gebrauchter Sande.		Gleiskette s. Kraftwagen.			
Von E. Diepschlag	32	Gleiswage s. Wage.			
— Wassergekühlte Kokillen. Z.		Glühen s. Ofen			
— Gießereiwesen. Von Lohse		Glyptal s. Materialkunde.			
(Chronik)	95	Graphit. Graphit. Charakteristik,			
— Gießerei-Handbuch. B.	179	Erzeugung, Verarbeitung und			
		Verwendung. Von E. Rysch-			
		kwewitsch. B.	35		

	Seite		Seite		Seite
Hebezeug		Hochdruckdampf		Industrie	
— Fahrbarer Bockkran für 480 t	918	— Energiewirtschaft und Hochdruckdampfbetrieb. Von Löffler. A.	437*	— Die Industrie Südafrikas im Jahre 1926	370
— Konstruktive Ausbildung von Laufkränen in Amerika. Von W. G. Dienes	1139*	— desgl. Z.	1076	— Die Industrie in Mannheim und seiner Umgebung. Von K. W. Geisler. A.	725*
— Lokomotivkran von großer Tragkraft. Von W. Franke	1307*	— Dampfkraftanlage mit Benson-Kessel im Kraftwerk der Siemens-Schuckertwerke. Von W. Abendroth. A.	657*	— Das Wirtschaftsleben im Zeitalter des Hochkapitalismus. Von W. Sombart. B. 970, 1630	
— Anwendung und Leistungsfähigkeit amerikanischer Krananlagen. Von W. Franke	1373*	— Betriebsversuche an der Hochdruckdampfanlage in Langerbrugge	870	— Die deutsche Maschinenindustrie in der Weltwirtschaft . 1105	
— 120 t-Kran für eine Lokomotivwerkstätte	1432*	— Wirtschaftlichkeit des Hochdruck-Dampfbetriebes. Von Marguerre	937	— Antitrustbewegung in Amerika	1242
— Windwerk eines 400 t-Schwimmkranes	1616*	— Betriebserfahrungen an einer Hochdruckdampfanlage	937	— Siemens-Jahrbuch 1927. B. . 1243	
Heizung s. a. Kochen, Trocknen, Überhitzer.		— Hochdruckdampf in industriellen Betrieben	1142	Ingenieurzerziehung. Entwicklung und Stand der Praktikantenfrage. Von G. Lippard. A.	993
— Heizung. Von Gröber (Chronik)	167	— Eine neue Höchstdruck-Dampf-anlage in Schweden	1174	— Die Hauptaufgabe im Innern unseres Volkes. Von C. Bach. A.	1612
— Heizkessel für elektrische Eisenbahnzüge	273	— Hochdruckdampf-Kraftanlagen	1458	Ingenieurstand. Die Bedeutung der Ingenieuritätigkeit für die Gütererzeugung außerhalb der Maschinenindustrie. Von C. Matschoß.	1273
— Schmiedeiserner Gliederheizkörper der Mannesmann-Röhrenwerke	398*	— Hochdruckanlage des Großkraftwerkes Mannheim. Von F. Marguerre	1591	— Prüferingenieur für Statik. Von K. Bernhard	1622
— Fernheizwerk in Forst (Lausitz)	1004	— Hochdruckdampfbetrieb in englischen Kraftwerken	1663	Integral s. Mathematik.	
— 12. Kongreß für Heizung und Lüftung in Wiesbaden. Von Kaiser	1689	Hochofen s. a. Gasreinigung.		Isolieren s. a. Papier, Porzellan, Steatit, Steinzeug.	
— Ein neues Gerät für Luftheizungen	1731	— Die Einwirkung der Temperatur im Hochofen auf die Eigenschaften des Roheisens. Von M. W. Neufeld	31	— Nachprüfung von Hochspannungsfreileitungen - Isolatoren während des Betriebes	934*
Hobeln s. Werkzeugmaschine.		— Die Theorie des Winderhitzers. Von W. Nusselt. A.	85*	— Durchschlagsichere Stützenisolatoren. Von Wallich . 1220*	
Hochbau s. a. Beton, Brücke, Eisenbau, Gips, Gründung, Holz, Materialkunde, Schweißen, Städtewesen, Statik, Stein.		— Hochofenanlage der Mystic Iron Works in Everett, Mass. Von H. Illies	124*	— Die Eigenschaften elektrotechnischer Isoliermaterialien in graphischen Darstellungen. Von U. Retzow. B.	1243
— Stahlhäuser. Von E. T. Zehme	32*	— Ein neues Wärmeschaubild des Hochofens. Von P. Reichardt	172	Jubiläum s. a. Patentwesen, Technische Lehranstalten, Verein.	
— Der Holzbau. Von Th. Gesteschi. B.	35	— 800 t-Hochofen der Weirton Steel Co.	273	— 50 Jahre Blohm & Voß	452*
— Internationale Tagung über neuzeitliche Fragen des Brücken- und Hochbaues. Von Kleinlogel	67	— Die Abhängigkeit der Vorgänge im Hochofen von der Stückgröße der Beschickungstoffe. Von Diepschlag. A. 1157*		— desgl. Z.	613
— Brücken- und Baukonstruktionen. Von K. Bernhard (Chronik)	131	Hochwasser s. Flußregulierung.		— 75 Jahre Lübeck-Büchener Eisenbahn. B.	468
— Große Halle für Kraftomnibusse	301*	Hohlseil s. Seil.		— 50 Jahre Carlswerk. Von W. Jutzi. B.	687
— Lehrbuch des Hochbaues. Von Esselborn. B.	371	Holz s. a. Anstrich, Hochbau, Rohr, Schraube.		— 25 Jahre Hirschberger Maschinenbau. B.	838
— Freitragende Holzbauten. Von C. Kersten. B.	371	— Einzel-, Gruppen- oder Hauptantrieb im Sägewerk. A.	357	— Festschrift aus Anlaß des 50-jährigen Bestehens der Firma Blohm & Voß. B.	904
— Baukonstruktion aus Holz und Papiertafeln (Enso-Platten) . . 551*		— Entwurf von Sägewerken	361*	Kabel s. a. Bagger, Brücke, Schiff, Seil.	
— Die Kisse-Wurfturbine. Von Seemüller	684*	— Massenfertigung von Holzersatzteilen in Eisenbahnwerken. Von Bardtke	746	— Drahtlose Fehlerortbestimmung bei Seekabeln	1038
— Erdbebensicheres Gebäude in Tokio	1038	— Das Holz als Werkstoff. Von Hausendorff	764	— Kabelprüfung mittels Röntgenstrahlen	1107
— Aufstockung eines Hauses ohne Beseitigung des alten Traggerüsts	1378	— Arbeitsvorbereitung und Betriebsmittel der Holzbearbeitung. Von W. Müller. A.	797*	— Amerikanische Hochspannungskabel für 132 kV	1298*
— Das Nationale Bauprogramm. Von H. Brüning, F. Des-sauer und K. Sander. B. 1480		— Einiges über Sperrholz. Von L. M. Cohn-Wegner. A.	978*	— Fernkabel in Frankreich . . 1310	
— Rationeller Wohnungsbau, Typ/Norm. Von W. Lübbert. B.	1480	— Holz im Hochbau. Von H. Bronneck. B.	1039	— 50 kV-Kabel für Holland . . 1663*	
— Cityplan und Hochhäuser in Chicago. Von G. R. Gehraudt. A.	1589*	— Die Forstwirtschaft. Von R. Ortegell. B.	1108	Kabelkran s. Lager- und Ladevorrichtung.	
— Der Bauingenieur in der Praxis. Von Th. Janssen. B.	1763*	— Massenfertigung von Holzersatzteilen in Eisenbahnwerken. Von Bardtke. A.	1117*	Kadmium s. Metallschutz.	
— 158 m hoher Wolkenkratzer mit Turmaufbau.	1794	— Betriebszahlen aus der Holzbearbeitung	1277	Kältetechnik. Kältetechnik. Von R. Plank (Chronik)	99
— Die Bauanlagen des Großkraftwerkes Klingenberg. Von R. Laube. Textbl. 33. A. . . 1841*		— Neue Wege bei der Entrindung von Papierholz. Von F. Hoyer. A.	1366*	— Messungen des umlaufenden Kältemittels in Kältemaschinen. Von R. Stücker. 364, 836*	
Hochdruckdampf s. a. Dampfkessel, Dampfturbine, Elektrizitätswerk, Feuerung, Gas, Kraftwagen, Nieten, Pumpe, Rohr, Schieber, Schiffsmaschine, Ventil.		— Großflächen-Holzschleifer. Von F. Hoyer. A.	1748*	— Füllungs- und Leistungsprüfer der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen, Kontroller für Kühlanlagen von Glässel der Maschinenfabrik Fr. Stein, Kippmeßeinrichtung mit selbsttätiger Regelung der Kälteleitung von Maschinen- und Metallwarenfabrik W. Weckerle	365*
— Höchstdruck - Dampfkesselanlage bei Gebr. Sulzer	139*	Hydraulik s. Pressen.		— Drucksauerstoff- und Druckstickstoff-Anlagen für kleine Leistungen. Von V. Fischer. A.	1059*
		Hydrodynamik s. Mechanik.		— desgl. Z.	1380
		Hygiene s. Gesundheitswesen.			
		Indikator. Elektrischer Indikator für schnelllaufende Verbrennungskraftmaschinen	1309		
		Industrie s. a. Geld, Handel, Kraftwagen.			
		— Der Weg durch das Wirrsal. Von E. Diesel. B.	273		

	Seite		Seite		Seite
Kältetechnik		Kohle		Kraftwagen	
— Kompressoren für große Kälteleistungen. Von H. Voigt. A.	1145*	— Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Von G. Klein. B.	1694	— Forschung und Werkstatt. Von G. Schlesinger	137*
— desgl. Z.	1223	Kohlensäure s. Feuerschutz.		— Motorschlepper für Industrie und Landwirtschaft. Von G. Becker. B.	142
— Fortschritte der Kältephysik und Kältetechnik. Von M. Jakob	1304	Kohlenstaub s. Dampfkessel, Feuerung, Gießen, Kohle, Müllerei.		— Jahrbuch des Reichsverbandes der Automobilindustrie. Von W. Scholz und E. Valentin. B.	371
— Ein neues Verfahren zur Erzeugung sehr tiefer Temperaturen. Von F. Simon.	1304	Kokille s. Eisenhüttenwesen, Gießen.		— Amerikanische Kraftfahrzeugstatistik	402
— Aus dem Anwendungsgebiet mehrstufiger Kältemaschinen. Von Wagner.	1305	Koks s. a. Gas.		— Benzinelektrische Triebwagen mit Aluminiumaufbau.	433
— Haushalt-Kältemaschinen. Von R. Plank. A. 1305, 1381, 1436*		— Die neue Kokslöschanlage im Gaswerk Leipzig-Connewitz	1755	— Der Elektrokarren im Dienste der Stadtentwässerung. Von Brée	515*
— Haushaltungs-Kältemaschine der Nizer Corp., A-S-Kühlschrank von Brown, Boveri & Cie., Autofrigor, Rota-Haushaltkühlschrank von Sylbe & Pondorf, Autopolar der Linde-Gesellschaft, Autofrigor von Escher, Wyß & Cie. Absorptions-Kältemaschine von Dr. Rumpfer, von Absorptions-Kühlapparatebau-G. m. b. H., von Gebr. Bayer, von Mannesmann, von v. Platen und Munters	1382, 1437*	Kollergang s. Müllerei.		— Lenkachse mit Laufrad, Treibachse, Rahmenabfederung	515*
Kanal s. a. Mechanik, Schiffshebewerk, Schleuse.		Kolloid s. Chemie.		— Die wirtschaftliche Fertigung von Motoren und Kraftwagen. Von C. Hanfland. B.	535
— Bauzeit und Arbeitsplan für Kanalbauten. Von H. Behring. A.	487*	Kompressor s. a. Kältetechnik, Ventil.		— Elektrische Lichtmaschine für Kraftwagen	685
— Die Neckarkanalisation von Mannheim bis Plochingen. Von Konz	786	— Pumpen und Kompressoren. Von P. Ostertag (Chronik)	24	— Die Internationale Automobil Ausstellung in Köln. Von A. Heller	832*
— Der Rove - Schifffahrtstunnel des Marseille-Rhonekanals	1001*	— Abnahmeversuche an Turbokompressoren. Von H. Rollwagen. A.	196	— Vergaser-Regenvorrichtung im Kraftwagen	836*
Kapselpumpe s. Pumpe.		— desgl. Z.	1007	— Sechsrad-Motoromnibus für London	903
Kautschuk s. Gummi.		— Bestimmung der Leistungsaufnahme von Kreiselverdichtern aus der Wärmebilanz. Von Fr. Merkel	530	— Hochdruckdampf - Kraftomnibus mit Kondensation. Von Günther	999
Keramik s. a. Gips, Isolator, Steinzeug.		— Dreistufiger Luftkompressor mit 50 bis 60 at Betriebsdruck	1060*	— Entwicklung der englischen Kraftwagen-Industrie	1038
— Wärmewirtschaft in der keramischen Industrie. Von W. Steger. B.	970	— Ammoniak - Verbundkompressor von Gebr. Sulzer, Turbokompressor von Brown, Boveri & Cie.	1146*	— Handbook of the Society of Automotive Engineers. B.	1212
Kerbschlag s. Materialkunde.		— Rota-Kompressor von Sylbe & Pondorf, Drehkolben-Kältekompressor der Williams Simplex Refrigerating Corp., Zahnradkompressor der Isko Co.	1387*	— Englische Vorschriften für schwere Kraftwagen	1278
Kette. Prüfung einer schweren Gußstallkette	969	— Abnahmeversuche an Turbokompressoren. Von Melan	1747	— Regelung des Kraftomnibusverkehrs im Bereich von New York	1352
Kinematik s. Getriebe, Mechanik, Steuerung.		Kongreß. Zweiter Internationaler Kongreß für technische Mechanik. Von A. Adrian.	69	— Automobilbau. Von P. M. Heldt. B.	1411
Kinematograph. Das Schüfftan-Verfahren der Kinematographie. Von A. Lion.	176*	— 12. Kongreß für Heizung und Lüftung in Wiesbaden. Von Kaiser	1689	— Automobilreifen. Von G. Becker. B.	1411
Kipper. Eisenbahn-Wagenkipper ungewöhnlicher Bauart	1479*	— Internationaler Gießereikongreß in Paris. Von Lohse	1592	— Lastkraftwagen zur Abfuhr von Jauche und Dünger. Von Seidel	1443*
Klydonograph s. Messen.		Konjunktur s. Eisenbahn.		— Dampfwagen für Straßenreinigung in London	1597
Kochen s. a. Emaille.		Kraftmaschine s. Dampfmaschine, Dampfturbine, Regulator, Turbine, Verbrennungsmaschine, Windkraft.		— Motor vehicles and their engines. Von E. S. Fraser und R. B. Jones. B.	1598
— Sulfat-Zellstoffkocher, Kocherfülleinrichtung nach Fresk	585*	Kraftübertragung s. a. Getriebe, Kabel, Messen, Seil, Transformator.		— Hochdruckdampf-Triebwagen	1629
— Elektrische Küchen in Amerika	1447	— 60 000 V-Freileitung über den Massaciucolisee	708	— Die Anforderungen an den Straßenbau vom Standpunkte des Kraftfahrers. Von Lauber	1662
Kohle s. a. Aufbereitung, Bagger, Braunkohle, Brikkett, Gas, Lager- und Ladevorrichtung.		— Die Hochspannungslinien in Frankreich	938	— Benzin-elektrischer Kraftomnibus	1674
— Feinheit und Struktur des Kohlenstaubs. Von P. Rosin und E. Rammner. A.	1*	— Die deutschen Kraftübertragungsleitungen	1204*	— Neuerungen auf der Pariser Automobilausstellung 1927. Von A. Heller. A.	1675*
— Eigenart der Braunkohlenstaufeuern. Von E. Praetorius	268*	— Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis. Von C. Feldmann. B.	1279	— Londoner Omnibusse	1694
— Südafrikanische Kohlenverschiffungen	273	— Wirtschaftliche Verlegung von Hochspannungsleitungen in den Vereinigten Staaten von Amerika	1447	— Die elektrische Ausrüstung von Kraftfahrzeugen. Von C. Rossbach. A.	1703, 1756*
— Herstellung und Verwendung von rheinischem Braunkohlenstaub. Von Kaspers.	933	Kraftwagen s. a. Ausstellung, Bremse, Brennstoff, Dynamomaschine, Gesetz, Hochbau, Kühlen, Kupplung, Lebensbeschreibung, Müll, Pumpe, Stahl, Straßenbau, Verbrennungsmaschine, Werkzeugmaschine, Zündung.		— Dieselelektrische Eisenbahn-Triebwagen	1762
— Technische und wirtschaftliche Betrachtungen über Kohleveredelung unter besonderer Berücksichtigung der Hochdruckverfahren. Von C. Krauch	1223	— Stumpf-Raupenschlepper der Linke-Hofmann-Werke, verschiedene Gleiskettenführungen	39*	— Triebwagen für Indien	1793
— Proceedings of the International conference on bituminous coal. B.	1280	— Der Pariser Automobilsalon 1926. Von A. Zoller. A.	115*	— Rettungswagen für die neuen Triebwagen für Indien	1793
— Kohle als Werkstoff. Von K. Arndt	1361*	— Kraftfahrzeuge. Von A. Heller (Chronik)	133	— Spezial-Lastautomobile. Von L. Betz. B.	1795
				Kraftwerk s. a. Dampf, Dampfkraft, Elektrizitätswerk, Hochdruckdampf, Unfall, Wasserkraft.	
				— Kupplung von Kraft- und Heizwerken. Von Eberle	1133*
				Kran s. Hebezeug.	
				— Kreiselkompressor s. Kompressor.	
				— Kreispumpe s. Pumpe.	
				— Kreuzer s. Kriegsschiff.	

	Seite		Seite		Seite
Kriegsschiff. Stapellauf des Kreuzers „Königsberg“	498	Lager- und Ladevorrichtung		Landwirtschaft	
— Entwicklung der ausländischen Kriegsmarinen im Jahre 1926	609	— Die Entwicklung der Abraumförderbrücken im Braunkohlentagebau. Von W. Ries. A.	341*	— Die Ausstellung der Deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft in Dortmund 1927. Von Vormfelde. A.	1697*
— Probefahrtgeschwindigkeiten von Kriegsschiffen	686	— Die Förderung von Massengütern. Von G. von Hanffstengel. B.	467	— Selbsteinleger mit Strohschneider für Dreschmaschinen von Weger, Weitstrahlregner der Siemens-Schuckertwerke, Melkmaschine, Walzenschrotmühle von F. Stille	1743*
— Der neue Kreuzer „Karlsruhe“	1278	— Erzverladeanlage in Vigo, Spanien	531*	Lebensbeschreibung. Josef von Frauenhofer. Von J. Zenneck. B.	211
— Kriegsschiffbau in England	1446	— Die Kabelkrane. Von J. M. Bernhard	667*	— Alfred Krupp. Von W. Berdrow. B.	307
Kristall s. Aluminium.		— Die Kübelförderung im Bergwerksbetriebe. Von P. Walter. A.	696*	— Alois von Negrelli. Von A. Birk. B.	535
Kritische Drehzahl s. Lager.		— Amerikanischer Kippkübel, Bodenentleerer, Walter-Kippkübel	696*	— The life of Albert H. Gary. Von J. M. Tarbell. B.	838
Kübel s. Lager und Ladevorrichtung.		— Sortierbandwerk, Paketbeförderung im Paketamt, Paketverteilanlage mit Vielfachschaltung	738*	— Galilei und sein Kampf für die Copernicanische Lehre. Von E. Wohlwill. B.	970
Kühlen. Die Wasserkühlung in Kraftfahrzeugen. Von L. Richter	827*	— Kohlenverladebrücke mit Sieberei	929*	— J. C. Poggendorffs biographisch-literarisches Handwörterbuch. B.	1075
— Der Wärmeübergang in Luftkühlern. Von F. Merkel	1304	— Frachtdampfer mit Selbstlöscheinrichtung	938	— Edison. Von G. S. Bryan. B.	1143
— Kühlen der Auslaßventile durch Schmieröl	1736*	— Neue amerikanische Verladebrücken. Von W. Franke	1239*	— Karl Röchling. Von R. Nutzinger. B.	1311
Kunstharz. Kunstharze als Baustoffe. Von W. Demuth	1231*	— Anwendung von Lademaschinen im Bergbau unter Tage. Die Getreideförderanlagen in Lübeck. Von Wildegans	1270*	— Automotive giants of America. Von C. Forbes und O. D. Foster. B.	1795
Kunstseide s. Faserstoff.		— Von Fr. Prockat. A.	1313*	Legierung s. a. Werkzeug.	
Kupfer s. a. Gas.		— Osana-Lader, Butler-Schaukel, Hoar-Schaukel, Eimerbagger der Maschinenfabrik Buckau, Myers Whaley Schaukel, Lademaschine der Hanomag	1314*	— Cadmium-Zinklegierungen	242
— Kupfer als Werkstoff. Von P. Melchior. A.	373*	— Einkabelige Drahtseilbahn mit selbsttätiger Fortbewegung an der Entladestelle	1342	— Corson-Legierungen	337
— desgl. Z.	466	— Asbestbeförderung mittels Drahtseilbahn	1378	— Wirtschaftliche Verwendung hochfeuerfester Legierungen. Von W. Rohn	1478*
— Die Bedeutung des Gußgefüges für die Eigenschaften von Kupfer. Von Hanser	1173	— Druckluft-Förderanlage, Bauart Kirchhof, Abtafeleinrichtung, Warentransport für zwei Tuchspannmaschinen	1425*	— Über das Nico-Metall. Von Ackermann	1691*
Kuppelofen s. Gießen.		— Verlust an staubförmigen Stoffen durch Verwehen	1693	Leichtbau s. a. Büromaschine.	
Kupplung. Reibungsverhältnisse trockener Automobilkupplungen	7*	— Die Pendelseilbahn als flächenbestreichendes Fördermittel. Von G. W. Heinold	1751*	— Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, Betrieb und Werkstoffprüfung im Leichtbau. Von H. Steudel. Textbl. 15 und 16. A.	1517*
— desgl. Z.	1696*	— Kopf des Überladeturmes, Umlaufträderwerk, Taumelscheibenantrieb	1753*	— desgl. Z.	1588
— Übergangskupplung der Hamburger Hochbahn	691*	— Kohlenförderanlage des Großkraftwerkes Klingenberg	1852*	Leitung s. Kraftübertragung, Rohr.	
— Elektromagnetische Hauptkupplung, Stufenkupplung der Diesel-Getriebelokomotive der Hohenzollern A.-G.	874*	— Kohlenstaubförderanlage des Großkraftwerkes Klingenberg	1867*	Leuchtfeuer s. Beleuchtung.	
— Zweistufig wirkende Fliehkraftkupplung	1368*	Landwirtschaft s. a. Bewässerung, Bremse, Holz, Kraftwagen, Maschinenteil, Milch, Spiritus, Turbine, Zucker.		Lexikon s. a. Brauerei.	
— Kupplung von Lohmann & Stolterfoht A.-G. für Diesellokomotiven	1711*	— Landwirtschaftsmaschinen. Von G. Fischer (Chronik)	26	— Luegers Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften. Von E. Frey. B.	372, 1379
Kurbelwelle. Drehschwingungen an Kurbelwellen. Von Heidebroek	1202	— Gegenwärtiger Stand des Landmaschinenbaues. Von L. Erhardt und R. Gerdes. A.	37*	— Meyers Lexikon. B.	500
Laboratorium s. Versuchsanstalt.		— Dreschmaschine N. 61 von Heinrich Lanz mit vereinigt Lang- und Kurzstrohsieb	44*	Licht s. Beleuchtung.	
Lack s. Anstrich, Farbe.		— Vom Geist der Wirtschaft. Von W. Büsselberg. B.	372	Lochen s. Pressen.	
Lademaschine s. Gas, Lager- und Ladevorrichtung.		— Landmaschinenkunde. Von H. Schwarzer. B.	536	Löschen s. Lager- und Ladevorrichtung.	
Lager s. a. Legierung.		— Die Bewährung, Eignung und Verteilung der Motorpflüge in der deutschen Landwirtschaft. Von E. Bredemann. B.	714	Lokomotive s. a. Getriebe, Hebezeug, Kupplung, Steuerung, Zahnrad.	
— Rollenlager bei Eisenbahnwagen	142	— Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft. Von A. Petri	895	— Wärmeaustauschverluste in Lokomotivzylindern. Von Fr. Loewenberg. A.	15*
— Bedeutung der hydrodynamischen Lagerreibungstheorie für die Praxis. Von S. Kießkalt. A.	218*	— Die Behandlung landwirtschaftlicher Maschinen. Von Hollack. B.	1243*	— desgl. Z.	284
— Kritische Drehzahlen als Folge der Nachgiebigkeit des Schmiermittels im Lager. Von Ch. Hummel. B.	273			— Lokomotivrahmen mit angestellten Zylindern	19
— desgl.	379*			— Die 2 C 1-Einheits-Schnellzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn. Z.	70
— Kugel- oder Rollenlager für Schienenfahrzeuge. Z.	688			— Lokomotiven mit hinteren Drehgestellen	70
— Lagerforschung. Von vom Ende	1202			— Eisenbahnmaschinenwesen. Von F. Meineke (Chronik)	132
— Bewegliches Lager einer Wäscheschleuder	1347*			— Schwedische Lokomotive mit Flüssigkeitskupplung. Von O. Schminke. A.	389*
— Kugel- und Rollenlager. Von H. Behr. B.	1411			— Die Leistung amerikanischer Lokomotiven in Pferdestärken	402
— Lagerbock zwischen Hoch- und Mitteldruck-Turbine, elektrische Alarmvorrichtung für die Verschiebung des Hochdruck- und Mitteldruck-Läufers der Turbinenanlage des Großkraftwerkes Klingenberg	1871*			— Überlegenheit des Stangenantriebes gegenüber dem Einzelachsantrieb	418
Lager- und Ladevorrichtung s. a. Bagger, Drahtseilbahn, Gas, Messen, Müll.				— desgl. Z.	608
— Entladung von Eisenbahn-Kohlenwagen mittels Wasserstrahles	80*			— Verstärkte Lokomotivrahmen	498

	Seite		Seite		Seite
Lokomotive		Luftfahrt		Luftfahrt	
— Die ersten 2 D 2-Schnellzuglokomotiven	609*	— Luftfahr. Von W. Hoff (Chronik)	135	— Gegenseitiger Einfluß von Tragfläche und Rumpf. Von J. Lennertz	1657
— Große amerikanische Lokomotivtender	613	— Ford-Flugzeuge	141	— Amerikanische Handelsluftfahrt	1694
— Kitson-Meyer-Lokomotive für Kolumbien	613	— Das Rohrbach-Verkehrsflugzeug Ro VIII. Von Gossow	205*	— Technische Fortschritte beim Rhön-Segelflugwettbewerb 1927. Von W. Hübner. A.	1717*
— Schweizerische elektrische Lokomotiven	685	— Der Bau des Flugzeuges. Von E. Pfister. B.	274	— Das zehnte internationale See-Flugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig. Von F. Goßlau. Textbl. 23 bis 26. A.	1733*
— Locomotive and boiler inspectors' handbook. Von A. J. O'Neil. B.	715	— Beiträge zur Theorie des Segelns. Von H. Croseck. B.	338	— Einführung in die theoretische Aerodynamik. Von C. Eberhardt. B.	1763
— Englische Turbinenlokomotive, Bauart Ljungström	870	— Deutsche Verkehrsflugzeuge. Von E. Gossow. A.	617*	— Der Sachsenflug 1927. Von H. Blenk. A.	1805*
— Die Diesel-Getriebelokomotive und ihre Erprobung. Von N. Dobrowolski. A.	959*	— Verkehrsflugzeuge von Albatros, Focke-Wulf, Fokker-Grulich, Udet, der Luftfahrzeug-G. m. b. H., Dornier, Junkers, Rohrbach	620*	Luftschiff s. Luftfahrt.	
— Neue elektrische Lokomotiven der Schweizerischen Bundesbahnen	1004	— Die Entwicklung des deutschen Verkehrsflugzeuges. Von W. Huth. A.	629	Magnet s. Kupplung, Materialkunde.	
— Neuere Diesel-elektrische Lokomotiven	1004	— Die Luftfahrt in den Vereinigten Staaten von Amerika. Von K. Rühl	635*	Mangan. Über Mangan, seine Erzeugung und Verwendung. Von H. Kraemer	1375
— Der gegenwärtige Stand des Diesellokomotivbaues. Von G. Lomonosoff. A.	1046*	— Flugzeuge der zehnten Pariser Luftfahrt-Ausstellung. Von F. Goßlau. A.	637*	Mannheim s. Industrie.	
— 1 D 1 + 1 D 1-Lokomotive für Südafrika	1103*	— Fokker F. VII mit dreiluftgeköhlten 200 PS-Sternmotoren, Bréguet XIX als Verkehrs-, Heeres- und Marineflugzeug, Ganzmetall-Jagdhochdecker Aviméta AVM 88, Metall-Andert-halbdecker Deschamps A 2, Mehrzweckflugzeug Fokker C V, Koolhoven FK 35	638*	Maschinenbau s. Buchführung, Industrie, Leichtbau.	
— Einheits-Tenderlokomotiven der Deutschen Reichsbahn	1106	— Spaltflügel-Flugzeuge. Von E. Everling. A.	645*	Maschinengründung. Maschinenfundamente. Von E. Rausch	992
— Wirtschaftlichkeit amerikanischer und englischer Lokomotiven	1142	— Das Junkers-Verkehrs-großflugzeug G. 31	648*	— Nachträgliche Pfahlgründung eines abgesackten Turbinenfundamentes. Von Thümen	1444*
— Schwere 1 E-Lokomotive der Western Maryland-Bahn	1174	— Die Möglichkeit der Welt-raumfahrt. Von H. Lorenz. A.	651*	Maschinen-Laboratorium s. Versuchs-anstalt.	
— Amerikanische Lokomotivtype „Hudson“	1237*	— desgl. Z.	1128, 1236	Maschinenteil s. a. Feder, Getriebe, Haken, Kette, Kunstharz, Kupplung, Kurbelwelle, Lager, Nieten, Normen, Ofen, Pleuelstange, Regulator, Riemen, Rohr, Schieber, Schraube, Schweißen, Steuerung, Stopfbüchse, Ventil, Welle, Zahnrad.	
— Amerikanische Hochdrucklokomotive	1237*	— Luftfahrttechnische Fortschritte in England 1926	654	— Gestaltungs- und Maschinenteile. Von Kutzbach. (Chronik)	27
— Dieselelektrische Verschiebelokomotive. Von Süßerkrüß	1238*	— Die Handelsluftfahrt in England 1926	686	— desgl. Z.	136
— Lokomotivdauerfahrten. Von Jacobsohn	1238	— Löschpulvergebläse im Flugzeug	836*	— Landmaschinenelemente	46*
— Schwere Heißdampflokotiven für Meterspur	1242	— Die technische Seite der „Shenandoah“ - Vernichtung. Von E. Sachs	850	— Preßsitverbindungen mit zylindrischer Sitzfläche. Von W. Deutsch	1036*
— Schwere Schnellzuglokomotive Lokomotivumbau	1278, 1309	— Der Luftschiffbau Schütte-Lanz 1909 bis 1925. Von J. Schütte. B.	903	— Tagung für Maschinenelemente. Von Adrian	1200
— Zur Theorie der Gasübertragung bei Diesellokomotiven. Von G. Lomonosoff. A.	1329	— Schul- und Verkehrsflugzeug Focke-Wulf	924*	— Systematik der Maschine. Von Kutzbach	1200
— Große Diesellokomotive	1342	— The approach towards a system of imperial air communications. B.	939	— Konstrukteurfragen	1200
— 1 E 1-Lokomotive mit Satteltank	1342	— Amerikanisches Starrluftschiff von 184 000 m³ Inhalt	1003	— Schrauben, Muttern und Zubehör. B.	1310
— Versuche mit neuen Dampf-lokomotiven	1442	— Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchs-anstalt zu Göttingen. Von L. Prandtl und A. Betz. B.	1005	— Neue Bauart für Kurbelwellen	1629
— Amerikanische Personenzuglokomotiven	1446	— Autogyro-Wasserflugzeug	1013	— Hohlgewalzte Stehbolzen	1794
— The british steam railway locomotive. Von E. L. Ahrons. B.	1480	— Luftverkehr in der Schweiz 1926	1073	Maß. Änderung des französischen Maßsystems	713
— Groß-Tender	1597	— Französischer und belgischer Luftverkehr. Von K. H. Rühl	1140*	— Die Normung des Winkelmaßes. Von P. Füsgen	1203
— Die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive. Von O. Günther. A.	1710*	— Englisches Ganzmetall-Flugboot	1174	Massenfertigung s. Betriebswissen-schaft, Feinmechanik.	
— Diesel-elektrisch angetriebene Verschiebelokomotive. Von Günther	1721	— Luftverkehr in Kanada 1926	1278	Massengut s. Lager- und Lade-vorrichtung.	
— Elektrische Lokomotive mit Einzelachs-antrieb	1793	— Der Bau des Flugzeuges. Von E. Pfister. B.	1343	Materialkunde s. a. Aluminium, Anstrich, Asphalt, Dampf-kessel, Draht, Dynamomaschine, Elastizität, Elektrotechnik, Fa-serstoff, Feder, Gesenk, Gießen, Glas, Graphit, Gummi, Härte, Holz, Kabel, Kette, Kohle, Kunstharz, Kupfer, Legierung, Leichtbau, Mangan, Messen, Metallschutz, Öl, Papier, Por-zellan, Schweißen, Seil, Stahl, Stealit, Stein, Steinzeug, Ver-suchs-anstalt, Werkstofftagung, Werkzeug, Zement, Ziegelei.	
Loten. Akustische Lotverfahren, Geräte und Erfahrungen. Von E. Lübcke. A.	1245*	— Grundlagen der Fluglehre. Von E. Pfister. B.	1343	— Säurefeste Legierungen	22
— Funkpeilung für den Schiffs-verkehr an der englischen Küste	1309	— Fluglehre. Von R. v. Mises. B.	1379	— Werkstoffprüfung. Von K. Daevs (Chronik)	62
 Lüftung s. a. Heizung, Kongreß.		— Das Dornier-Großflugboot „Superwal“	1403*	— Metalle und Legierungen. Von Masing (Chronik)	63
— Entnebelungsanlagen beim Aufträgen von Anstrichen	806*	— Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt. Von Everling	1475		
— Belüftung von Straßentunneln in New York	968				
Luftfahrt s. a. Beleuchtung, Eisen-bau, Hafen, Messen, Metall-schutz, Verbrennungsmaschine.					
— Über die heutige Luftschiff-fahrt. Von A. v. Parseval. A.	20*				
— Theorie des Segelflugs. Von W. Klemperer. B.	71				

	Seite		Seite		Seite
Materialkunde		Materialkunde		Mechanik	
— Prüfung von Baustoffen. Von Burchartz (Chronik) . . .	64	— Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik	1491	— Verhandlungen des 2. internationalen Kongresses für technische Mechanik. B.	1695
— Über den Martensit. Von Fr. Heinrich und W. Voigt . . .	174*	— Festigkeit und Gefügeaufbau des Gußeisens. Von M. H. Kraemer	1496	— Nebenströmungen in gekrümmten Kanälen. Von A. Hinderks. A.	1779*
— Metallforschung in der Industrie. Von E. H. Schulz. A. . .	185*	— Die Bruchproben des Stahlwerkes. Von M. W. Neufeld . . .	1509	— Untersuchung und Weiterentwicklung der Getriebe mit periodischem Hin- und Rücklauf und beschleunigungs-freiem Arbeitsgang. Von K. Rauh. B.	1826
— Die Werkstoffe des Maschinenbaues. Von A. Thum. B. . .	210	— Was bietet die wissenschaftliche Metallkunde der Technik? Von F. R. Schenck	1624	Melken s. Landwirtschaft.	
— Das Zustandsschaubild der Eisenkohlenstoff-Legierungen und seine Anwendung. Von Hanemann. Textbl. 1 bis 4. A.	245*	— Neues und Altes aus der Technologie und Technik. Von J. Czochralski	1624	Messe s. Ausstellung.	
— Warenkunde und Industrielehre. Von E. Rüst. B. . . .	339	— Properties and testing of magnetic Materials. Von Th. Spooner. B.	1630	Messen s. a. Akustik, Gewehr, Indikator, Maß, Preisausschreiben, Thermometer, Tunnel, Uhr, Vermessen, Wärme, Wage.	
— Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für technische Physik in Düsseldorf 1926. Von H. Simon . . .	400	— Gußeisen mit Nickel- und Chromgehalt. Von M. W. Neufeld	1724*	— Der Okhuizen-Dehnungsmesser. Von F. Staeger	100*
— Metallographie. Von W. Guertler. B.	434	— Die Werkstofftagung Berlin 1927. Von C. Matschoß. Textbl. 27 bis 32. A.	1797*	— Ein neuer Wärmemesser zur Messung von Oberflächentemperaturen	240*
— Baustofflehre. Von H. Seipp. B.	435	Mathematik s. a. Statik.		— Brennstoffanzeiger für Dieselmotoren	306
— Ein Vergleich zwischen statischer und dynamischer Zug- und Kerschlagprüfung. Von Werner	465	— Über Interpolation. Von M. Fekete	184	— Feuchtigkeitsmessung. Von H. Bongards. B.	338
— Die Werkstoffe des Hochbaues. Von Amos. A. . . .	537*	— Die graphische Integration. Von J. Gerstenbrandt. B.	535	— Schwingungsanzeiger	363*
— Die Gefahren der Schwingungsbeanspruchung für den Werkstoff. Von Kühnel. A. . .	557*	— Mathematische Aufgaben aus der Technik. Von M. Hauptmann. B.	1143	— Ein neuer Erdungsmesser . . .	426*
— Struktur der Materie im Lichte der Röntgenstrahlen. Von M. Polanyi. A. . . .	565*	— Willkür oder mathematische Berechnung beim Bau der Cheopspyramide? Von K. Kleppisch. B.	1244	— Anleitung zu maschinentechnischen Messungen und Untersuchungen. Von P. Langer und W. Thomé. B.	434
— Die Abscheidung von elementarem Kohlenstoff im grauen Gußeisen und im Temperguß. Von P. Bardenheuer	683	— Darstellende Geometrie für Maschineningenieure. Von M. Großmann. B.	1379	— Neuere Gesichtspunkte beim Messen. Von Damm	494
— Die Werkstoffe im heutigen Dampfturbinenbau. Von A. Thum. A.	753*	— Mathematische Hilfsmittel für Techniker. Von A. Deckert und E. Rother. B.	1599	— Technische Untersuchungsmethoden zur Betriebsüberwachung. Von J. Brand. B. . . .	498
— Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt und dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung zu Berlin-Dahlem. Sonderheft 2. B.	838	Mechanik s. a. Bremse, Düse, Gas, Getriebe, Kurbelwelle, Lager, Maschinengründung, Messen, Seil, Statik, Steuerung.		— Isolationsmessung und Fehlerortsbestimmung. Von W. Kögler. B.	535
— Der Isolierstoff Glyptal . . .	869	— Angewandte Mathematik und Mechanik. Von Mises (Chronik)	170	— Messung mechanischer Schwingungen. Von H. Steuding. A.	605
— Die Einwirkung der Schmelzen von Zinn und zinnhaltigen Loten auf Messing	902	— Eigenschwingungszahlen von Maschinenwellen	242	— Der Lagen- und Kurvenanzeiger „Gyrorektor“	636
— Magnetische Untersuchung von Turbinenradscheiben	937	— Umlenkung eines freien Flüssigkeitsstrahles an einer ebenen Platte. Von F. Reich . . .	261*	— Fördergut-Meßtrommel von Walter	702*
— Einige Prinzipien der theoretischen mechanischen Technologie der Metalle. Von A. Rejtő. B.	938	— Zur Theorie der Strömung um feste Körper. Von W. Müller	401	— Die Staurandversuche von Spitzglaß, verglichen mit deutschen Messungen. Von L. Dorgerloh. A.	703, 851*
— Molybdän. Von E. Pokorný. B.	939	— Erdstatische Berechnungen mit Reibung und Kohäsion (Adhäsion). Von W. Fellenius. B.	536	— Einsatz für das Thermoelement in dem Zylinder des Acromotors	766*
— Zugfestigkeit und Härte bei Leichtmetallen und Messing. Z.	940	— Vorträge über Mechanik als Grundlage für das Bau- und Maschinenwesen. Von W. Kaufmann. B.	687	— Brennstoff-Meßvorrichtung für Verbrennungsmaschinen . . .	847*
— Die Abnutzung des Gußeisens und ihre Beziehung zum Aufbau und den mechanischen Eigenschaften. Von Kühnel . . .	1033	— Massenausgleich rasch umlaufender Körper	856*	— Magnettachometer als Schlupfmesser	969
— Die allgemeine Bedeutung der Werkstoffprüfung. Von W. Schmidt. A.	1123*	— Mengenzustandsänderungen. Von G. Zerkowicz. A. . . .	879*	— Messung mechanischer Schwingungen. Von W. Kniehahn . . .	997*
— Die Zerstäubungserscheinungen bei Metallen. Von J. Fischer. B.	1143	— Tagung des Ausschusses für mechanische Schwingungen. Von Adrian	898	— Neuere Messungen mit dem Klydonographen	1013
— Elektrisches Verhalten der Metalle im Temperaturgebiet des flüssigen Heliums. Von W. Meißner	1304	— Berechnung turbulenter Ausbreitungsvorgänge. Von Tollmien	996*	— Pitotrohr für Wassermessung bei hohem Druck. Von H. Homberger. A.	1064*
— Zur Entstehung des Gußgefüges. Von v. Göler und G. Sachs. A.	1353*	— Die Ausflußformel von de Saint-Venant und Wantzel. Z. . . .	1007*	— Mechanische Schwingungen und ihre Messung. Von Geiger. B.	1175
— Untersuchungen über die Einwirkung von Laugen und verschiedenen Salzen auf Eisen. Von E. Berl, H. Staudinger und K. Plagge	1476*	— Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Von Auerbach und W. Hort. B.	1174	— Maschinen - Untersuchungen. Von A. Staus. B.	1343
— Werkstoff. Von C. Matschoß. Kunstbl. I und II. A.	1481*	— Über schädliche Schwungmassen bei Drehschwingungen. Von F. Vogt. A.	1221*	— Messung von Arbeitswiderständen und Beanspruchungen. Von Sachsenberg, Osenberg und Gruner. A.	1609*
		— Vorgänge beim reinen Rollen elastischer Reibungsräder . . .	1372	— Zur Theorie der Schwing-sirenen. Von W. Hort	1812
		— Technische Hydrodynamik. Von F. Prašil. B.	1447	Messing s. Gesenk, Materialkunde.	

	Seite		Seite		Seite
Metallhüttenwesen s. a. Buchführung, Gas, Ofen, Zink.		Nico-Metall s. Legierung.		Papier s. a. Abwärme, Hochbau, Holz, Zellstoff.	
Metallhüttenwesen. Von V. Tafel (Chronik)	171	Nieten s. a. Elastizität.		Zellstoff und Papier. Von Karl Baudisch (Chronik)	98
— Rationalisierungsfragen auf Hüttenwerken. Von Jordan	303	— Kreuzerbnietung	130*	Papier als Werkstoff. Von G. Oehler. A.	545*
Metallographie s. Materialkunde.		— Nietung der Obertrommel für einen 40 at-Steilrohrkessel	443*	Papiermaschine mit 6000 mm Siebbreite, Hochdruck-Stoffauflauf für Langsieb-Papiermaschinen	590*
Metallschutz s. a. Anstrich, Emaille, Waschen.		Nocke s. Steuerung.		— Fortschritte in der Papierindustrie. Von K. Baudisch. A.	676*
— Die Witterungsbeständigkeit gekupfert Stahles. Von K. Dalves	173	Normen s. a. Braunkohle, Gas, Gießen, Maß, Schiff, Seil, Sieb, Transformator.		— Lehr- und Handbuch über die Papierfabrikation und deren Maschinen. Von F. Müller. B.	687
Elektrolytischer Kadmiumüberzug. Von F. László	506	— Werkzeuge und Lehren. B.	72	— Mechanische Eigenschaften der Hartpapier-Isolierstoffe. Von K. Geisler	1068
Elektrolytische Verchromung. Von F. László	599	— Normung. Von Gramenz (Chronik)	170	Patentwesen. Gewerblicher Rechtsschutz. Von F. Neubauer (Chronik)	169
Metallreinigung mit Trichloräthylen. Von Hasse	608*	— Grenzen der Normung. Von K. Gramenz. A.	181	— Fünfzig Jahre Patentamt. Von B. Rösing. A.	909*
Galvanotechnik. Von H. Krause. B.	1074	— DIN-Normblattverzeichnis. B.	274	— Von den Arbeiten im Patentausschuß des Vereines deutscher Ingenieure. Von Kuhlemann	1789
Metallniederschläge und Metallfärbungen. Von F. Michel. B.	1143	— Einführung der Normen in die Praxis. Von K. Gramenz	494	Petroleum s. a. Behälter, Hafen, Rohr, Tiefbohren, Unfallverhütung, Wasserhaltung.	
— Anfresserscheinungen und -versuche an Leichtmetallen für den Flugzeugbau. Von M. H. Kraemer	1538	— Wirtschafts- und kulturpolitische Gedanken zur Normung. Von Dreyer	494	— Die neueste Entwicklung der Welterdölwirtschaft und die Mineralöllage Deutschlands. Von A. Faber. B.	274
— Modernes elektrolytisches Überziehen. Von W. E. Hughes. B.	1732	— Zehn Jahre deutscher Normung. Von W. Hellmich. A.	1525*	— Ölverbrauch in den Vereinigten Staaten von Amerika	337
Micell-Motor s. Verbrennungsmaschine.		— Normblattentwürfe. DIN-Entwurf 3715 bis 3725	1822*	— Der Rohölbedarf des britischen Reiches	1378
Mikroskop. Das Polarisationsmikroskop. Von H. Ambrohn und A. Frey. B.	468	Überbau s. Eisenbahnoberbau.		— The oil industry. Von E. R. Lilley. B.	1695
Milch. Die Milchindustrie der Vereinigten Staaten von Amerika. Von B. Lichtenberger. B.	371	Öl s. a. Pumpe, Rohr, Unfallverhütung.		Pfahl s. Gründung.	
— Die Mannheimer Milchversorgung. Von Martiny	746	— Wiederherstellung gebrauchter Schmier- und Isolieröle. Von A. Wischin	102*	Philosophie s. Technik.	
Mineral s. Bergbau.		— Technologie der Fette und Öle. Von K. Löffl. B.	434	Physik s. a. Akustik.	
Modell s. Dampfkessel, Eisenbau.		— Ein neuer Zähigkeitsprüfer (Viskosimeter). Von Albrecht und Wolff. A.	1299*	— Handbuch der Physik. Von H. Geiger und K. Scheel. B. 143, 904, 1279, 1310, 1379, 1411	169
Molybdän s. Materialkunde.		— Die Öle als Werkstoffe in der Elektrotechnik. Von v. d. Heyden und Typke. A.	1391	— Technische Physik. Von M. Jakob (Chronik)	210
Motorschiff s. Schiff.		— Untersuchungen an Dampfturbinenölen. Von H. Stäger und J. P. Bohnenblust	1821	— Lehrbuch der technischen Physik. Von G. Gehlhoff. B.	404
Motorwagen s. Feuerschutz, Kraftwagen.		Ölschiefer s. Brennstoff.		— Proceedings of the optical convention 1926. B.	404
Müll. Die Müllverbrennung nach dem Kriege. Von O. Uhde. A.	1257*	Ofen s. a. Emaille.		— Das Alter der Erde. Von O. Schmiedel. B.	687
— Müllverbrennungsanstalt Alter Teichweg in Hamburg, Schachtofen mit Ausdrückmaschine	1257*	— Das It-Diagramm und der Wirkungsgrad von Öfen. Von P. Rosin. A.	304, 383*	— Der Bau der Atome und das periodische System. Von J. Koppel. B.	687
— Müllabfuhr-Fahrzeuge. Von H. Seidel. A.	1809*	— Kohlenstaubfeuerung bei Raffinieröfen. Von Wählert	304	— Die Verwendung der Röntgenstrahlen in Chemie und Technik. B.	1108
Müllerei s. a. Hartzerkleinerung.		— Kohlenstaub-Raffinieröfen der norddeutschen Affinerie in Hamburg. Von Wohlwill	304	— Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik. Von O. Lummer. B.	1211
— Einzel-Kohlenstaubmühlen im Cahokia-Kraftwerk	34	— Elektrische Öfen in der Nichteisen-Metallindustrie	466	Handbuch der Experimentalphysik. 14. Bd.: Kathodenstrahlen. Von P. Lenard und A. Becker. B.	1243
— Kohlenstaub-Mahlanlage mit Schlägermühle, Kohlenzerstäuber Bauart Babcock & Wilcox	233*	— Schwefelkies-Röstofen der Lurgi G. m. b. H.	487*	Die Valenz und der Bau der Atome und Moleküle. Von G. N. Lewis. B.	1630
— Kraftbedarf von Kohlenstaubmühlen. Von E. Praetorius	681*	— Amerikanische Elektrogloühöfen und ihre Wirtschaftlichkeit. Von H. Nathusius. A.	671*	— Deutscher Physiker- und Mathematikertag in Kissingen 1927. Von S. Erk	1758
— Naßkollergang mit zwei Mahlbahnen von Th. Groke, A.-G.	824*	— Wagenofen, Einheitsöfen, Haganofen mit drehbarem Herd, Doppelofenanlage mit drehbarem Herd	671*	Physiologie s. Arbeiter.	
Muffe s. Rohr.		— Deutscher Backofen, älterer Kanalofen, vereinigter Deutscher Backofen und Kanalofen, älterer Doppelseinschieß-Dampfbackofen, neuerer Doppelseinschieß-Dampfbackofen mit Konditorherd, Kombinations-Dampfbackofen, Doppelauszug-Dampfbackofen, selbsttätiger Brütchen-Backofen	986, 109*	Pionier s. Technik.	
Museum. Die Abteilung Wasserkraft des Deutschen Museums in München. Von Adrian. A.	600*	— Elektrogloühofen für kleine Stücke	1136*	Pitotrohr s. Messen.	
Nachruf, Wilhelm Beumer. Von Fr. Frölich	152	— Die Abgase der Gasgeräte und ihre Abführung. Von P. Spalek	1405	Platte s. Elastizität.	
— Hermann Bücking	350*	— Elektrische Schmelzöfen für Nichteisenmetalle	1629	Pleuelstange. Berechnung von Stangenköpfen. Von Rötischer	1201
— Heinrich Kamp	392*	Offset s. Druckerei.			
— Carl Flohr	826	Omnibus s. Hochbau, Kraftwagen.			
— Wilhelm Lorenz. Von Frey	932	Optik s. Geschichte, Mikroskop.			
— P. Oberhoffer. Von H. Sahnang	1269	Physik.			
— A. Wichert	1716				
— Armin Engelhard	1778				
Naturwissenschaft s. a. Anthropologie.					
— Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. B.	339				
v. Negrelli s. Lebensbeschreibung.					

	Seite		Seite		Seite
Porzellan s. a. Versuchsanstalt.		Pumpe		Rohrpost s. a. Ventil.	
— Das Versilbern von Porzellan.		— Brennstoffpumpe und Brenn-		— Bemerkenswerte neuere Bau-	
Von Hannich	1390*	stoffdüse des Vierzylinder-		teile für Stadtrohrposten. Von	
— Porzellan als Werkstoff. Von		Viertaktmotors Bauart Dorner	782*	Kasten	1357*
H. Handrek. A.	1553*	— Einspritzpumpe für kompres-		— Rohrpost - Fahrrohrkontakt,	
Post s. a. Elektrisches Nachrich-		sorlose Viertakt-Dieselmoto-		Hochdruck-Sende- und Emp-	
tenwesen, Fernsprecher, Lager-		rennstoßpumpe	1083	fangsgerät mit selbsttätiger	
und Ladevorrichtung, Rohrpost.		— Die Speicherpumpenanlage des		Büchsenausschleusung, Rohr-	
— Technische Entwicklung in der		Tremorgio-Kraftwerkes. Von		post-Büchsenzähler	1358*
Deutschen Reichspost. Von		Kühne	1169*	Rost s. Feuerung.	
Kruckow. A.	737*	— Kreiselpumpe mit zwei strom-		Rosten s. Anstrich, Metallschutz.	
— Postbetriebsmechanik. Von H.		linienförmigen Schaufeln . .	1278	Rotor s. Schiff.	
Schwaighofer. B.	1040	— Kreiselpumpen mit hohem		Sägen s. a. Holz, Werkzeug.	
Preisausschreiben. Wettbewerb		Wirkungsgrad	1410	— Warmsägen	1275*
betreffend Lichtbogenschwei-		— Die Hilfsmaschinen des Groß-		— Pendel-Warmsäge, Vorschub	
ßung	142	kraftwerkes Klingenberg. Von		durch Elektromotor, Hebel-	
— Wettbewerb, betreffend Span-		H. Denecke. A.	1877*	Warsäge, Vorschub hy-	
nungs- und Schwingungsmes-		Putzen s. Gießen.		draulisch, Schlitten-Warm-	
sener der Deutschen Reichs-		Pyrometer s. Thermometer.		säge, Vorschub durch Elek-	
bahn-Gesellschaft	157	Quarz s. Elektrisches Nachrich-		tromotor	1275*
Pressen s. a. Gesenk, Hammer,		tenwesen.		Sand s. Gießen, Wasserreinigung.	
Werkzeug.		Radio s. Elektrisches Nachrich-		Sandsturm s. Unfall.	
— Bördeln und Ziehen in der		tenwesen.		Sauerstoff s. Kältetechnik, Schnei-	
Blechbearbeitungstechnik. Von		Radreifen s. Eisenbahnwagen.		den, Stahl, Wasserreinigung.	
E. Ruhmann. B.	107	Rahmen s. Lokomotive, Statik.		Schacht s. Fördermaschine.	
— Versuche über das Ziehen von		Rauchverhütung. Rauchbekämp-		Schall s. Akustik, Signal.	
Hohlkörpern. Von M. Som-		fung in Amerika	1731	Schaltbild s. Dampfkraft.	
mer. B.	107	Raupenschlepper s. Motorwagen.		Schalter. Zeitlich versetztes An-	
— Einschnittiger Säulenfüh-		Rechnen s. Büromaschine.		fahren von starken Elektro-	
rungsschnitt, Folgeschnitt,		Recht s. a. Gesetz, Schiedsgericht.		motoren. Von H. Voigt . . .	333*
mehrschnittiger Blockschnitt,		— Technische Fragen im Lichte		— Versuche an Luftschaltern mit	
Halbschnitt, Schabeschnitt,		des Rechts. Von R. Bau-		starken Wechselströmen . . .	1174
Biege- und Stauchvorrichtung	127*	mann und A. Süskind. A. .	1281*	— Selbsttätiger Kühlwassersch-	
— Brikettpressen mit Dampf-		Regulator s. a. Feuerung.		alter nach F. Sauter	1382*
antrieb, mit elektrischem An-		— Hydraulischer Regler. Von R.		Schaukel s. Turbine.	
trieb	226*	Bosselmann	271*	Scheibe s. Elastizität.	
— Praktische Lochwerke. Von		— Außenlagerbock der Hoch-		Schieber. Heißdampf - Absperr-	
Fr. Puppe	314*	druck-Turbine mit Drehzahl-		schieber von Franz Seiffert	
— Fließdruckwaage als Parallel-		regler und Zahnradölpumpen		& Co.	352*
oder Geradföhrung für Pressen		des Großkraftwerkes Klingen-		— Hochdruck-Heißdampfschieber.	
und ähnliche Maschinen . . .	429*	berg	1873*	Von Karnath	1207*
— desgl. Z.	1311	Reibung s. Kupplung, Lager.		— Achtwegeschieber für Kohlen-	
— Voithsche Stoffpresse für		Reifen s. Kraftwagen.		staub der AEG	1868*
Holzschliff und Zellstoff . .	590*	Riemen. Riementriebe. Von		Schiedsgericht. Taschenbuch für	
— Liegende Schneckenpresse und		Schulze-Pillot	1202	Schiedsrichter und Parteien.	
schwere Revolver-Falzziegel-		Röntgen s. Materialkunde, Physik,		Von E. Müllendorff. B. . .	108
presse von Th. Groke, A.-G. .	824*	Schweißen.		— Das deutsche Schiedsgerichts-	
— Über das Kaltziehen von Stahl-		Röstofen s. Ofen.		verfahren. Von E. Richter. B.	615
rohren. Von A. Pomp	964*	Roheisen s. Eisenhüttenwesen,		Schiefer s. Bergbau.	
— 14 000-t-Schmiedepresse. Von		Hochofen.		Schiff s. a. Fähre, Feuerung,	
Friederici	1000	Rohöl s. Behälter, Petroleum.		Kriegsschiff, Lager- und Lade-	
— Hydraulische Pressen. Von		Rohr s. a. Dampfkessel, Pressen,		vorrichtung, Loten, Propeller,	
A. Deutsch. A.	1578*	Schieber, Wasserabscheider.		Schiffahrt, Schiffbau, Schiffs-	
Preßling s. Brikett, Gießen.		— Über die Ölindustrie und die		hebewerk, Schiffskessel, Schiffs-	
Preßsitz s. Maschinenteil.		Erzeugung nahtloser Rohre in		maschine, Schweißen, Schwimm-	
Propeller s. a. Versuchsanstalt.		den Vereinigten Staaten. Von		dock, Schwimmkran, Seerett-	
— Schraube und Haßsche Leit-		Fr. Rosdeck	172	ungswesen, Versuchsanstalt.	
schraube der staatlichen Mo-		— Über amerikanische Rohrwalz-		— Fünf Motorschlepper des	
torschlepper	12*	werk-Anlagen. Von H. Kop-		Staatlichen Schleppmonopols.	
— Abziehen von Schiffschrauben		penberg	172	Von F. B. A.	9*
mittels Drucköles	686	— Neues Rohrwalzwerk der Pitts-		— desgl. Z.	497
Prüfstand s. Versuchsanstalt.		burgh Steel Products Co. Von		— Das Motorschiff „Tampa“ . .	34
Pumpe s. a. Elektrizitätswerk,		H. Illies	238*	— Motorschiff „Augustus“ . .	34
Versuchsanstalt.		— Rohrleitungen und Armaturen		— Der Kabeldampfer „Neptun“.	
— Pumpen und Kompressoren.		für Höchstdruck. Von Fr.		A.	92*
Von P. Ostertag (Chronik)	24	Seiffert. A.	351*	— Hochseefischerei - Motorschiff	
— Die Saugwirkung bei Kreisel-		— Flanschbefestigung durch		„Richard Ohlrogge“	94*
pumpen. Von P. Schmidt.		Stachen des Rohres und		— Das Fahrgastschiff „Almada“	106
A.	81*	Verschweißen	351*	— Das Rotor-Motorschiff „Bar-	
— Kreiselpumpe, Bauart La-		— Flanschverbindung für Hoch-		bara“. Von A. Keuffel. A. .	119*
waczek	82*	druckrohre	661*	— Flettnerrotor und Rotor-	
— desgl. Z.	905	— Spannungen in Muffen von		antrieb	120*
— Versuche an Kapsel- und		Gußeisenrohren. Von O.		— Schiff- und Schiffsmaschinen-	
Zahnradpumpen. Von F.		Schwarz	710*	bau. Von C. Commentz	
Aschner und L. Mat-		— Mit Überstand eingewalztes		(Chronik)	134
theus	188	Rohr für Dampfkessel . . .	1089*	— Reihenfertigung im Yachtbau.	
— Turbopumpe mit senkrechter		— Der Fortleitungswiderstand in		Von H. Docter	206*
Welle für große Wassertiefen		Gasrohrleitungen. Von R.		— Das Fahrgast - Motorschiff	
Fuller - Kinyon - Kohlenstaub-		Biel	1405	„Theophile Gautier“	209
pumpe	441*	— Hölzerne Brunnenrohre und		— 22 000 B.-R.-T. - Motorschiff	
— Untersuchungen an einer Kap-		filter in Holland. Von L. Sil-		„Alcantara“	370
selpumpe. Von S. Kieß-		berberg	1792*	— Dieselelektrische Schlepper	
kalt. A.	453*			für den Panamakanal	402
— Rollkolbenpumpe	453*			— The Motor Ship Reference	
				Book for 1927. B.	435

	Seite		Seite		Seite
diff		Schiffsmaschine		Schraube s. a. Propeller.	
Öltankschiff mit dieselektrischem Antrieb	466	— Doppeltwirkende Viertakt-Schiffsmaschinen mit Druck- ölkupplung und Zahnräder- vorgelege	241	— Die Haltekraft von Holz- schrauben	999
Bedeutung der Normung für den Schiffbau. Von Goos .	494	— Kohlenverbrauchsergebnisse des Hochdruck-Turbinenschif- fes „King Georg V.“	410	Schraubstock s. Werkzeug.	
Vom Walfang der Norweger. Von W. Behrendt	611*	— Practical marine Diesel en- gineering. Von L. R. Ford, B.	714	Schreibmaschine s. Bureau- maschine.	
Motortankschiff von 17 400 t Ladefähigkeit	870	— Maschinenanlage des Motor- schiffes „Augustus“	837	Schrot s. Gießen.	
Fracht- und Fahrgastmotor- schiffe für den Dienst Ham- burg—New York	903	— Turboelektrischer Antrieb für ein großes Fahrgastschiff . .	870	Schutzvorrichtung s. Signal, Transformator.	
Fahrgastdampfer „Île de France“. Von Luchsinger 1004, 1659*		— Kompressorlose Großdiesel- motoren für Schiffszwecke . .	968	Schweißen s. a. Brücke, Dynamo- maschine, Preisausschreiben.	
Umbau der „Empress of Au- stralia“	1004	— Der Schiffsmaschinenbau. Von G. Bauer, B.	1005	— Schweißen von Aluminium .	71
Wirtschaftlicher Schiffsantrieb. Von G. Kempf, A.	1049*	— Neue Zwillingsverbund- Dampfmaschinen für Schiffe .	1163*	— Lichtbogenschweißung bei Eisenkonstruktionen. Von Adrian	239*
Zur Frage des Schiffswider- standes. Von Ch. Doyère, B.	1074	— Neue Bauart der Doxfordmoto- ren	1210	— Schweißtechnik. Forschungs- arbeiten des Fachausschusses für Schweißtechnik im Verein deutscher Ingenieure. Von Kantner, B.	242
Versuche mit der Maier-Schiffs- form	1394	— Turboelektrischer Schiffsan- trieb	1597	— Werkstoffe für Schweißstäbe. Von Kantner, A.	253
Die Doppelschrauben - Perso- nenmotorschiffe „Freiherr vom Stein“ und „Beethoven“ der Köln-Düsseldorfer-Rhein- dampfschiffahrt. Von R. Schröter, A.	1583*	— Backbord-Turbinensatz, Haupt- Kühlwasserpumpe, Hilfsma- schinen in Maschinen- und Kesselräumen des Doppel- schrauben - Turbinendampfers „Cap Arcona“. Taf. 6	1633*	— Schäden durch Schweißplastik 483	
Doppelschrauben - Turbinen- dampfer „Cap Arcona“. Von E. Luchsinger, Taf. 3 bis 6, Textbl. 21 und 22. A. . .	1633*	— Scott - Still - Schiffsmotoren neuerer Bauart	1663	— Die Werkstoffbewegung beim Schweißen	556*
Sechzig Jahre Bauvorschriften des Germanischen Lloyd. Von Laas	1725	— Die Lentz - Einheitsschiffs- maschine. Von Salge	1725	— Anwendung der Röntgen- strahlen in der Schweißtech- nik. Von C. Kantner und A. Herr, A.	571*
Die Lukenverschlüsse und die Sicherheit der Schiffe. Von Schwarz	1726	— Doppeltwirkende kompressor- lose Zweitakt-Dieselmotoren für Schiffsbetrieb. Von Saß	1726	— Die Gußeisen-Schmelzschwei- ßung. Von H. A. Horn, B.	939
Moderne technische Einrich- tungen in Schiffsküchen. Von Schönian	1726	— Hochdruckdampf auf Schiffen	1762	— Die Eisenblech-Schmelzschwei- ßung. Von H. A. Horn, B.	939
Der neue Schleppdampfer „Österreich“	1762	Schlacke s. Eisenbahnoberbau.		— Dauerversuche mit Schweiß- verbindungen	977
Schiffahrt s. a. Kanal, Hafen, Lo- ten, Schleuse, Seerettungs- wesen, Wasserbau.		Schleifen s. a. Eisenbahnwagen.		— Werkstattprüfung von Schwei- ßungen. Von Bardtke	1194
Eine neue Art der Schlepp- schiffahrt. Von F. Iser- mann	65*	— Feinbearbeitung durch Läp- pen und Ziehschleifen	430*	— Einfluß der Wärmebehandlung auf Schweißstellen	1400
Wasserbau und Binnenschiff- fahrt. Von G. de Thierry (Chronik)	131	— Rundschleifmaschine der For- tuna - Werke, Revolverkopf und Spindellagerung der Rundschleifmaschine von Karl Jung	818*	— Schweißen, Schneiden und Me- tallspritzen mittels Azetylen. Von J. H. Vogel, B.	1411
Wasserkraftnutzung und Bin- nenschiffahrt auf der Welt- kraftkonferenz in Basel 1926. Von G. de Thierry	265	— Die Grundlagen des Schleifens. Von C. Krug, A.	1109*	— Einfluß des Schweißens auf die Gestaltung. Von A. Hil- pert, A.	1449*
Die Wassereisenbahn. Von R. K. B.	1795	Schleppdampfer s. Schiff.		— Über elektrisch und autogen geschweißte Konstruktionen. B.	1664
Schiffbau s. a. Jubiläum.		Schlepper s. Schiffahrt.		— Azetylen-Sauerstoff-Schweiß- und Schneidbrenner. B. . . .	1695
Die niederländische Handels- flotte im Jahre 1926	306	Schleuder s. a. Versuchsanstalt.		— Erfahrungen bei der Anwen- dung elektrischer Lichtbogen- schweißung im Schiffbau. Von Lottmann	1725
Nauticus. Jahrbuch für See- interessen und Weltwirtschaft. 18. Jg. Von Scheibe, B. . .	404	— Sieblose Schleuder zum Ent- wässern von Kohlen unter 12 mm Korngröße	901*	— Elektrische Widerstandschwei- ßung und -erwärmung. Von A. J. Neumann, B.	1763
Der Weltschiffbau. Von E. Sachs	1003*	— Wäscheschleuder	1347*	Schwelen s. Gas.	
Lloyds zweiter Vierteljahrs- bericht	1142	Schleuse. Beförderung eines Schleusentores von Rotterdam nach Ymuiden	402	Schwimmdock. Schwimmdock von 25 000 t	1242
Schiffshebewerk, Schiffschraube s. Propeller. Entwurf für das Schiffshebewerk bei Nieder- finow. Von Eller- beck, A.	787*	— Schleusentreppe bei Nieder- finow, Aufhängung der Ge- gegengewichte, Sperrvorrichtung, Dichtungsrahmen	787*	Schwimmkran. Riesenschwimm- kran der Demag beim Bau der Mole für den Hafen von Beri	29*
Schiffskessel s. a. Wasserreini- gung.		Schlupf s. Messen.		— Molenbau mittels eines 400 t- Schwimmkranes. A.	1613*
Hauptkondensator, Abgaskes- sel des Doppelschrauben-Tur- binendampfers „Cap Arcona“. Taf. 6	1633*	Schmierens s. a. Öl.		Schwingung s. Kurbelwelle, Ma- terialkunde, Mechanik, Messen, Seil, Verbrennungsmaschine.	
Einend - Zylinderkessel von Prudhon-Capus des Fahrgast- Schnelldampfers „Île de France“	1661*	— Neuzeitliche Schmiertechnik. Von E. Falz	889	Seerettungswesen. Schiffsbergung. Von E. Grundt, S. J. Lav- roff und K. Nechajew, B.	1075
Schiffsmaschine. Schiff- und Schiffsmaschinenbau. Von C. Commentz (Chronik) . .	134	— Untersuchungen über den Ein- fluß des Druckes auf die Zähig- keit von Ölen und seine Bedeu- tung für die Schmiertechnik. Von S. Kießkalt, B.	1598	Segelflug s. Luftfahrt.	
		— Abhandlungen über die hydro- dynamische Theorie der Schmiermittelreibung. Von N. Petrov, O. Reynolds, A. Sommerfeld und A. G. M. Michell, B.	1629	Seil s. a. Draht.	
		Schneiden s. a. Schweißen.		— Ein neuartiger Seiltrieb . . .	370
		— Schneiden von Metallen mit Leuchtgas und Sauerstoff . .	140*	— Die Drahtseile, ihre Konstruk- tion und Herstellung. Von H. Altpeter, B.	615
		— Leuchtgas - Schneidbrenner mit Vorwärmung durch Leuchtgas	141*	— Festigkeitsuntersuchungen zur Normung der Stahl-Aluminium- Seile. Von G. Berling und W. Rößler	884
		— Selbsttätige Formschneidema- schine mit Sauerstoff-Schneid- brenner	1410		

Seil	Seite	Stahl	Seite	Steuerung s. a. Ventil.	Seite
— Zur Entwicklungsgeschichte der Hohlseile. Von A. Fuchs. A.	1014*	— Die Veränderung im Kleingefüge verschiedener Baustähle durch Wechselbeanspruchung. Von W. Herold	1029*	— Nockenform und Ventilbewegung mit besonderer Berücksichtigung der Verbrennungsmotoren. Von M. Ringwald. A.	4
— Hochspannungsleiter der SSW, Hohlseil der AEG, der Metallbank und Metallurgischen - Gesellschaft, der SSW	1015*	— Abgekürztes Prüfverfahren zur Ermittlung der Dauerstandfestigkeit von Stahl bei erhöhten Temperaturen. Von A. Pomp	1034*	— Geometrie und Maßbestimmung der Kulissensteuerungen. Von R. Graßmann. B.	117
— Schwingungen elastischer Seile. Von K. Wolf	1474	— Autostähle des Welthandels. Von A. Müller-Hauff und K. Stein. B.	1175	— Versuche mit Lokomotivsteuerungen	134
Selbstkosten s. Buchführung.		— Das Verhalten von Stahl bei tiefen und hohen Temperaturen. Von A. Pomp. A.	1497*	Stickstoff s. Kältetechnik.	
Sicherung s. Signal.		— Verhalten von Flußstahl bei Dauerbeanspruchung unter 300°. Von M. H. Kraemer	1502	Stoff s. Pressen.	
Sieb. Fahrbares elektrisch angetriebenes Formsandsieb	614	— Neue Ergebnisse der Edeldstahlforschung. Von W. Oertel. Textbl. 13 und 14. A.	1503*	Stopfbüchse. Dampfturbinen-Stopfbüchse mit Wellfederpäckung von G. Huhn	33
— Der Stand der Siebnormung. Von Förderreuther	1336*	— Die Rolle des Sauerstoffes für die Metallurgie und die Qualität des Stahls. Von P. Oberhoffer, W. Hessenbruch und H. Esser. A.	1569*	Straßenbahn. Die Peckham-Pendelachsaufhängung für Straßenbahnwagen. Von Cramer	8
Signal s. a. Lager, Loten.		— Über das System Eisen-Sauerstoff. Von C. Benedicks und H. Löfquist. A.	1576*	— Dreiachsige englische Straßenbahnwagen	17
— Die zukünftige Entwicklung des Eisenbahnsicherungswesens. Von K. Günther. A.	125	Statik s. a. Ingenieurstand, Tunnel.		— Neue Londoner Straßenbahnwagen	43
— Über die neuesten Wasserschall-Apparate und ihre Anwendungen. Von E. Lübcke. B.	372	— Beitrag zur Kinematik des Raumfachwerkes. Von W. Prager	160	— Gelenk-Doppeltriebwagen für eine Überland-Schnellstraßenbahn. Von O. Günther	118
— Die Sicherungsanlagen für den Zugverkehr auf den deutschen Bahnen. Von H. Möllering. B.	467	— Über die Gliederung ebener Fachwerke. Von A. Artzt.	316	— Versuchstriebe von der Straßenbahn von Springfield	125
— Selbsttätige Zugüberwachung. Von C. Wolff. A.	1665*	— Der durchlaufende Träger über ungleichen Öffnungen. Von E. Kammer. B.	435	— Vierachsiger Straßenbahnwagen für Überland-Schnellverkehr. Von O. Günther	126
— Fahrsperrung der Berliner Nordsüdbahn von Siemens & Halske, elektromechanische Fahrsperrung mit unterbrochenem Kontakt, induktive Punktüberwachung ohne Stromquelle am Gleis, induktive Zugbeeinflussung von Siemens & Halske, fortlaufende induktive Zugüberwachung, induktive Punktüberwachung	1670*	— Praktische Statik. Von R. Saliger. B.	1005	— Neue Doppeldeck - Straßenbahnwagen. Von Günther	159
Silber s. Porzellan.		— Der elastisch drehbar gestützte Durchlaufbalken. Von H. Craemer. B.	1175	— Straßenbahnbetriebswagen aus Leichtmetall. Von Günther	176
Spaltflügel s. Luftfahrt.		— Die gewöhnlichen und partiellen Differenzen-Gleichungen der Baustatik. Von Fr. Bleich und E. Melan. B.	1311	Straßenbau s. a. Stein.	
Speicher s. a. Wärmespeicher, Elektrizitätswerk.		— Die Einflüsse bewegter Lasten auf Brücken und das Problem der Radreibung. Von A. Buchwald. B.	1447	— Automobilstraßenbau. Von Wambsganz	30
— Rohkohlenbunker, Kohlenstaubbunker des Großkraftwerkes Klingenberg	1847*	— Nebenspannungen, Durchbiegungen und Konstruktionsgewichte von Rautenträgern im Vergleich zu weitgespannten Dreiecksfachwerken. Von Karner	1816	— Bodenerschütterungen durch Kraftfahrzeuge. Von E. Essers und Th. Kappes	49
Speisewagen s. Eisenbahnwagen.		— Mehrstielige Rahmen. Von A. Kleinlogel. B.	1827	— Der Nürburg-Ring. Von L. Jonasz. A.	112
Speisewasser s. Dampfkessel, Verdampfen, Wasserabscheider, Wasserreinigung.		— Statische Berechnung der Pfahlsysteme. Von H. Wünsch. B.	1827	— Straßenbautagung Leipzig 1927. Von E. Neumann	166
Sperrholz s. Holz.		Staurand s. Messen.		— Wirtschaftliche und steuerliche Notwendigkeiten für die Zukunft der Straßen. Von Deidesheimer	166
Spiegel s. Beleuchtung.		Steatit. Steatit. Von W. Demuth. Textbl. 19 und 20. A.	1566*	— Straßenbaumaschinen auf der Leipziger Technischen Messe 1927	166
Spinnerei s. Faserstoff.		Stein s. a. Gips, Steinzeug.		— Die neue Straße. Von H. W. Wolfram	181
Spiritus. Die Spiritusfabrikation und ihre Nebenprodukte. Von A. Wagner. B.	371	— Die Asbest-Zementschieferfabrikation. Von K. H. Weigner. B.	143	— Verkehr und Straße. Von Althoff	181
— Die technische Herstellung von wasserfreiem Alkohol durch Druckdestillation. Von O. v. Keußler. A.	925*	— Die zum Häuserbau in Berlin verwendeten natürlichen Gesteine	552	— Die Ausgestaltung der städtischen Straßen und Plätze. Von Löschmann	181
Sprache. Über den Stil im technischen Schrifttum und Geschäftsverkehr. Von P. Krebs	1441	— Handbuch der Zementwaren- und Kunststeinindustrie. Von E. Probst. B.	615	Strömung s. Mechanik.	
Spritzen s. Hochbau.		— Die Beziehungen der petrographischen zu den technischen Untersuchungsverfahren der Straßenbaugesteine. Von Steuer	1661	Stuck s. Gips.	
Spritzguß s. Gießen.		Steinzeug. Steinzeug als Werkstoff. Von F. Singer. A.	122	Studienreise. Eindrücke von meiner ersten Amerikareise. Von J. Lauster. A.	176
Stab s. Elastizität.		— Steinzeug. Von W. Demuth	1560	Talsperre. Wasserkraftanlagen und Talsperren. Von A. Ludin (Chronik)	13
Städtewesen s. a. Hochbau.				— Der Talsperrenbau. Von P. Ziegler. B.	93
— Wirtschaftlicher Städtebau und angewandte kommunale Verkehrswissenschaft. Von H. L. Sierks. B.	179			Taschenbuch, „Hütte“. Des Ingenieurs Taschenbuch. 2. Bd. Von Akademischer Verein „Hütte“. B.	43
Stahl s. a. Gießen, Härten, Hochbau, Metallschutz.				— desgl. 4. Bd. B.	96
— Stahlveredelung. Von Goerens (Chronik)	62			Technik s. a. Ingenieurstand.	
— Über die Warmbehandlung von Konstruktionsstählen. Von F. W. Duesing	297*			— Unsere Technik. Von Siegfried Hartmann. B.	24
— Die Vorgänge beim Anlassen gehärteter Stähle. Von L. Traeger. A.	891*			— Vom wirtschaftlichen Geiste in der Technik. Von R. Haas. B.	33
				— Technische Pionierleistungen als Träger industriellen Fortschritts. Von E. Heidebroek. A.	80

	Seite		Seite		Seite
Technik		Turbine		Verbrennungsmaschine	
Philosophie der Technik. Von F. Dessauer. B.	1075	— Zur Geschichte der beweglichen Laufradschaufeln. Von H. Korn	195*	— Verbrennungsmotoren. Von N ä g e l (Chronik)	23
Zur Theorie der Technik. Von K. Dunkmann. A.	1619	— Der Umbau von Wasserturbinen zur Erzielung größerer Wirtschaftlichkeit. Von O. Albrecht und R. Haas	1333*	— Viertaktmotor mit veränderlichem Hub	34
Technische Lehranstalt s. a. Versuchsanstalt, Werkzeugmaschine.		Turbokompressor s. Kompressor.		— Sechszylinder-Flugmotor mit 950 PS Leistung	71
Besuch der Technischen Hochschulen des Deutschen Reiches im Winterhalbjahr 1926/27	493	Turbulenz s. Wärme.		— Abnahmeprüfung des 15 000 PS-Dieselmotors. Z.	144*
Fachsitzen „Ausbildungswesen“. Von Harm	1273	Turm s. Eisenbau.		— Die Verbreitung der Dieselmachine in Amerika	209
Die Ausbildung des Textilingenieurs. Von Rud. Roßmann. A.	1433	Überhitzer. Überhitzer für Heizkessel	1106	— Kompressorlose Zweitakt-Dieselmachine	209
Kungl. Tekniska Högskolans 100-Års Jubileum. 1927. B.	1828	— Zwischenüberhitzung durch Frischdampf	1342	— Dieselmotor mit Turbogebälse	306
Temperatur s. Thermometer.		Uhr. Kurzzeitmesser von Behm, Tonsender der britischen Admiralität, Tiefenmesser von Fessenden, Arbeitsweise des Lotes der britischen Admiralität, Signal-Magnetsender, Atlas-Lot. Langevin-Florisson-Sender, Martilot, Apparat zur Frequenzbestimmung von Hayes	1246*	— Zusammenhang der Indikator- und Drehkraftdiagramme von Zweitakt-Dieselmotoren mit den Drehschwingungen ihrer Wellen. Von A. Schröder	363
Temperatur s. Gießen.		Umspanner s. Transformator.		— Die kurbellose Kolbenmaschine von Michell. Von A. Leitner	366*
Textilindustrie s. Faserstoff.		Unfall s. a. Feuerschutz, Flasche.		— Der Dieselmotor als Kraftfahrzeugmaschine. Von A. N ä g e l. A.	405*
Thermometer. Versuche mit Durchflußpyrometern	8	— Sandstürme und Eisenbahn	272	— Junkers - Fahrzeug - Dieselmotor, Unterdruckregler des Junkers - Fahrzeugmotors	407*
Anleitung zu genauen technischen Temperaturmessungen. Von O. Knoblauch und K. Hencky. B.	467	— Die Rutschungen im Eisenbahneinschnitt Rosengarten	331*	— Englische Hochleistungs-Dieselmachine. Von Leitner	463*
Tiefbohren. Tiefbohrerichtungen mit elektrischem Antrieb. Von L. Steiner. A.	1185*	— Der elektrische Unfall. Von S. Jellinek. B.	615	— Einspritzverfahren für Schiffsdieselmachines	498
Torf. Torfvergasung und Torfverkokung. Von Gutmann	103*	— Betriebsstörungen in Kraftanlagen	1242	— Theorie und Praxis im Automobil-Motorenbau. Von C. Hanfland. B.	500
Torfspeicher s. Statik.		Unfallverhütung s. a. Kraftwagen.		— Dieselmotor für 300 bis 900 Uml./min	520
Transformator. Der Buchholz-Schutz für Umspanner. Von B. Thierbach. A.	448*	— Die Lebensgefährlichkeit niedrig gespannten Wechselstromes. Von E. Klapper	1037*	— Das Arbeitsvermögen der Vorkammer bei kompressorlosen Dieselmachines. Von K. Wilcken	534
Die Transformatoren. Von M. Vidmar. B.	499	— Blitzschutz bei großen Ölbehältern	1629	— Junkers-Flugmotoren	628*
Normspannungen bei Transformatoren. Von H. Köstenbaum	532*	— Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebssicherheit. Von F. Syrup. B.	1828	— Probleme des Zündmotors für flüssige Brennstoffe. Von L. Richter	764
Selbsttätige Unterwerke für Straßenbeleuchtung	903	Unkosten s. Buchführung.		Der Luftspeicher - Dieselmotor von Robert Bosch. A.-G. Von R. Striebeck. A.	1164*
Schaltplan für zwei 500 000 V-Transformatoren	1102*	Untergrundbahn s. Elektrische Bahn.		— Die Dieselmachine als Kraftfahrzeugmotor. Von K. Neumann. A.	775
Der Transformator im Betrieb. Von M. Vidmar. B.	1310	Unterwerk s. Transformator.		— Vierzylinder - Viertaktmotor Bauart Dörner	781*
Trichloräthylen s. Metallschutz.		Ventil. Einlaßventil mit Hilfsauslaßventil und Steuerung der Walzenzugmaschine der Nordberg Mfg. Co.	238*	— Kritische Betrachtungen über die Wertung von Verbrennungsmachines. Von P. Langer. A.	808, 914, 1164*
Triebwerkanlage s. Getriebe, Holz, Kupplung, Riemen, Seil, Welle, Zahnrad.		— Ventil mit Feineinstellung für Druckgase. Z.	433	— Großdieselmotoren zur Spitzendeckung	837
Trocknen s. a. Brikett, Zucker.		— Brennstoff-Ventil der Hochleistungs-Dieselmachine von Richardsons Westgarth & Co.	463*	— Die Kurbelkastenspülung eines Zweitaktmotors. Von O. Holm	847*
Das Trocknen von Formen mit Hilfe elektrisch erzeugter Wärme	306	— Überströmventil für 225 auf 105 at	661*	— Theorie der Brennkraftmaschinen und deren Brennstoffe vom Standpunkte der chemischen Gleichgewichtslehre. Von M. Brutzkus. B.	969
Die Wärmewirtschaft der Form-Trockenvorrichtungen in den Gießereien. Von A. Wagner	393*	— Entnahmeventil für Gasproben an Verbrennungsmachines	847*	— Spektographische Untersuchung über das Klopfen bei Explosionsmotoren	1000
— Kokstrockenvorrichtung, Gasbrenner Bauart Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G.	394*	— Differential - Überdruckventil für Luftkompressoren	1000*	— Schnellaufende Dieselmotoren in England	1073
— Vakuum-Trockenpartie für Papier	593*	— Saugventil, Druckventil, vereinigt Sicherheits- und Umlaufventil für Ammoniak-Verbundkompressor der Firma Gebr. Sulzer	1146*	— Kompressorlose Viertakt-Dieselmotoren mit Strahlerstäubung. Von R. Mayer. A.	1081*
— Kulissentrockner für Wäsche	1350*	— Rohrpost-Luftabsperrentil mit elektrisch betriebener Druckluftsteuerung	1357*	— Fachsitzen Verbrennungsmotoren. Von A. Heller	1164*
Trocknung s. Industrie.		— Fehlerhafte Ventilbauart	1368*	— Die Entwicklung der Gasmaschine. Von E. Hinderer	1223
Tunnel s. a. Kanal, Kraftwagen, Lüftung.		— Selbsttätiges Regelventil der Isko Co. für Kühltürme	1382*	— Neuere Anschauungen über Zünd- und Verbrennungsvorgänge in Dieselmotoren. Von Fr. Saß. A.	1287*
Luftwiderstand und Druckverlauf bei der Fahrt von Zügen in einem Tunnel. Von W. Tollmien. A.	199*	— Entnahmeregler, Bauart Wumag, für Dampfmaschinen	1603*	— Einzylinder - Großdieselmotor der Fiat-Werke	1342
Die Auskleidung von Druckstollen und Druckschächten. Von O. Walch. B.	308	— Hauptventil und Überlastventil der Frischdampfregelung der Turbinen des Großkraftwerkes Klingenberg	1872*	— Die schnellaufende Ölmaschine	1378
Statische Probleme des Tunnel- und Druckschächtes. Von H. Schmid. B.	536	Verbrennung s. Brennstoff, Feuerung, Ofen.			
Der Bau langer, tiefliegender Gebirgstunnel. Von C. Andrae. B.	1039	Verbrennungsmaschine s. a. Bagger, Brennstoff, Düse, Indikator, Kühlen, Lokomotive, Messen, Schiffsmachine, Steuerung, Ventil, Vergaser, Zylinder.			
Turbine s. a. Regulator.					
Kleinturbine mit angeflanschem Stromerzeuger von J. M. Voith	37*				
Einflüsse auf den Wirkungsgrad von Wasserturbinen. Z.	106				

	Seite		Seite		Seite
Verbrennungsmaschine		Verein		Verein deutscher Ingenieure	
— Der Wirkungsgrad von Verbrennungsmaschinen	1410	— Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt. Von Everling	1475	— Verleihung der Grashofdenkmünze an Prof. Dr.-Ing. E. h. H. Junkers. Beschluß der 66. Hauptversammlung . . .	840
— Raschlaufende Ölmaschinen. Von O. Kehr. B.	1447	— Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik	1491	Geschäftsbericht und Verwaltung. Geschäftsbericht für das Jahr 1926/27 . . .	710
— Einspritzverfahren für schnelllaufende Dieselmotoren	1597	— Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik . . .	1612	— Rechnung des Jahres 1926. Beschluß des Vorstandsrates . . .	840
— Achtzylindermotor von Hanocq-Dewandre	1677*	— 9. Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. Von Wolf . . .	1624	— Beschluß der 66. Hauptversammlung	840
— Druckmindervorrichtung von Einscheiben-Signalbauanstalten Max Jüdel zum Anlassen von Dieselmotoren	1701*	— Eisenhüttenstag 1927. Von Gossow	1625	— Haushaltplan für das Jahr 1927 und 1928. Beschluß des Vorstandsrates	840
— 700pferdiger Packard-Motor V 1500 mit Getriebe, zwölfzylindriger Packard-Motor V 1500, 1030 PS Fiat-Motor A S 3	1735*	— Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft. Von Luchsinger	1725	— Wahl zweier Rechnungsprüfer und ihrer Stellvertreter für das Rechnungsjahr 1927. Beschluß der 66. Hauptversammlung	840
— Auspufftemperaturen und Leistungsgrenzen von Dieselmotoren mit ungekühlten Grauguß-Tauchkolben. Von V. Heidelberg. A.	1800*	— Deutscher Physiker- und Mathematikertag in Kissingen 1927. Von S. Erk	1758	Hilfsskasse. Wahl des Kuratoriums der Ingenieurhilfe. Beschluß des Vorstandsrates	839
— Idealer Kreisprozeß von Verbrennungsmaschinen. Von K. Merkle	1812	— Tagung des Deutschen Eisenbau-Verbandes. Von K. Bernhard	1816	— Beitrag der Mitglieder zur Ingenieurhilfe. Beschluß des Vorstandsrates	840
Verdampfen. Die thermische Speisewasseraufbereitung. Von R. Blaum. A.	285*	— Straßenbautagung der Vereinigung der technischen Oberbeamten deutscher Städte und des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege. Von H. W. Wolfram . . .	1817	Mitglieder. Handhabung der Leitsätze 3 und 4 für die Prüfung der Aufnahmegegense. Beschluß des Vorstandsrates	839
— desgl. Z.	402	Verein deutscher Ingenieure		— Beitrag für 1928 für die in Deutschland wohnenden Mitglieder. Beschluß des Vorstandsrates	840
Verein. Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen 1926. B.	36	Satzung. Ergänzung des § 64 und Änderung der §§ 12 und 13 der Satzungen. Beschluß des Vorstandsrates	839	Zeitschriften. VDI-Zeitschrift. Geschäftsbericht . . .	717
— Eisenhüttenstag 1926. Von Gossow	172	— Beschluß der 66. Hauptversammlung	840	— VDI-Nachrichten. Geschäftsbericht	717
— 14. Jahresversammlung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft. Von L. Bloch	236	Wissenschaftlicher Beirat. Geschäftsbericht	717	— Technik und Wirtschaft. Geschäftsbericht	717
— Tagung der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau. Von Wambganß	302	— Versammlung des Wissenschaftlichen Beirates	718	— Maschinenbau. Geschäftsbericht	717
— Wärmetechnische Tagung der Gesellschaft deutscher Metallhütten- und Bergleute. Von E. Praetorius	303	Vorstand. Wahl von Beigeordneten in den Vorstand. Beschluß des Vorstandsrates . . .	839	— Archiv für Warmwirtschaft und Dampfkesselwesen. Geschäftsbericht	717
— Jahresversammlung der Gesellschaft der Freunde und Förderer der hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt e. V.	334	Vorstandsrat. Wahlen und Beschlüsse der Versammlung des Vorstandsrates am 28. Mai 1927 in Mannheim	839	— Zeitschrift für Metallkunde. Geschäftsbericht	717
— Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für technische Physik in Düsseldorf 1926. Von H. Simon	400	— Wahl von Mitgliedern des Wahlausschusses. Beschluß des Vorstandsrates	839	— Technik in der Landwirtschaft. Geschäftsbericht	717
— 30. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins	865	Hauptversammlung. 66. Hauptversammlung. Ankündigungen	212, 435	— Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik. Geschäftsbericht	717
— desgl. Z.	1132	— Aus der Tagesordnung	616	— Technische Auslandszeitschrift. Geschäftsbericht	717
— Sechste technische Tagung des mitteldeutschen Braunkohlenbergbaues. Von E. Praetorius	933	— Wahlen und Beschlüsse	840	— Veröffentlichung von Jahresberichten der Bezirksvereine in der VDI-Zeitschrift. Beschluß des Vorstandsrates	839
— Ordentliche Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen	963	— Ort der 67. Hauptversammlung 1928. Beschluß des Vorstandsrates	840	— Stärkere Zusammenfassung der deutschen technisch-wissenschaftlichen Vereinsarbeit und Verminderung der Zahl technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften. Beschluß des Vorstandsrates	839
— 17. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Gießereifachleute. Von Lohse	1033	Fachsitzungen. Getriebelehre	163*	Sonstige literarische Unternehmungen. Forschungshefte auf dem Gebiete des Ingenieurwesens. Geschäftsbericht	717
— 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure	1069	— Wärmetechnische Forschung	461	— Jahrbuch für die Geschichte der Technik und Industrie. Geschäftsbericht	717
— Verein Deutscher Eisengießereien, Gießereiverband. Von Lohse	1104	— Ausschuß für mechanische Schwingungen	898	— Einzeldruckschriften. Geschäftsbericht	717
— Gemeinschaftssitzung der Fachausschüsse des Vereines Deutscher Eisenhüttenleute	1223	— Anstrichtechnik	918	Verlag und Anzeigenwesen. Geschäftsbericht des VDI-Verlages	717
— Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins in Karlsruhe. Von M. Jakob	1304	— Betriebstechnik	954	Technisch-wissenschaftliche Versuche. Flüssigkeitsreibung rotierender Zylinder	719
— Die 32. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Kiel	1338	— 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure	1069	— Wärmeübertragung in Luftschichten durch Konvektion	719
— 50 Jahre Württembergischer Ingenieur-Verein. B.	1344	— Dampftechnik	1133	— Einfluß des Wärmeüberganges auf die Temperaturmessung	719
— Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern. Von Gossow	1405	— Verbrennungsmotoren	1164	— Versuche mit Zerstäubern schwerer Brennöle	719
— Die erste deutsche Werkstofftagung	1413*	— Maschinenelemente	1200		
		— Ausbildungswesen	1273		
		Werkstofftagung. Werkstofftagung Berlin 1927. Ankündigung	36		
		— Vorträge der Werkstofftagung, Einteilung der Werkstoffschau	1413		
		— Eröffnung der Werkstoffschau	1599		
		— Ergebnisse und Auswertung der Werkstofftagung	1797		
		Ehrenmitglieder und Grashofdenkmünze. Ernennung von Geh. Rat Ing. Dr. W. Exner und Kommerzienrat Dr. rer. pol. h. c. H. Röchling zu Ehrenmitgliedern. Beschluß der 66. Hauptversammlung	840		

	Seite		Seite		Seite
Verein deutscher Ingenieure		Verein deutscher Ingenieure		Verein deutscher Ingenieure	
— Kritische Übersicht der Schwingungs-Meßmethoden . . .	719	— Dämpfungsfähigkeit von Baustoffen . . .	721	— Eingabe betreffend Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft . . .	971
— Reinheitsgrad von Azetylen und Sauerstoff . . .	719	— Bestimmung der Korngröße feinsten Teilchen in technischen Mehlen . . .	721	— Veranstaltungen der Weltkraftkonferenz . . .	1796
— Strahlung von Baustoffen . . .	719	— Ölprüfungen . . .	721	Bezirksvereine. Eintrittsgeld für besuchende Mitglieder. Beschluß des Vorstandsrates . . .	839
— Zerspanungsversuche . . .	719	— Spannungsverteilung in Kegelkolben . . .	721	— Überweisungen des Gesamtvereines an die Bezirksvereine. Beschluß des Vorstandsrates . . .	840
— Nachbehandlung von Bohrlöchern . . .	719	— Richtlinien für die Prüfung von Schweißarbeiten . . .	721	Vererbung s. Anthropologie.	
— Spannungsverteilung in Schubstangenköpfen . . .	719	— Räumnadelversuche . . .	721	Vergasen s. Gas.	
— Strömungsversuche an Krümmern . . .	719	— Ausbau des Verfahrens hochfrequenter Bildaufnahmen . . .	721	Vergaser. Carburatation in theory and practice. Von R. W. A. Brewer. B. . .	243
— Einfluß des Speisewassers auf das Kesselblech . . .	719	— Mischvorgänge in Strahlapparaten . . .	721	Verkehr s. a. Eisenbahn, Elektrische Bahn, Kraftwagen, Luftfahrt, Schifffahrt, Straßenbahn.	
— Rechentafeln für wirtschaftlichste Isolierstärke . . .	719	— Elastizitätsversuche mit rechteckigen Platten . . .	721	— Der unterirdische Städtebau. Von Leo . . .	1817
— Zerdrück- und Zerreißversuche mit Gesteinen . . .	719	— Röntgen-Untersuchungen von Schweißarbeiten . . .	721	Vermessen. Selbsttätige Vermessungsmaschine . . .	1663
— Messung großer Gasmengen . . .	720	— Selektive Strahlung von Kohlensäure und Wasserdampf bei hohen Temperaturen . . .	721	Versatz s. Bergbau.	
— Leimprüfung . . .	720	— Versuche mit Dehnungsmessern an Schiffskörpern . . .	721	Verschwelen s. Gas.	
— Zeitdehner für Aufnahmen schnell verlaufender Vorgänge . . .	720	— Weiterführung der Elastizitätsversuche . . .	721	Versuchsanstalt s. a. Flasche, Luftfahrt.	
— Alterserscheinungen an Schmierölen und Bewertung der Schmieröle . . .	720	— Versuche mit gegliederten Holzstützen . . .	721	— Prüfraum für Schleuderversuche . . .	106
— Strömungsvorgänge an den Schaufelenden treibender und getriebener Turbinenräder . . .	720	— Kläreffekt und seine Verbesserung bei Frischwasserkläranlagen . . .	721	— Hochschullaboratorium für 2,1 Mill. V Spannung . . .	142
— Dehnungsmessungen an Schiffskörpern . . .	720	— Neigungsmesser für Flugzeuge . . .	721	— Laboratorium für Hebezeuge und Pumpen der Technischen Hochschule Hannover. Von L. Klein. A. . .	153*
— Verdampfungswärme des Wassers oberhalb 10 at . . .	720	— Klopfen von Vergaser-Maschinen . . .	722	— Das Maschinenlaboratorium C der Technischen Hochschule Hannover. Von K. Neumann. A. . .	158*
— Wärmeübertragung strömender heißer Luft an Rohre und Rohrbündel im Kreuzstrom . . .	720	— Wirkung des Farbenzerstäubers auf eine ebene Fläche . . .	722	— Neue Ergebnisse und Aufgaben der Schiffbau-Versuchs- und Propellertechnik. Von Foerster . . .	334
— Versuche mit einem Dampfkessel für 120 at Betriebsdruck zur Bestimmung von C_p . . .	720	— Belastungsversuche an genieteten und geschweißten Parallelträgern . . .	722	— Die Wasserbaulaboratorien Europas. Von G. de Thierry und C. Matschoß. B. . .	338
— Wärmeleitung feuerfester Steine bei Temperaturen über 500° und Abbrand der Steine . . .	720	— Resonanz und Schallaufnahme von Holzplatten . . .	722	— Neuere Arbeiten und Aufgaben der Chemisch-Technischen Reichsanstalt. Von J. Hausen. A. . .	521*
— Gesamtstrahlung von Kohlensäure und Wasserdampf bei hoher Temperatur . . .	720	— Sammlung und Bekanntgabe wissenschaftlicher Versuche . . .	722	— Explosionssicherer Prüfstand für Maschinen mit hoher Drehzahl. Von H. Köppe . . .	901*
— Ergänzung der Thomaschen Modellversuche an Dampfkesselmodellen . . .	720	Gewerbliche Gesetzgebung. Bericht des Patentausschusses. Beschluß des Vorstandsrates . . .	839	— Ein neues Höchstspannungs-Versuchsfeld für elektrotechnisches Porzellan. Von Wallich . . .	1101*
— Dämpfung von Schallschwingungen in Werkstoffen . . .	720	Normen u. dgl. Deutscher Normenausschuß. Geschäftsbericht . . .	718	— Modellschleppversuche im Wellengang. Von Luchsinger . . .	1168*
— Untersuchung von Metallstäben auf Schwingungsdauerbeanspruchung . . .	720	Sonstige Arbeiten des Vereines. Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure. Geschäftsbericht . . .	718	— Neue englische Versuchsstreckenanlage bei Buxton . . .	1292
— Wärmeleitfähigkeit von Metallen . . .	720	— Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft. Geschäftsbericht . . .	718	— Technisch-wissenschaftliche Forschungen der staatlichen physikalischen Forschungsanstalt in England im Jahre 1926. Von Adrian . . .	1376*
— Verbrennungsvorgänge in Dampfkesselfeuerungen . . .	720	— Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung. Geschäftsbericht . . .	718	— Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt im Jahre 1926. Von M. Jakob . . .	1406
— Wasserumlauf in Dampfkesseln . . .	720	— Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen. Geschäftsbericht . . .	724	— Die Entwicklung der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart seit 1906. Von R. Baumann und O. Graf. Textbl. 11 und 12. A. . .	1468*
— Systematische Drahtseilversuche . . .	720	Andere Vereine. Deutsche Gesellschaft für Metallkunde. Geschäftsbericht . . .	718	— Die Versuchsanstalten in den deutschen Eisenhüttenwerken. Von E. H. Schulz. A. . .	1493
— Einwalzversuche mit Rohren . . .	720	— Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen. Geschäftsbericht . . .	718	— Versuchseinrichtungen und -ergebnisse des Instituts für Schiffsfestigkeit an der Technischen Hochschule Danzig. Von Lienau . . .	1725
— Versuche mit Kreiselumpen und Kreiselverdichtern . . .	720	— Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen. Geschäftsbericht . . .	718	Vorrichtung s. Werkzeug.	
— Strömungsverhältnisse an Pumpenventilen . . .	720	— Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik. Geschäftsbericht . . .	718		
— Funktionstafeln - Literaturverzeichnis . . .	720	— Deutscher Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine. Geschäftsbericht . . .	718		
— Einfluß von Umhüllungen der Schweißstäbe auf die Güte der Schweißung . . .	720	Verschiedenes. Bach-Stiftung für technisch-wissenschaftliche Forschung . . .	724		
— Richtlinien für die Bewertung des Schweißgerätes bei elektrischer Schweißung . . .	721	— Klingenbergstiftung für Unterstützung Studierender . . .	724		
— Feuerfestigkeit von Werkstoffen verschiedener Art . . .	721	— Techniker im Auslandsdienst. Beschluß des Vorstandsrates . . .	839		
— Eigenschaften von Bekleidungsstoffen . . .	721	— Entwurf eines Reichsgesetzes von Kammern der freien technischen Berufe . . .	839		
— Eigenschaften von Holz und dergl. . .	721				
— Winddruckmessungen an Modellen . . .	721				
— Systematische Untersuchung der Schraubensicherungen . . .	721				
— Drehversuche an Werkstoffen des Maschinenbaues . . .	721				
— Kondensation von Heiß- und Sattdampf . . .	721				

	Seite		Seite		Seite
Vorwärmer. Die Luftvorwärmung im Dampfkesselbetrieb. Von W. Gumz. B.	904	Waschen s. a. Lager, Schleuder, Trocknen, Zentrifuge.		Wasserreinigung	
— Vereinigter Luft- und Speisewasservorwärmer	1597	— Mechanische Weißwäschereien. Von P. Liske. A.	1345, 1401*	— Stoffanganlage von J. M. Voith, von O. Schmidt	594*
— Thermische Bewertung der Speisewasservorwärmung durch Anzapfdampf, insbesondere bei Hochdruckanlagen	1644	— Zylinder-Dampfmangel, Muldenmangel, Tischbügelmaschine, Zweiwalzen-Bügelmaschine, Dreiwalzen-Bügelmaschine	1348*	— Salzgehaltprüfung bei britischen Wasserrohr-Schiffskesseln	948
— Luftvorwärmer von R. O. Meyer	1860*	— Metallwaschmaschine	1467	— Der technische Aufbau der Frischwasser-Kläranlage, Bauart „OMS“. Von O. Mohr	1209
Wärme s. a. Abwärme, Bäckerei, Dampf, Eisenhüttenwesen, Feuerung, Gas, Keramik, Kühlen, Lokomotive, Messen, Ofen, Thermometer, Trocknen, Wärmeschutz, Wärmespeicher.		Wasserabscheider Kondensatregler, Standrohr mit Mischdüse für Kondensatrückspeisung von Franz Seiffert & Co.	356*	— Entsandungsanlagen für Wasserkraftwerke. Von J. Büchi. A.	1224*
— Heat transfer and evaporation. Von W. L. Badger, B.	107	Wasserbau s. a. Flußregulierung, Hafen, Kanal, Mechanik, Schifffahrt, Schiffshebewerk, Schleuse, Versuchsanstalt.		— Sauerstoffreises Wasser. Von C. Taubert	1272*
— Wärmeübergang in tropfbaren Flüssigkeiten. Z.	274	— Geschiebeableitung bei Spaltung von Wasserläufen. Von H. Bulle. A.	53*	— Trinkwasser und Typhusepidemien. Von Bruns	1406
— Tagung für wärmetechnische Forschung. Von Adrian	461	— desgl. Z.	305	— Über die Entkieselung von kiesel säurehaltigen Wässern. Von E. Berl und H. Staudinger. A.	1654*
— Die Wärmeübertragung. Von M. ten Bosch. B.	714	— Wasserbau und Binnenschifffahrt. Von G. de Thierry (Chronik)	131	— Betriebserfahrungen mit Kesselspeisewasser bei Hochdruckanlagen	1762
— Die Grundlagen der Wärmeübertragung. Von F. Merkel. B.	714	— Die Regulierung des Bodensees und Berechnung der Wasserspiegellage. Von Böß	484*	Wasserversorgung s. a. Rohr, Wasserreinigung, Wehr.	
— Thermodynamika. Von M. de Haas. B.	871	— desgl. B.	614	— Die Wasserversorgung Kapstadts	685
— Wärmeübergang und Turbulenz. Von H. Lorenz	1071	— Die Wasserwirtschaft im Spreewald	695	Weberei s. Faserstoff.	
— desgl. Z.	1199	— Geschiebebewegung in Flüssen und an Stauwerken. Von A. Schocklitsch. B.	714	Wehr. Kolkverhütung an Wehren. Von Ludin. A.	161*
— Thermodynamik. Von M. Planck. B.	1074	— Modellversuche an Kühlwasserkanälen für Kraftwerke. A.	1195*	— Das Hauptwehr der Wasserkraftanlage Zemo-Awtshaly bei Tiflis. Von D. Harupa. A.	469*
— Die Wärmeleitfähigkeit von Eis bis —125°. Von M. Jakob	1304	— Große Kanal- und Elektrizitätspläne in Belgien	1211	— desgl. Z.	534
— Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik. 3. Bd.: Physikalische, chemische und technische Thermodynamik. Von A. Eucken. B.	1447	Wasserhaltung. Die Wassersperrarbeiten bei Bohrungen auf Erdöl. Von B. Schwaiger. B.	1411	— Die Kultivierung Aegyptens und des Sudan. Der Sennar-Staudamm am Blauen Nil. Von E. Sachs. A.	481*
Wärmebehandlung s. Materialkunde, Schweißen, Stahl.		Wasserkraft s. a. Elektrizitätswerk, Museum, Schifffahrt, Talsperre, Turbine, Wasserleitung, Wasserreinigung, Wehr.		Welle s. a. Mechanik.	
Wärmeschutz. Wärmeschutz durch Aluminiumfolie. Von E. Schmidt. A.	1395*	— Wasserkraft-Maschinen und -Anlagen. Von Oesterlen (Chronik)	24	— Bemessung leichter Vorgelegewellen. Von v. Tauffkirchen-Wiedemann	1340*
Wärmespeicher. Kraftwerk mit Dampfspeichern der Hamburger Hochbahn	692*	— Wasserkraftanlagen und Talsperren. Von A. Ludin (Chronik)	132	Weltkraftkonferenz s. Elektrische Bahn, Elektrizitätswerk, Energiewirtschaft, Landwirtschaft, Schifffahrt, Wasserkraft.	
— Rohrplan einer Anlage für Warmwasserspeicherung	1466*	— Wasserkraftanlagen am Susquehanna	141	Weltraumfahrt s. Luftfahrt.	
Wärmeübergang s. Wärme.		— Utilizzazioni di Forze idrauliche impianti idroelettrici. Von F. Marzolo. B.	143	Werft s. Schifffbau.	
Wage. Vorschriften für die Prüfung von Handelswagen (Gewichtswagen)	267*	— Wasserkraftausnutzung in Bayern. B.	243	Werkstofftagung. Die erste deutsche Werkstofftagung	1413*
— Die Mehrhebel-Neigungswage. Von Peuker	679*	— Wasserkraftnutzung und Binnenschifffahrt auf der Weltkraftkonferenz in Basel 1926. Von G. de Thierry	265	— Werkstofftagung Berlin 1927	1599
— Fortschritte im Bau von Gleiswiegenvorrichtungen. Von M. Raundnitz. A.	1019*	— Wasserkraftnutzung. Von E. Reichel	477	— Die Werkstofftagung Berlin 1927. Von C. Matschoß. Textblatt 27 bis 32	1797*
— desgl. Z.	1760	— Wasserkraftjahrbuch 1925/26. Von K. Dantscher und C. Reindl. B.	1039	Werkzeug s. a. Gesenk, Härten, Schweißen.	
— Analysenwage mit Luftdämpfung	1410*	Wasserleitung s. a. Tunnel.		— Werkzeugmaschinen und Werkzeuge. Von B. Buxbaum (Chronik)	25
Walzwerk s. a. Buchführung, Dampfmaschine, Rohr.		— Kraftwasserstellen von 25,6 km Länge	1762	— desgl. Z.	100
— Blockstraße bei Ford mit 1067 mm Walzendurchmesser	71	Wasserreinigung. Frischwasserklärung bei der Abwasserreinigung. Von M. Strell und B. Rentsch. A.	291*	— Miramant, eine eisenfreie hochwertige Schneidmetalllegierung. Von A. Kropf	136
— Vergleichende Zeitstudien an Walzwerken, insbesondere an Drahtstraßen. Von K. Rummel	173	— Kläranlage von Travis-Ault, Dr.-Ing. Imhoff, Emischerbrunnen, Kläranlage von Kremer, Gesellschaft für Wasser und Abwasserreinigung Neustadt, Mondrion, Hauptner, Dyckerhoff & Widmann A.-G., Schrank, Commin, Boller, Oms, David Grove A.-G., Walther	292*	— desgl. Z.	209
— Auswalzen von 28 t-Blöcken	870	— Speisewasseraufbereitung mittels Natriumphosphates	433	— Günstigste Form eines Gewindebohrers, Einfluß der Bohrerform auf Drehmoment und Vorschubdruck	137*
— Neue Walzwerkanlage der Wisconsin Steel Co. Von H. Illies	1240*			— Schnitte und Stenzen. Von E. Göhre. B.	1211
— Neues Drahtwalzwerk der Bethlehem Steel Co. Von H. Illies	1306*			— Vorrichtungen im Maschinenbau. Von O. Lich. B.	1598
— Neuere Blockwalzwerke und Trägerstraßen der Carnegie Steel Co.	1467			— Die amerikanischen Methoden zur Behandlung der Bandsägeblätter und ihre elastizitätstheoretische Begründung. Von G. Schmaltz. A.	1645*
— Neue Walzenstraßen bei der Illinois Steel Co.	1772			— Mit Druckluft betätigte Schraubstöcke	1694
— Neues Blechstreifenwalzwerk der Trumbull Steel Co. Von H. Illies	1790*			Werkzeugmaschine s. a. Hammer, Holz, Messen, Pressen, Schleifen, Zahnrad.	

	Seite		Seite		Seite
Werkzeugmaschine		Wörterbuch		Zeichnen. Berechnung, Erfahrung	
— Hobelmaschine mit 210 PS		— Technisches Taschen-Wörter-		und Gefühl. Von C. Volk . . .	1200
Leistung	106	buch in russischer und deut-		Zeitmesser s. Uhr.	
— Wahl der richtigen Arbeits-		scher Sprache. Von S. J.		Zeitschriftenschau. Engineering	
maschinen	142	Lavroff. B.	468	Abstracts. B.	715
— Abwälz - Schraubfräsmaschine		Wolkenkratzer s. Hochbau.		Zeitstudie s. Betriebswissenschaft,	
für Spiralkegelräder nach		Wurfturbine s. Hochbau.		Walzwerk.	
Schicht-Preis von Frd. Kling-		Yacht s. Schiff.		Zellstoff s. a. Abwärme, Bleichen,	
elnberg Söhne	259*	Zähigkeit s. Öl.		Kochen, Ofen, Papier, Pressen,	
— Die Werkzeugmaschinen der		Zahnrad s. a. Feuerung.		Wasserreinigung.	
amerikanischen Kraftwagen-		— Vom Wesen und Werden des		— Technische Neuerungen in der	
industrie	370	Pfauter - Verfahrens. Von K.		Zellstoff- und Papierindustrie.	
— Die Werkzeugmaschinen auf		Kutzbach. A.	73*	Von Laßberg. A.	585*
der Leipziger Frühjahrsmesse		— Stirnrad-Fräsmaschine von		Zement s. a. Stein.	
1927. Von H. Haneke. A.		Schiele 1856, von Grant		— Abwärmeverwertung in einer	
.	817, 885*	1887, Maschine von Pfau-		Zementfabrik	1142
— Massenanfertigung mittels Ab-		ter zum Fräsen von		— Vicat-Nadelprüfgerät für Ze-	
wälzschablone auf einer ge-		Schraubenrädern mittels		mentprüfung	1618
wöhnlichen Spitzendrehbank .	954	Schneckenfräasers		— Der Zement. Von R. Grün.	
— Die Metallbearbeitungsmaschi-		— Maltesergetriebe und Stern-		B.	1827
nen in der amerikanischen		räder. Von Alt	76*	Zentrifuge s. Schleuder.	
Elektroindustrie	1142	— Wälzgetriebe und Schrauben-	76*	Ziegelei s. a. Keramik, Müllerei,	
— Schwere Großdrehbank von		getriebe für rechtwinklige		Pressen.	
1500 mm Spitzenhöhe. Von		Achsen. Von Kutzbach	164	— Feuerfeste Stoffe, ihre Prü-	
Weil	1170*	— Schraubengetriebe für recht-		fung und ihr Verhalten im	
— Halbselbsttätige Schneidbank		winklig sich kreuzende Ach-		Hüttenbetriebe. Von E. H.	
für sehr genaue Schnecken und		sen. Von Altmann	165	Schulz	173
Gewinde. Von Parey	1276*	— Die wirtschaftliche Kegelrad-		— Neuere Gesichtspunkte bei der	
— Elemente des Werkzeugmaschi-		bearbeitung im fortlaufenden		Verwendung feuerfester Bau-	
nenbaues. Von M. Coenen.		Abwälz - Schraubfräsvorfahren.		stoffe. Von Endell	303
B.	1343	Von A. Wallich und H.		— Neuere Maschinen der Ziegel-	
— Elektrische Antriebe für		Blaise. A.	255*	industrie. Von E. Franck.	
Arbeitsmaschinen im techni-		— Riduttori. Principii — Mate-		A.	823*
schcn Unterricht. Von H.		riali — Calcolo — Esempi.		Ziehen s. Pressen.	
Becker	1360	Von O. Pomini. B.	467	Zink. Das Coley-Verfahren zur	
— Maschine zur Herstellung		— Zyklische Pfeilverzahnung.		Zinkdarstellung. Von K.	
großer Spiralkegelräder	1378	Von P. Böttcher	507*	Seidl	1240
— Werkzeugmaschinen - Ausstel-		— Herstellung und Prüfung der		Zucker. Zucker aus Trocken-	
lung in Cleveland	1597	Maag - Zahnräder. Von M.		schnitzeln. Von Niedlich	1100
— Neue Hochleistungs - Schnell-		Maag. A.	509*	— Die Maschinentchnik in	
drehbank. Von Nigge-		— Großes Zahnradgetriebe	685	Zuckerfabriken und Raffine-	
meyer	1626*	— Wechselradergetriebe für Fräs-		rien. Von K. Schiebl. B.	1279
— Schaben oder Schleifen?	1731	maschinen von Fritz Werner		— Zucker aus Trockenschnitzeln.	
— Schnellaufende Bohrmaschine.		A.-G.	821*	Von H. Claaben	1332
Von B. Schmidt	1759*	— Leitergetriebe, Aufrichtgetriebe		Zündung. Elektrische Zündung,	
Vinderhitzer s. Hochofen.		und Kippicherung der Magi-		Licht und Anlasser der Kraft-	
Vindkraft. Die Windkraft in		rus-Leiter, Aufrichtgetriebe,		fahrzeuge. Von E. Seiler.	
Theorie und Praxis. Von K.		Auszuggetriebe von Kieslich .	944*	B.	535
Bilau. B.	339	— Die Teilung der Zahnräder und		— Magnetzünder, Zündverteiler	
Vinkel s. Maß.		ihre einfachste rechnerische Be-		der Bosch A.-G.	1756*
Vörterbuch. Technisches Wör-		stimmung. Von G. Hön-		Zugüberwachung s. Signal.	
terbuch. Ungarisch - deutsch,		nick. B.	1310	Zylinder s. a. Elastizität, Lokomo-	
deutsch-ungarisch. Von S.		— Zahnradgetriebe für Diesel-		tive.	
Révész. B.	404	lokomotiven	1742	— Dreigliedriger Verdichtungs-	
				raum des Aero-Motors	765*

Tafelverzeichnis

	Seite
Tafel 1 und 2. Höfinghoff-Stuhr, Hochseefährschiff „Schwerin“ der Deutschen Reichsbahngesellschaft für die Linie Warnemünde—Gjedser, erbaut von F. Schichau, Elbing	107
Tafel 3 bis 6. Luchsinger, Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“	163
Tafel 7 und 8. Troeger, Die Richtlinien für den Entwurf des Großkraftwerkes Klingenberg	183
Tafel 9. Münzinger, Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg	185
Tafel 10. Kraft, Die Turbinenanlage des Großkraftwerkes Klingenberg	186

Textblattverzeichnis

	Seite
Textblatt 1 bis 4. Hanemann, Das Zustandschaubild der Eisenkohlenstoff-Legierungen und seine Anwendung	24
Textblatt 5 und 6. Höfinghoff-Stuhr, Hochseefährschiff „Schwerin“ der Deutschen Reichsbahngesellschaft für die Linie Warnemünde—Gjedser, erbaut von F. Schichau, Elbing	107
Textblatt 7 bis 10. Schaechterle, Die Gestaltung der Brücken	121
Textblatt 11 und 12. Baumann-Graf, Die Entwicklung der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart seit 1906	146
Textblatt 13 und 14. Oertel, Neue Ergebnisse der Edeldstahlforschung	150
Textblatt 15 und 16. Steudel, Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, Betrieb und Werkstoffprüfung im Leichtbau	151
Textblatt 17 und 18. Ludwik, Die Bedeutung des Gleit- und Reißwiderstandes für die Werkstoffprüfung	153
Textblatt 19 und 20. Demuth, Steatit	155
Textblatt 21 und 22. Luchsinger, Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“	163
Textblatt 23 bis 26. Göblau, Das zehnte internationale Seeflugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig	173
Textblatt 27 bis 32. Matschoß, Die Werkstofftagung Berlin 1927	179
Textblatt 33. Laube, Die Bauanlagen des Großkraftwerkes Klingenberg	184
Textblatt 34. Münzinger, Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg	185
Textblatt 35 und 36. Kraft, Die Turbinenanlage des Großkraftwerkes Klingenberg	186
Textblatt 37 und 38. Probst, Der elektrische Teil des Großkraftwerkes Klingenberg	189

Kunstblattverzeichnis

	Seite
Kunstblatt 1 und 2. Matschoß, Werkstoff	148

Fachhefte

	Seite
Nr. 17 Werkstoffe	537/58
Nr. 19 Luftfahrt	617/65
Nr. 22 Hauptversammlung 1927	725/80
Nr. 43 Werkstofftagung I	1481/152
Nr. 44 Werkstofftagung II	1525/156
Nr. 53 Großkraftwerk Klingenberg	1831/191

Inhalt der im Jahre 1927 herausgegebenen
Mitteilungen über Forschungsarbeiten
auf dem Gebiete des Ingenieurwesens

Heft 288: Erk: Zähigkeitsmessungen an Flüssigkeiten und Untersuchungen von Viskosimetern.

Einleitung. Zur Theorie der Kapillarviskosimeter. Ein Zähigkeitsmesser für Fundamentalbestimmungen. Normalflüssigkeiten. Der Zähigkeitsmesser nach Engler. Der Zähigkeitsmesser nach Vogel-Ossag. Der Zähigkeitsmesser nach Lawaczek.

Heft 291: Kießkalt: Untersuchungen über den Einfluß des Druckes auf die Zähigkeit von Ölen und seine Bedeutung für die Schmiertechnik.

Besprechung älterer Arbeiten über den Einfluß des Druckes auf die Zähigkeit. Messung der relativen Druckzähigkeit. Zusammenhang zwischen Druckzähigkeit und thermischen Eigenschaften. Die Bedeutung der Druckzähigkeit für die Schmierfrage. Zusammenfassung.

Heft 292: Rönne: Krümmungen zylindrischer Kesselteile während des Betriebes.

Temperaturunterschiede in Kesselwandungen. Formänderungen und Spannungen, die auf die Temperaturunterschiede in Kesselwandungen zurückzuführen sind. Größen der Formänderungen und Spannungen im Kessel während des täglichen Betriebes. Kesselschäden infolge von Formänderungen und Spannungen und ihre Vermeidung.

Heft 293: Berling-Rössler: Festigkeitsuntersuchungen zur Normung der Stahl-Aluminium-Seile.

Normenblatt. Durchhangsberechnung der Stahl-Aluminium-Seile. Berechnung des günstigsten Querschnittverhältnisses. Versuche. Nachprüfung der Formel zur Berechnung des Durchhangs. Zahlenbeispiel.

Heft 294: Traeger: Anlaßvorgänge in abgeschreckten Kohlenstoffstählen.

Durch Messung der Längenänderungen gehärteter Kohlenstoffstähle beim Anlassen wird nachgewiesen, daß der Anlaßvorgang in drei getrennten Stufen verläuft, die bei rd. 100°, 235° und 275° beginnen. Der Verlauf der Vorgänge zeigt, daß es sich um Umwandlungen im Stahl handelt. Durch Vergleich mit andern Eigenschaftsänderungen ergibt sich die Theorie, daß beim Anlassen Martensit und Austenit über eine Zwischenphase ζ , die kennzeichnende Eigenschaften aufweist, in α -Eisen und Eisenkarbid übergehen. Aus der Erkenntnis der Vorgänge beim Anlassen ergeben sich Hinweise für die Wärmebehandlung von Stählen.

Heft 295: Jubiläums-Forschungsheft, C. v. Bach gewidmet.

Baumann: Die Elastizität von Sonderstählen in höherer Temperatur. Berl, Staudinger, Plagge: Untersuchungen über die Einwirkung von Natronlauge und verschiedenen andern Salzen auf Eisen. Goerens, Mailänder: Kalt- und Warmsprödigkeit von Stahl und einigen andern Metallen beim Zugversuch. Beobachtungen über die Streckgrenze von Stahl. Graf: Die wichtigsten Ergebnisse der in den Jahren 1906 bis 1926 in der Material-Prüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart ausgeführten Versuche über Raumänderungen von Zement, Zementmörtel, Beton, Eisenbeton, Kalk und Kalkmörtel (Schrumpfen, Schwinden, Quellen). Kleinlogel: Zur Frage der Berechnung von Mastgründungen größerer Abmessungen unter schwierigen Bodenverhältnissen. Ludwik: Gleit- und Reißfestigkeit. Meyer: Der Verlauf des Zugversuches bei raschem Zerreißen. Moser: Grundsätzliches zur Streckgrenze. Pfeleiderer: Untersuchungen aus dem Gebiet der Kreiselradmaschinen. Wüst, Leihener: Beitrag zur Frage des Wachsens von Gußeisen.

Heft 296: Class: Der Kugelschlaghärteprüfer.

Die Gesetze der Kugeldruckprobe. Die Kugelschlagprobe und ihr Vergleich mit Kugeldruck- und Kugelfallprobe. Zusammenfassung.

VDI-Nachrichten

Aus dem Inhalt des Jahrganges 1927

In Anbetracht der großen Zahl der Beiträge und Mitteilungen in den VDI-Nachrichten kann nachstehend nur ein Teil der Beiträge nachgewiesen werden.

* bedeutet Abbildung im Text. W bedeutet Aufsatz in der Beilage „Wirtschaft“.

	Nr.		Nr.		Nr.
Anstrichtechnik.		Ausland		Bau- und Werkstoffe	
— Farbe im Stadtbild	21	— Erdöl in Columbien. Von Randzio	6*	— Werkstoffe für Dauermagnete	21*
— Theorie und Praxis des Trokenvorganges von Anstrichfarben. Von Hans Wolff	26	— Amerikanische Automobilstatistik	15	— Begriffserklärungen in der Baustoffindustrie. Von Erich Probst	21
— Lackieren in Fließarbeit. Von Adrian	46*	— Die Republik Chile	32	— Die Werkstoffe des Hochbaues. Von Amos	21*
Arbeitsmaschinen s. a. Bauwesen, Fördertechnik.		— Salpetergewinnung in Chile. Von Friedrich Steuerwald	32*	— Die Werkstoffe im Dampfturbinenbau. Von Thum	21
— Ein Schöpfwerk mit 10 m ³ /Sek. Förderleistung	5*	— Eine Eisen- und Stahlindustrie in Chile	47	— Struktur der Materie im Lichte der Röntgenstrahlen. Von M. Polanyi	25*
— Hochdruck-Turbogebälse	7*	Asien s. a. Nachrichtenverkehr, Verkehr, Wirtschaft.		— Über das Altern von Flußstahl. Von Hans Grahl	25
— Eine Ausbohrmaschine für Zylinder bis 4 m Durchmesser	10*	— Der fremde Ingenieur in China. Von Wolfgang Sorge	4	— Magnesiaement	25
— Eine schwere vereinigte Dreh- und Bohrbank	17*	— Japan als Industriestaat. Von E. Wettreich	W 11	— Neues von Beryllium	25
— Einzel-Kohlenstaubmühlen für ein großes Kraftwerk	17	— Aus dem Wirtschaftsleben Schanghais. Von C. v. Ungern	13*	— Ein chemikalienfester organischer Werkstoff	25
— Neuartige Hartzerkleinerung	30*	— Zur Industrialisierung Chinas. Von C. von Ungern	28	— Wachsen des Gußeisens. Von Meyersberg	26
— Der deutsche Werkzeugmaschinenbau im Urteil des Auslandes	31	— Patente in China	37	— Kupfer und Messing für Installationszwecke	28
— Eine Rahmenpresse für 1 000 000 kg Druck	31*	— Die nordchinesischen Eisenbahnen gegen die fremden Ingenieure	42	— Sauerstoff in Eisen und Stahl	30
— Gütevorschriften für Werkzeugmaschinen	41	— Palästina als Einfahrt in den Vorderen Orient. Von A. Berliner	48	— Mikroasbest als Werkstoff	35
— Ein neuer Schmiedehammer	50*	— Auf Vorposten. Als Ingenieur im Vorderen Orient	51	— Nichteisenmetalle in elektrischen Kühlmaschinen	35
Ausland.		Afrika.		— Die Werkstoffeigenschaften von technischem Porzellan. Von H. Handrek	39*
Europa s. a. Bauwesen, Bergbau, Hütten- und Gießereiwesen, Elektrotechnik und Elektrizitätswirtschaft, Hochschulwesen, Ingenieurvereine und Tagungen, Nachrichtenverkehr, Schulwesen, Fortbildung und Sprachwesen, Verkehr, Wirtschaft.		— Technik und technische Bildung in Südwestafrika. Von Körner	18	— Die Aluminiumlegierung „Al-drey“	42
— Das Straßenproblem in Österreich. Von Erich Kurzle-Runtscheiner	1	— Südafrikas Elektrizitätsversorgung	26	— Steatit. Von W. Demuth	42*
— Die industrielle Entwicklung Ungarns in den letzten Jahren. Von H. Großmann	2	Bau- und Werkstoffe s. a. Geschichtliches, Holz und Holzbearbeitung, Ingenieurvereine und Tagungen, Normung und Vereinheitlichung, Technologie und Materialprüfung, Werkstoffschau und -tagung, Wirtschaft.		Bauwesen s. a. Bau- und Werkstoffe, Betriebswissenschaft und -technik, Museen und Ausstellungen, Vermessungswesen, Wasserbau und Wasserwirtschaft, Werkstoffschau und -tagung.	
— Die technisch-wissenschaftlichen Organisationen der U. d. S. S. R. und die staatliche Industrie	16	— Weißblech SMM, D7, C4L, DB	1	— Die neue Moselbrücke in Wehlen	2*
— Die deutschen Wirtschaftsaussichten in der Sowjet-Union. Von O. Zienau	W 19	— Hundert Jahre Aluminium. Von H. Groeck	2	— Vom Maschinenpark einer Riesenbaustelle. Förder- und Energieprobleme bei den Bauarbeiten am Shannon-Kraftwerk	5*
— Das jugoslawische Eisenbahnbauprogramm	37	— Aluminium im Braugewerbe	4	— Baustahl St 48 im Kranbau	7*
— Finnland. Von Oswald Zienau	47*	— Die Bewirtschaftung der Hilfstoffe. Von W. O. Mueller	4	— Genormte Wohnhäuser aus fabrikmäßig hergestellten Einzelteilen in England	12*
Amerika s. a. Bauwesen, Fördertechnik, Forschungsarbeiten und -anstalten, Ingenieurvereine und Tagungen, Nachrichtenverkehr, Schulwesen, Fortbildung und Sprachwesen, Schweißtechnik, Verkehr, Wasserbau und Wasserwirtschaft, Wirtschaft.		— Vergüten von Ketten. Von A. Pomp	4	— Hand- und Maschinenarbeit im Eisenbahn-Oberbau	12
— Die amerikanische Erdölindustrie	3*	— Aluminium-Gußlegierungen	8	— Bautechnische Bodenkunde	18
— Chile als Markt für deutsche Maschinen	W 3	— Aluminium in der organischen Chemie	8	— Die Biotechnik des Bauens. Von Kiehne	18*
		— Papier als Werkstoff. Von Oehler	8*	— Die bauliche Anlage der Stadt Mannheim. Von Hanauer	20*
		— Werkstoffe für die Kraft- und Wärmewirtschaft	8	— Mannheim-Ludwigshafen als Städte des Ingenieurbaues	20*
		— Porzellan und Kunstharzmassen. Von Demuth	12*	— Der Ingenieur als Landschaftsgestalter	28
		— Vom Edelmetall. Von Baer	13	— Die Brücke im Landschaftsbild	28
		— Werkstoffe und Werkstoff-Forschung	15*	— Hochhaus und Citybildung. Von Leo	30
		— Werkstoffe für Kraftfahrzeuge	16	— „Die Wohnung“ Werkbundausstellung in Stuttgart	30
		— Transformatoren- und Dynamobleche. Von Oertel	21		
		— Gußeisen als Werk- und Baustoff. Von Bauer	21*		

Bauwesen		Nr.	Betriebswissenschaft		Nr.	Elektrotechnik u. Elektrizitätswirtschaft		Nr.
— Die öffentlichen Bauten in Belgien. Von J. v. Bülow	31		— Stückzeitberechnung in der Feinmechanik	14		— Großdieselmotoren in Elektrizitätswerken	22	
— Ein amerikanisches Stadthotel. Von Erich Praetorius	32*		— Einführung von Fließarbeit	14		— Elektrowärme in Industrie, Landwirtschaft und Haushalt	23	
— Bautechnische Bodenkunde	32		— Die Führung bei Besichtigungen. Von Menking	16		— Die Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1925	W 34	
— Ein Meisterwerk neuzeitlicher Holzbautechnik	42		— Kraftwagen im Dienste der Fließfertigung	25		— Ausbau der brasilianischen Elektrizitätsversorgung	41	
— Die Königinbrücke in Rotterdam	42*		— Notwendige Fortschritte im Ziegeleibetrieb. Zur Verbilligung der Ziegelpreise. Von Leichter-Schenk	29		— Die elektrische Energie in der englischen, deutschen und amerikanischen Industrie	46	
— Versuchssiedlung des Werkbundes auf dem Weißenhof in Stuttgart. Von Bruno Ahrends	43		— Konstrukteur und Betrieb. Von Griesmann	33*		— Die Elektrizitätswirtschaft Italiens. Von Karl Hütter	50	
— Brückenmontage auf Leitergerüsten. Von Säuberlich	47*		— Unfallgefahr und Produktion	38				
— Riesenbehälter für Erdöl	48		— Unfallverhütung — eine Aufgabe für den Betriebsingenieur. Von Kothe	40*		Fördertechnik.		
— Der neuzeitliche Wohnungsbau. Die Bauten der Stadt Frankfurt a. M. Von Breinen	52*		— Bau von Elektrizitätszählern in Fließarbeit. Von Parey	43*		— Ein 17 t-Greifer	4	
						— Zweiseitenkipper	7	
Bergbau, Hütten- und Gießereiwesen s. a. Brennstoffe, Schulwesen, Fortbildung und Sprachwesen, Vermessungswesen, Werkstoffschau und -tagung, Wirtschaft.			Brennstoffe s. a. Forschungsarbeiten und -anstalten, Technische Chemie und Physik, Wärme- und Kraftwirtschaft, Wirtschaft.			— Die hydromechanische Massenförderung	8	
— Gießereien für Großwerkzeugmaschinen	9*		Feste Brennstoffe.			— Karren mit selbsttätiger Beladung	16	
— Das Wälzverfahren, eine neue Art der Ausbeute armer Zinkerze	11		— Aus dem Reichskohlenrat	5		— Neue Erzverladeranlage im Rotterdammer Hafen	36	
— Der englische Kohlenbergbau	15		— Braunkohlenbergbau und Braunkohlenverwertung	17		— Amerikanischer Hafenumschlag	40	
— Die staatlichen Kohlenbergwerke in Holland	23		— Neuzeitliche Kohlenaufbereitung	18		— Zukunftsaufgaben im Förderwesen	51	
— Dammbruch im Braunkohlenwerk Böhlen	26		— Torfgewinnung und -verwertung in der U. d. S. S. R.	26		Forschungsarbeiten und -anstalten s. a. Hochschulwesen, Technische Chemie und Physik.		
— Erz- und Kohlenvorkommen der Welt	35		— Das Kohlentrocknungsverfahren nach Fleiszner. Von Oskar Back	26		— Unterstützung rein wissenschaftlicher Forschung in Amerika. Von Adrian	1	
— Der Abbau des Erzberges in Steiermark	37*		— Brennstoffveredlung und Kohlenhandel	28		— Ein Prüfstand für hohe Drehgeschwindigkeiten	2	
— Elektrostahlöfen für Hüttenwerke und Gießereien	37*		— Braunkohlengewinnung und -verarbeitung. Ein Gang durch einen Braunkohlentagebau und eine Brikettfabrik	34*		— Chemisch-technische Forschungsarbeiten	2	
— Elektrische Grubenlampen	45		— Ein unwirtschaftlicher Brennstoff. Bemerkungen zur Brennholzverwendung in Deutschland. Von Otto Jellinek	39		— Gemeinschaftsarbeit in den Ausschüssen des Wissenschaftlichen Beirats. Von Adrian	3	
Betriebswissenschaft und -technik s. a. Hygiene, Gesundheitstechnik und Unfallschutz, Industrielles Rechnungswesen, Ingenieurvereine und Tagungen, Verlustquellen, Verpackung, Wirtschaft.			— Verbesserung der Kokserzeugung	44		— Fortschritte der wärmetechnischen Forschung. Von Max Jakob	3	
— Der Einfluß der Fertigung auf die konstruktive Gestaltung. Konstruktion und Fertigung. Von Jos. Reindl	1*		— Hebung der Kohlenqualität in Amerika. Von Zaepke	46		— Wissenschaftliche Erforschung der Raumakustik. Von Reicher	8	
— Rhythmus und Resonanz im Betriebe. Stichworte zu einem Kapitel Betriebswissenschaft. Von Max Mayer	1, 2		Gasförmige Brennstoffe.			— Über die Leitung von Forschungslaboratorien. Von Knoblauch	9*	
— Fabrikorganisation	6		— Wassergaserzeugung und Abwärmeverwertung	13		— Das Bach-Jubiläums-Forschungsheft	10	
— Wo liegen unsere Verlustquellen? Von Mäckbach	7		— Die Gasversorgung der Stadt Berlin	25		— Für die deutsche Wissenschaft	10	
— Selbstkostenberechnung und Selbstkostenvergleichsziffern als notwendige Hilfsmittel der Verlustbekämpfung. Von Schulz-Mehrin	7		— Gruppen-Ferngasversorgung. Von Gossow	25		— Vom Wissenschaftlichen Beirat	11	
— Abfallverwertung. Von A. Nimbach	7		Flüssige Brennstoffe.			— Heimkehr der Deutschen Atlantischen Expedition	26	
— Vermeidung von Verlustquellen durch Normung. Von K. Gramenz	7		— Die Petroleumerzeugung der Welt 1926	W 6		— Die Technik der Tiefseeforschung. Hydrographische Maschinen und Instrumente der Deutschen Atlantischen Expedition des „Meteor“. Von Walter Stahlberg	27*	
— Wie vermeide ich fehlerhafte Dispositionen? Durch Betriebsstatistik als Konjunkturstatistik. Von Reuter	7		— Deutsche Crack-Anlagen für die amerikanische Erdölindustrie	24*		— Das technische Versuchswesen in Österreich. Seine Entwicklung und sein gegenwärtiger Stand. Von W. Exner	35	
— Verlustquellen im Bürobetrieb. Von Otto Hummel	7		— Der Kampf ums Erdöl im Rahmen angelsächsischer Machtpolitik. Von Faber	W 24		— Aus der Tätigkeit der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft	35	
— Klima und Höhenlage in der technischen Projektierung	7*		— Äthyl-Benzin	30		— Kohlenforschung in England	36	
— Der menschliche Faktor in der Industrie. Von Ascher	7		Elektrotechnik und Elektrizitätswirtschaft s. a. Bau- und Werkstoffe, Ingenieurvereine und Tagungen, Wärme- und Kraftwirtschaft, Wasserbau und Wasserwirtschaft, Werkstoffschau und -tagung, Wirtschaft.			— Werner Siemens über den Wert der unabhängigen wissenschaftlichen Forschung	38*	
— Zeitstudien im Bauwesen	9		— Die gesetzliche Neureglung der englischen Elektrizitätswirtschaft. Von G. Siegel	4		— Aufgaben der elektrischen Schwingungsforschung. Von K. W. Wagner	38	
— Schmierung und Kühlung	10		— Die Stromversorgung von Neuseeland	12*		— Aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Von Adrian	39	
— Aus der Praxis der Rationalisierung	12		— Die Belastung der Elektrizitätswerke	13*		— Forschungsarbeit der Ingenieure. Von Adrian	41	
— Besichtigungen	14		— Wege zur Ersparnis an Stromkosten. Von Seyderhelm	17*		— Für die deutsche Wissenschaft	47	
						— Wärmespannungen in gebremsten Scheiben	48	
						— Das neue Kältelaboratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Von Walter Meißner	50*	

	Nr.		Nr.		Nr.
Forschungsarbeiten und -anstalten		Heim und Technik		Industrielles Rechnungswesen	
— Eine Versuchsanlage zur Eichung und Prüfung von Dampfessern. Von Praetorius	50	— Große Wäsche im neuzeitlichen Haushalt	40*	— Kontrolle und Betriebsvergleich als Mittel zur Rationalisierung. Von Zeidler	31
— Zur Erhaltung des Forscher-nachwuchses	51	— Amerikanische Werbung für die Technik im Haushalt	40	— Vermögenskreislauf und Abrechnung in der industriellen Unternehmung	31*
Geschichtliches s. a. Bau- und Werkstoffe, Nachrichtenverkehr, Persönliches, Rechts-, Patent- und Steuerfragen, Technische Erinnerungen.		— Ein Universalgerät für die Küche	40*	— Gegenwartsfragen der industriellen Kostenrechnung	W 40
— Friedrich Wöhler	2	— Baustoffe für Kochgeschirre. Von Schultheiß	52*	— Buchungsmaschinen in der Betriebsabrechnung. Von F. Grüner	50*
— Jacob Leupold. Von Max Mengerlinghausen	2	— Gesundheitliche Einrichtungen im Haushalt. Von Timm	52	— Werkstoffverwaltung. Beitrag zur Methodik der Erfassung von Werkstoffkosten und Werkstoffgemeinkosten. Von P. Dreyer	50
— Abraham Louis Bréguet. Von Darmstaedter	5	— „Technik im Haushalt“ in Österreich. Von Löffler und Böhm	52	— Stellungnahme der Industrie- und Handelskammer zu Berlin zur Loseblatt-Buchführung. Von Dinse	50
— Isaac Newton zum Gedächtnis	13	Hochschulwesen s. a. Schulwesen, Fortbildung und Sprachwesen		— Loseblatt-Buchführungsverfahren im Werkstoffeinkauf und in der Werkstoffverrechnung. Von Otto Hummel	50
— Technik des Urzeitmenschen	14	— Erweiterungsbauten der Technischen Hochschule in Braunschweig. Von Mühlenpfordt	3*	— Richtige und falsche Selbstkostenrechnung	50
— Karl Friedrich Gauß zu seinem 150. Geburtstag am 30. April	17*	— Skandinavien Technische Hochschulen. Von Joppen	10	Ingenieurreisen.	
— Thomas Johann Seebeck. Von Darmstaedter	17	— Der Besuch der Technischen Hochschulen	15*	— Mannheim als Industriestadt. 14*, 16*, 17*, 20*	
— Die alte Mainbrücke in Würzburg. Von Suppinger	24*	— Studentische Selbsthilfe. Von Knoke	16*	— Vom Rhein über den Schwarzwald an den Bodensee. Von Busse	21*
— Ein obersteierisches Streckhammerwerk	25	— Wissenschaft, Praxis und Hochschulgemeinschaften. Von Ergang	18	Ingenieurvereine und Tagungen s. a. Land- und Forstwirtschaft, Brennstoffe, Normung und Vereinheitlichung, Straßenbau und -verkehr, Werkstoffschau und -tagung.	
— 50 Jahre deutsches Patentrecht	26	— Der chemisch-technologische Hochschulunterricht und seine Bedeutung für die deutsche Industrie. Von Großmann	19	— Kohle als Rohstoff. Internationale Kohlentagung, Pittsburg. Nov. 1926. Von F. zur Nedden	5
— Praktische „Geschichte der Technik“. Von Speiser	28	— Erweiterungsbauten an der Technischen Hochschule Breslau. Von Spackeler	19*	— American Society of Mechanical Engineers. Organisation und Tätigkeit	8
— 50 Jahre C. H. Jucho	28*	— 100 Jahre Technische Hochschule Stockholm	37*	— Ein Besuch beim V. d. I. Von Ohlmüller	9
— Augustin Jean Fresnel. Zu seinem 100. Todestage. Von Ludwig Darmstaedter	29	— Hundertjähriges Jubiläum der Technischen Hochschule Stockholm	41	— Österreichisch-deutsche Gemeinschaftsarbeit	10
— 75 Jahre einheitliche Morsezeichen	29	Holz und Holzbearbeitung s. a. Brennstoffe, Land- und Forstwirtschaft.		— Betriebstechnische Tagung 1927. Von Wiedemann	12
— 90 Jahre Borsigscher Maschinenbau	29	— Holzbearbeitung	3	— Mannheim—Heidelberg	12*
— Aus der Geschichte der Feile. Von Otto Dick	32	— Sperrholz als Werkstoff	8	— Vom deutschen Seeschiffahrtstag	12
— Hölzerne Streitwagen aus dem 14. Jahrhundert v. Chr.	34*	Hygiene, Gesundheitstechnik und Unfallschutz s. a. Betriebswissenschaft und -technik.		— Die Dauerbruch-Tagung. Von Groeck	17
— Etruskische Grabstätte aus dem 7. oder 8. Jahrhundert v. Chr.	35*	— Hilfeleistung bei elektrischen Unfällen	1	— Von ausländischen Ingenieurvereinen	17
— Henri Giffard. Von Ludwig Darmstaedter	39	— Müllverbrennungsanlagen in Wohnhäusern. Von P. Langer	2*	— Jahresversammlung des Deutschen Museums	20
— 75 Jahre Schwartzkopff	40	— Unfallverhütung und Wirtschaftlichkeit	W 6	— Mannheimer Ingenieurtag	22
— Neunzig Jahre Schichau	40	— Neue Verwertung des Berliner Abwassers	28	— Internationaler Kongreß für die Materialprüfungen der Technik	23
— Aus der Geschichte des erzgebirgischen Erzbergbaues	41*	— Die Staubplage in der Industrie	32	— Die englischen und deutschen Eisenhüttenleute	24
— Benoit Fourneyron. Von L. Darmstaedter	44	— Unfallschutz in der englischen Industrie. Von W. Müller	37	— Ingenieurtag in Wien	24
— Die Werkstoffkunde des Mittelalters	44*	— Rauchverhütung in Amerika	37	— Die Chemiker in Essen. Neues von der Achema V. Von Geisler	24
— Technische Kulturdenkmäler	49	— Atemschutz	50	— Von der Chemikertagung	25
— Friedrich List in Leipzig	50*	Industrielles Rechnungswesen s. a. Betriebswissenschaft und -technik.		— Der Deutsche Normenausschuß in Breslau	26
Heim und Technik s. a. Bauwesen, Museen und Ausstellungen, Wärme- und Kraftwirtschaft.		— Unzulänglichkeiten der Bilanzen. Von Schubert	W 20	— Tagung der Elektrotechnik in Kiel. Von K. Meyer	27
— Allerlei Verbesserungsbedürftiges. Hausfrauensorgen aus einer „modernen Wohnung“. Von Maria Wagemann	32	— Industrielles Abrechnungswesen	25	— Die Ingenieurtechnik auf dem Geographentag. Von Boelcke	28
— Elektrische Hilfsmaschinen im Haushalt. Von Alice Friedmann	32*	— Vergleichende Zeitkalkulationen	25*	— Die Mitarbeit der Frauen im amerikanischen Ingenieurverein. Von J. M. Witte	28
— Die Heizung im neuzeitlichen Haushalt. Von E. zur Nedden	32	— Ingenieure und Abrechnungswesen. Von Kothe	31	— Das amerikanische Ingenieurhaus in New York	28
— Metalle im Haushalt. Von Wanda Michaelis	32	— Die neuere Entwicklung industrieller Selbstkostenrechnung. Von O. Schulz-Mehrin	31	— Internationaler Kongreß für die Materialprüfungen der Technik (J. K. M.). Von Kroll	32
— Die Technik im ländlichen Haushalt. Von Marta Schlachbach	32	— Die Haushaltplanung im Privatbetrieb. Von Otto Kienzle	31	— Das Haus der Technik in Essen	32*
— Rationelle Haushaltsführung in Amerika. Von J. M. Witte	32	— Erfolgsmessung an Stelle von Bilanzwillkür. Von E. Dinse	31		
— Grundsätzliches zur Aufgabe: „Der rationelle Haushalt“. Von Marie Elisabeth Lüders	40				
— Die elektrische Küche. Von A. Schönberg	40*				
— Ein Universalgerät für die Küche. Von J. M. Witte	40*				

Ingenieurvereine und Tagungen	Nr.	Künstlerische Zeichnungen und dergl.	Nr.	Land- und Forstwirtschaft	Nr.
- Verleihung der Ehrenplakette der Technischen Nothilfe an den V. d. I.		- Ingeniurreise im Lande der Hauptversammlung. Mannheim—Heidelberg 1927. Von Beringer	21	- Bodenbearbeitung in der Forstwirtschaft. Von H. H. Hilf	33*
- Industrietag in Frankfurt a. M. Die wirtschaftliche Lage — Aufgaben deutscher Wirtschaftspolitik: Die wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für deutsche Qualitätsarbeit. Die deutsche Ware auf dem Weltmarkt. Von Freitag	36	- Die neue von C. H. Jucho erbaute Bahnhofshalle am Alexanderplatz in Berlin. Originalradierung von J. C. Turner	28	- Die Anwendung von Motorsägen in der Forstwirtschaft. Von E. G. Strehlke	33*
- Straßenbautag in Leipzig	36	- Unser 80jähriger Hindenburg. Nach einer Eisenkustguß-Plakette der Mitteldeutschen Stahlwerke A.-G., Lauchhammer	39	- Elektrizität in der Landwirtschaft	34*
- Schweißtechnische Tagung in Düsseldorf. Von Adrian	37	- Die größte Materialprüfmaschine der Welt. Originalzeichnung von J. C. Turner	42	- Rationalisierung in der Landwirtschaft	41
- Die Tagung der Dampfkesselüberwachungsvereine	38	- Reichswirtschaftsminister Dr. Curtius eröffnet die Werkstoffschau. Originalzeichnung von J. C. Turner	43	- Ingenieurbesuch im mitteldeutschen Zuckerbau. Von Brauer	42
- Internationaler Kongreß für die Materialprüfungen der Technik. Von Deutsch	39	- Vom Vorstandstisch der Eisenhüttenleute. Originalzeichnungen von J. C. Turner	43	- Eine ortsfeste Beregnungsanlage. Von Th. Oehler	42*
- Der deutsche Physiker- und Mathematikertag. Kissingen, 18. bis 24. Sept.	39	- Von der Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. Originalzeichnungen von J. C. Turner	44	- Rationalisierung der Landwirtschaft	49
- Rationalisierung, Arbeitsleistung und Hygiene. Von W. Wiedemann	41	- Köpfe aus der deutschen Normungsbewegung. Originalzeichnungen von J. C. Turner	44	- Schaffung neuer Rassen von Kulturpflanzen und die Auswirkung dieser Arbeit auf die landwirtschaftliche Technik. Von E. Baur	51
- Binnenschiffahrtstagung in Duisburg	41*	- Die Geschäftsführer der Werkstofftagung auf dem Fest der Technik. Karikaturen von Dolbin	45	Lichtbild- und Filmtechnik.	
- Eisenhüttenstag 1927. Von Gossow	43*	- Romantische Technik. Lichtbilder von E. O. Hoppé	51	- Verstärkte Glühlampen für Laufbildwerfer	9*
- Zukunftsaufgaben der Werkstofftechnik. Von Heller	44			- Die Aufgaben des Lichtbildwesens. Von S. Boelcke	28
- Metallkunde und Technik	44*			- Ingenieur-Photographie. Von Fr. Willy Frerk	28
- Werkstoffe und Energiewirtschaft	44			- Neue Wege des technischen Filmes. Von R. Thun	28
- Internationale Gemeinschaftsarbeit in der Technik. Weltkraftkonferenz Berlin 1930	45			- Zeitdehner-Aufnahmen	28*
- Fest der Technik	45*			- Der Film in der Technik	28
- Isolierstoffe der Elektrotechnik. Von Parey	45*			- Die Technik des Filmes	28
- Der IV. internationale Kongreß für Psychotechnik in Paris. Von W. Moede	46			- Eine Trockenentwicklungsmaschine für Lichtpausen	29
- Von ausländischen Ingenieurvereinen	47			- Der unentzündbare Film	34
- Schiffbautechnische Tagesfragen. Von der 28. Hauptversammlung der „Schiffbautechnischen Gesellschaft“ Berlin, 17. bis 19. Nov.	47	Land- und Forstwirtschaft.			
- Auslandsdienst der Technik	48	- Die Technik der forstlichen Bodenbearbeitung. Von F. Brauer	2	Maschinenbau und Maschinenelemente s. a. Arbeitsmaschinen, Kraftmaschinen.	
- Aus der Papierfabrikation	49	- Eine neue Maschine zur Fräskultur	4*	- Die zyklische Pfeilverzahnung	8*
- Siemens-Ringstiftung	51*	- Praktische Biologie. Von Reinau	4	- Konstruktion und Fertigung im Großwerkzeugmaschinenbau	9*
		- Wirtschaftsgesundung durch verbesserte landwirtschaftliche Technik. Von F. Brauer	W 4	- Die Bedeutung und Entwicklung des Werkzeugmaschinenbaues. Von Weil	9
		- Grüne Woche 1927	5	- Getriebe mit selbsttätig veränderlicher Übersetzung	17*
		- Grüne Woche. Von Brauer	6	- Zur Weiterentwicklung des Getriebebaues. Von K. Kutzbach	46
		- Die Normung landwirtschaftlicher Maschinen. Von Dörfel	9	Museen und Ausstellungen s. a. Bauwesen, Ingenieurvereine und Tagungen, Land- und Forstwirtschaft, Nahrungs- und Genußmittel, Normung und Vereinheitlichung, Technische Erinnerungen, Verkehr, Werkstoffschau und -tagung.	
		- Entwicklungsmöglichkeiten der deutschen Landwirtschaft. Von Beckmann	11	- Das technische Museum in New York	2
		- Die Reihendünger-Drillmaschine	12*	- Deutsche Ziegelbau-Ausstellung	4
		- Forstwirtschaft und Technik	14, 15	- Das Reichsmuseum für Gesellschafts- und Wirtschaftskunde. Gründung und Ziele	6*
		- Die Verwendung des Kraftpfluges. Von Lasch	18	- Die Technische Frühjahrsmesse in Leipzig	10*
		- Landwirtschaftschemie	19	- Um die Zukunft der deutschen Messen. Von W. Döring	W 10
		- Rationalisierung im Landmaschinen- und Landbau. Von Schurig	20	- Automobilausstellung in Genf. Von Friedmann	11
		- Landwirtschaftliche Wanderausstellung in Dortmund	22	- Die technischen Messen in Wien und Prag. Von Großmann	14
		- Landwirt und Landmaschine. Von E. Zander	28	- Das Verkehrsmuseum der T. H. Karlsruhe	18
		- Klein-, Mittel- und Großbetriebe in der Landwirtschaft. Von E. Lasch	W 28	- Das Bayerische Handwerk	21
		- Wirtschaftliche Kartoffeltrocknung. Eine Aufgabe, des Schweißes der Edlen wert! Von Wilhelm Jany	30	- Internationale Automobil-Ausstellung in Köln	21
		- Grabenräumen in der Marsch. Von Ludwig Engelbrecht	30*	- Das Technische Museum in Wien	23*
		- Die Bedeutung der Technik für die Forstwirtschaft. Von Wappes	33	- Das Papier, seine Erzeugung und Verarbeitung. Die Jahreschau Deutscher Arbeit Dresden 1927	24*
		- Die Aufgaben der Technik in der Forstwirtschaft. Von Gernlein	33		
Kraftmaschinen, s. a. Werkstoffschau und -tagung.					
- Die 160 000 kW-Turbodynamo für Hell Gate	2*				
- Leistungen europäischer und amerikanischer Groß-Dampfturbinen	6				
- Fortschritte der schnellaufenden Verbrennungsmaschine	13				
- Zweitakt-Kleinsmotoren	16				
- Neues über Quecksilberdampfturbinen	19				
- Probleme der Verbrennungskraftmaschinen	20				
- Eine Großlokomobile mit besonderem Maschinenfundament	45*				
- Großlokomobile mit besonderem Maschinenfundament	51*				
Künstlerische Zeichnungen und dergl.					
- Thomas Alva Edison. Aus dem „Corpus Imaginum“	6				
- Carl von Bach. Nach einem Gemälde von Erler	9				
- Turbine im Großkraftwerk Rummelsburg. Originalzeichnung von J. C. Turner	11				
- Isaac Newton. Aus dem „Corpus Imaginum“	13				
- Georg Klingenberg. Nach einer Plakette von Klimsch	20				

useen und Ausstellungen

Betriebstechnische Ausstellung Stuttgart 1927	25*
Technische Betrachtung zur Prager internationalen Luft- fahrt Ausstellung. Von Alois Robert Böhm	26
Das Museum für die Geschichte der Schifffahrt in Amsterdam. Von W. Voorbeytel- Cannenburg	27*
Die wirtschaftliche Lage Schlesiens. Von der Deut- schen Gartenbau- und Schles- ischen Gewerbeausstellung in Liegnitz	28*
Die Ausstellung „Heim und Technik München 1928“. Von Oskar v. Miller	32*
Die Bedeutung der Hand- werks-Ausstellung „Das Baye- rische Handwerk München 1927“. Von K. W. Geisler Ausstellung „Das junge Deutschland“. Von G. Toll- kühn	34
Die 15. Deutsche Ostmesse Kö- nigsberg/Pr. 21. bis 24. Aug. 1927. Von K. Gallwitz	35
Leipziger Technische Herbst- messe 1927	35
Die große Deutsche Funkaus- stellung 1927. Von F. Noack Vom Handwerk der Gegen- wart. Bilder aus der Aus- stellung „Das Bayerische Handwerk“ München Eine erfolgreiche Ausstellung. Von C. Matschoß	36*
Von der Niederrheinischen Schiffahrtsausstellung	38*
Sollen wir die Technische Messe in Leipzig beschenken? Von H. Schoening	38*
Londoner Kraftfahrzeug-Aus- stellungen 1927. Nutzkraft- wagenausstellung. Von Hel- ler	47*
Motorradausstellung. Von P. Friedman	W47
Die Bauausstellung 1930	48*
Straßenbau - Ausstellung in London. Von Heller	48
Nachrichtenverkehr s. a. Ge- schichtliches, Museen und Aus- stellungen.	49
Strahlfunktelegraphie Eng- land-Kanada auf kurzen Wellen	50*
Hochfrequenz-Fernsprechen in einem einadrigen Seekabel	11
Das europäische Fernsprechnetz. Von Hennig	14
Technisches von der Reichs- post. Von Theurer	15
Die Entwicklung des amerika- nischen Rundfunks und der Empfänger. Von F. Noack Der Anteil Österreichs an der Entwicklung der Funk- technik	21
Ausbau und Finanzierung des Fernsprechwesens. Von Fritz Runkel	26
Der Rundfunk in Belgien	28
China und der Weltfunkverkehr Das neue Fernsprechkabel Deutschland-Schweden	30*
Belinogramm-Verkehr in China Ein Fortschritt in der Funk- ortung zur See. Von H. Maurer	35
50 Jahre Fernsprecher bei der deutschen Post	37
Neue Kurzwellen-Funkverbin- dungen	38*
Rundfunk in Rumänien	39

Nahrungs- und Genußmittel s. a.

Werkstoffschau und -tagung	30
— Bäckereifach-Ausstellung	W 36
— Die deutsche Brauindustrie	46*
— Eine Großbäckerei mit gas- beheiztem Hochleistungs-Ofen	1
Normung und Vereinheitlichung s. a. Bauwesen, Bau- und Werkstoffe, Ingenieurvereine und Tagungen, Land- und Forstwirtschaft, Schweiß- technik.	8
— Ausbildung von Normen- ingenieuren	10
— Farbstoffnormen	12
— Abschluß der Gewindenor- mung. Von Schlobach	14
— Normung der Papiergüte	16
— Weiterführung der Papier- normung	19
— Verlustquellen in der Indu- strie. Von Dreyer	23
— Vereinheitlichung von Was- serkraftgrößen	23*
— Flaschen	23
— Papierformate	23
— Textilmaschinen	23
— Normung von Büromaterial in Norwegen	23
— Klein-Gas- und Wasserarma- turen	23
— Armaturen für die Kälte- industrie	23
— Handwerkzeuge	23*
— Schreibmaschinen	23*
— Fahrräder	28
— Englische Maßeinheiten und Temperaturangaben. Von Emil Klapper	30
— Normung der Lasten-, Perso- nen- und Krankenaufzüge	32
— Normung der Aluminium- geschirre	37
— Normung technischer Zeichen- geräte	39
— Normung im Fischereige- werbe. Von Hentschel	41
— Vereinheitlichung im engli- schen Schiffbau	42
— Normen für Dachpappen. Von Kroll	43
— Russische Büroarmatur	43
— Einführung der Gewindetole- ranzen im Lokomotivbau. Von Roggatz	43*
— Normung der Milchflaschen	43*
— Schraubennormen	43
— Normung der Hufbeschlag- werkzeuge	43*
— Fortschritte in der Normung von Gebrauchsgegenständen	43*
— Die deutsche Lokomotivnor- mung 1918 bis 1927. Von A. Meckel	43
— Baunormen auf der Werk- bundaussstellung „Die Woh- nung“ Stuttgart 1927	43*
— Ein Jahrzehnt deutscher Nor- mungsarbeit	41*
— Prüfnormen für Wasserkraft- maschinen	47
— Die deutsche Werkstoffnor- mung im Jahre 1927	52

Persönliches s. a. Geschicht-
liches, Technische Erinne-
rungen.

— Thomas Alva Edison wird 80 Jahre alt	6*
— Carl von Bach zum 80. Geb- urtstag. Von Mühl- mann	9*
— Sigmund Bergmann †	28*
— Svante Arrhenius †	41

Rechts-, Patent- und Steuer-

fragen s. a. Ausland, Ge- schichtliches, Wirtschaft.	
— Die deutsche Gewerbeauf- sicht und ihre Bedeutung vom Standpunkt des Ingenieurs aus. Von Ulrichs	6
— Fabrik- oder Warenzeichen im Bergischen Lande. Von Bieler	9
— Patentschutz und Patentge- bühren. Von Begas	14
— Die Angestelltenerfindung. Von Kühnast	14
— Die technische Konstruktion und das geistige Urheber- und Erfinderrecht. Von Schuster	11
— Zur bevorstehenden Ände- rung des Patentgesetzes. Von O. Zeller	11
— Das Reichsgericht über den Mißbrauch behördlicher Auto- rität	16
— 50 Jahre deutscher Erfinder- schutz	22
— Schiedsgerichte oder Staats- gerichte. Von Kühnast	W 22
— Die Entwicklung des Waren- zeichenrechts. Von Kühn- ast	W 26
— Die Steuerleistung einer indu- striellen Unternehmung in Preußen	W 36
— Zur Besteuerung der Kraft- fahrzeuge	41
— Internationale Zusammenarbeit der Erfinder. Von O. Kron — Die Kraftfahrzeugsteuer. Von Heller	47
	48

**Schulwesen, Fortbildung und
Sprachwesen** s. a. Ausland,
Hochschulwesen, Museen und
Ausstellungen, Technik und
Techniker.

— Der Fachunterricht in Hol- land	1
— Zur praktischen Ausbildung der angehenden Ingenieure	2
— Ingenieurausbildung in Ruß- land. Von D. Broido	7
— Die Fach- und Berufsschulen in Frankreich. Von Toll- kühn	8
— Blindheit und technische Be- tätigungsmöglichkeit. Von O. Meyer	14
— Öffentliche Bibliotheken in Nordamerika	16
— Die höhere Gießereifachschule zu Paris	16
— Der Bildungswert der Natur- wissenschaften	24
— Technische und handwerk- liche Ausbildung in der Reichswehr. Von Linn	25*
— Das Praktikantenamt Dort- mund (P. A. D.)	30
— Bergwirtschaftslehre. Zur Aus- bildung der Bergakademiker in den Wirtschaftswissen- schaften. Von Sieben	31
— Berufsausbildung	31
— Die Marinefachschule für Ge- werbe und Technik. Von Haarmann	33*
— Das „Zentralinstitut der Ar- beit“ in Moskau. Von Zie- nau	36
— Vierzig Jahre Esperanto. Von Behrendt	36
— Technik und Esperanto	38
— Die Ausbildung des Konstruk- teurs. Von C. Volk	48

	Nr.		Nr.		Nr.
Schweißtechnik s. a. Ingenieurverein und Tagungen.		Technische Chemie und Physik		Technisches Schrifttum	
— Leuchtgas zum Gasschmelzschneiden	6	— Die Bedeutung der technischen Schwingungslehre in der Maschinen- und Bautechnik. Von Hort	15	— Die Bibliotheken und die Technik. Von Predeck	31
— Schweißtechnik in Amerika	8	— Fortschritte auf dem Gebiet des chemischen Apparatewesens. Von Großmann	18	— Der Schrifttum-Nachweisdienst für die Technik und ihre Grenzgebiete. Von Zeidler	38
— Schweißtechnik im amerikanischen Flugzeugbau	11	— Helium aus Wasserstoff	18	— Die steigende Papierflut. Von J. Hanauer	38
— Einheitliche Zeichen in der Schweißtechnik. Von Hilpert	17*	— Gewinnung von Sauerstoff durch Verflüssigung der Luft	23	— Stilsünden in der Fachsprache des Ingenieurs	40
— Nächtliche Schweißarbeiten an Straßenbahnschienen. Von Hofmann	26*	— Der Abzug im chemischen Laboratorium, eine Aufgabe des Ingenieurs. Von Schiffer	25	— Aus der Mac Graw-Hill Co. in New York	41
— Neue Lehrmittel über Gasschmelzschweißung. Von A. Hilpert	33*	— Chemische Veredlung der Kohle	27	— Das Fachheft „Werkstofftagung“ der VDI-Zeitschrift	42
— Eine unerwartete Güteprüfung	42*	— Die kolloidchemische Betrachtungsweise	31	— Tagesfragen der Metallkunde	43
— Schweißtechnik und Werkstoffausnutzung. Von Strelow	44*	— Der Aufbau des Zeissplanetariums	32	— Metallkundliches Schrifttum. Von Wolf	44
Spinn- und Webtechnik.		— Kristallstrukturen. Von R. v. Mises	35*	— Schrifttum für die mechanische Prüfung der Metalle. Von Deutsch	44
— Textilwirtschaft	6	— Metallschutz durch Kolloide	39*	— Schrifttum über Eisen und Stahl. Von Gossow	44
— Die Einwirkungen des Lichtes auf Faserstoffe. Von J. Auerbach	39	— Aus der Praxis der Elektrometallurgie des Silbers. Von W. Graulich	42	— Einheitliche Stoffeinteilung in der Technik (Dezimalklassifikation)	47
— Färbetechnische Probleme der Kunstseidenindustrie	43	— Die Genauigkeit der Zähigkeitsmessungen in der Technik	43	— Die Beschaffung wissenschaftlicher Auslandsliteratur	48
— Verlustquellen in der Textilindustrie. Von Wagenknecht	51	Technische Erinnerungen s. a. Geschichtliches, Nachrichtenverkehr, Persönliches.		— Wissenschaftliche Literatur und Verlagsgeschäft	49
— Rationalisierung der Textilindustrie	51	— 50 Jahre Tonindustrie-Zeitung und Chemisches Laboratorium für Tonindustrie	1	— Technisches Schrifttum und technische Bibliotheken. Von Predeck	50
Straßenbau und -verkehr s. a. Ingenieurvereine und Tagungen, Museen und Ausstellungen, Wirtschaft.		— Friedrich von Helsing, der große Orthopäde. Von K. Rohr	4	— Zeitschriften - Rationalisierung	51
— Automobilstraße Berlin-München	3	— Friedrich Voigtländer und sein Dampfkraftwagen. Von Kurzel-Runtscheiner	5	— Die Bibliothek der Technischen Hochschule zu Berlin. Von Diesch	52
— Überziehen von Kopfsteinpflaster mit Asphaltdecken	8	— 70 Jahre „The Engineer“	5	Technologie und Werkstoffprüfung s. a. Bau- und Werkstoffe.	
— Der Nürburgring	11	— 300 Jahre bergmännische Sprengarbeit. Von Blümel	6	— Prüfung der Dauerfestigkeit von Metallen	4*
— Eine Automobilstraßentagung	24	— Dampfkesselwesen vor fünfzig Jahren. Von Springorum	7	— Prüfverfahren für natürliche Gesteine	4
— Sulfatablage als Staubbindemittel	50	— Die Erfindung der Schnellpresse	8	— Was versteht man unter Korrosion?	8*
Technik und Techniker s. a. Technisches Schrifttum.		— Von der Erfindung und Herstellung der Zündhölzer	12	— Über Schnellhärteprüfung mit besonderer Berücksichtigung des Fallhärteprüfers. Von M. v. Schwarz	8*
— Das Maschinenwesen im Jahre 1926. — Ein Rückblick. Von K. Meyer	1	— Eine Schiffsbergung vor 40 Jahren	13	— Korrosion und Metallschutz. Von Deutsch	9
— Wohin geht der Weg?	1	— Sechzig Jahre Germanischer Lloyd. Von Carl Müller	14	— Die Dauerfestigkeit	12
— Unsere allgemeinbildenden höheren Schulen und die Welt der Technik. Von Weinreich	14, 15	— Fünfzig Jahre Blohm & Voss. Von Lohse	14*	— Natürliche und künstliche Schleifmittel	12
— Ein Mahnruf der deutschen Ingenieure	26	— Aus der Geschichte des Dampfschiffbaues	15*	— Was ist Stoffkunde? Von Obermüller	12
— Vor einem tschechischen Ingenieurgesetz? Ein Vorstoß gegen die Freiheit des Ingenieurberufs	37	— Aus der Geschichte einer deutschen chemischen Fabrik. Von Götz	16	— Dauerbruch. Von H. Groeck	13
— Philosophie der Technik	43	— 25 Jahre Zwischendampfenahme	17*	— Prüfung von Kautschuk	16*
— Das Recht auf den Magistratsbaurat	43	— Eine römische Wasserleitung von der Eifel nach Köln. Von Nellissen	19*	— Zähigkeitsmesser für Öle, Farben usw.	16*
— Die Welt der Technik in der Schule. Von W. Tafel	45	— Aus der Entstehungsgeschichte des Dieselmotors	20	— Anwendung und Auswertung der Härteprüfung. Von Deutsch	16*
— Vom wirtschaftlichen Geiste in der Technik. Von Robert Haas	46	— Rückblick auf Hauptversammlungen	20	— Schutz von Eisen und Stahl gegen Anfrassungen. Von Kutscher	16
— Metropolis — oder über das Verhältnis des Laien zur Technik. Von W. Nöldchen	50	— Hundert Jahre Brom	22	— Gefügeausbildung und Werkstoffeigenschaften. Von Pommer	16*
— Stahl und Beton. Von E. O. Hoppé	51	— Vorläufer der elektrischen Großkraftübertragung	26	— Der Wert der Großzahlforschung. Von Daevés	21
Technische Chemie und Physik s. a. Forschungsarbeiten und -anstalten.		— Die Düsseldorf Ausstellung 1902. Ein Erinnerungsblatt an ihren glanzvollen Verlauf vor 25 Jahren	36	— Die Härteprüfung der Werkstoffe. Von Eugen Irion	25*
— Die Hörsamkeit in großen Räumen. Ein technisch-physikalisches Problem	8*	— Ein Vorläufer der Werkstofftagung. Von Deutsch	42*	— Zur Messung der Brinell-Kugeleindrücke. Von R. Schumann	25*
— Akustische Tiefenmessung. Von Lübke	11*	Technisches Schrifttum s. a. Geschichtliches.		— Werkstoff und Bearbeitungsziffer. Von Max Kronenberg	30*
— Elektrostatisch abgedichtete Hähne	13	— Bücher über Betriebswissenschaft und Betriebstechnik	6	— Drahtseilprüfung. Von Deutsch	30
— Die Verwendung der Sulfatablage	14	— Überproduktion an wissenschaftlicher Literatur	29	— Ein Viskositätsmesser. Von Br. Schulz	30*
		— Das neue Werkstoff-Handbuch	30	— Belastungsgeschwindigkeitsanzeiger für Zerreißversuche	30*
				— Prüfung von Hochbau- und Straßenbaustoffen. Aus der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart	35*

	Nr.		Nr.		Nr.
Technologie und Werkstoffprüfung		Verkehr		Schifffahrt.	
— Neuere Werkstoffprüfmaschinen. Von Eugen Irion . . .	35*	— Ein neuer Benzinsparer für Kraftwagen. Von Silberberg . . .	11	— Deutsche Schifffahrt und deutscher Schiffbau. Von W. Schmidt . . .	W 2
— Der Zugversuch . . .	35*	— Neue Berliner Kraftomnibusse	11	— Die deutsche Seehandelsflotte . . .	5
— Der Kerbschlagbiegeversuch . .	35*	— Elektrische Ausrüstung für Kraftwagen . . .	12	— Rationalisierung der Donauschifffahrt . . .	5
— Ein neuer Flammpunktprüfer für Öle . . .	35*	— Ein 1000 PS-Rennwagen . . .	15	— Die erste Kohlenstaubeuerung für Schiffe . . .	16
— Der Magnet in der Werkstoffprüfung. Aufzeichnen von Fehlern in Dampfturbinenrädern . . .	36*	— Schalldämpfer für den Auspuff von Kraftwagen . . .	16	— Günstige Aussichten für den Schiffbau . . .	18
— Werkstoffprüfungen und maßstäbliche Modellversuche im Flugzeugbau . . .	39*	— Ein neuer Sechsrad-Kraftomnibus für London . . .	25	— Erneuerung des österreichischen Schiffsparks für die Donauregulierung. Von Hollitscher . . .	20
— Ein leichter Handhärteprüfer	39*	— Ein 100 PS-Kraftomnibus . .	25*	— Stapellauf des Doppelschraubendampfers „Cap Arcona“ . .	20*
— Maschinen für die Werkstoffprüfung. Von F. Mohr . . .	42*	— Dampftrieb bei Kraftomnibussen . . .	27	— Fährdienst Warnemünde—Gjedser . . .	23*
— Die Prüfung der Bearbeitbarkeit durch spanabhebende Werkzeuge. Von A. Wallichs . .	42*	— Der 6/30 PS-Wanderer-Wagen	27*	— Ein neues Personen-Motorschiff für den Rhein . . .	33
— Prüfung von Fahrzeugfedern . .	42*	— Der neue Ford-Wagen . . .	29	— Stapellauf des Kreuzers „Karlsruhe“ . . .	31
— Messung der Bearbeitbarkeit von Werkstoffen . . .	44*	— Neue Formen für Elektro-Omnibusse . . .	29	— Ein Schwimmdock von 25 000 Tonnen Tragfähigkeit . . .	35*
Verkehr s. a. Ausland, Museen und Ausstellungen, Nachrichtenverkehr, Wasserbau und Wasserwirtschaft, Werkstoffschau und -tagung.		— Beurteilung von Kraftfahrzeugreifen . . .	35*	— Das neueste amerikanische Flugzeugmutterschiff . . .	51*
Eisen- und Straßenbahnen.		— Neues aus der amerikanischen Kraftwagenstatistik . . .	36	Verlustquellen.	
— Elektrischer Betrieb auf den Ungarischen Staatsbahnen. Von Uebbing . . .	1*	— Der neuste Zweitakt-Fahrzeugmotor . . .	37	— Verlustquellen . . .	32
— Die Getriebe-Diesellokomotive	4*	— Gleisloser elektrischer Omnibusbetrieb und Frachtverkehr. Von Max Schiemann . . .	37*	— Kosten und Verschwendung in der Betriebstechnik . . .	35
— Fernschaltung für Wechselgetriebe an Eisenbahntriebwagen . . .	4	— Vom Pariser Automobil-Salon. Von Heller . . .	41*	— Die Verlustquellen-Abteilung eines Großbetriebes . . .	37
— Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft 1926 . . .	W 5	— Omnibus und Straßenbahn . .	47	— Verlustquellen in der Industrie . . .	45
— Selbsttätige Kupplungen für Hochbahnwagen . . .	11*	— Der neue Ford auf dem Brüsseler Salon. Von Fritz Wittekind . . .	50	Vermessungswesen.	
— Das Eisenbahnnetz in Bolivien und Chile . . .	19*	— Neue Motoromnibusse für Paris	51	— Der Markscheider und seine Arbeit. Von Patschek . . .	27*
— Mitteleinstiegswagen für Straßenbahnen. Von Trautvetter . . .	22*	Luftfahrt.		— Die Photogrammetrie im Dienst der Technik. Von S. Boelcke . . .	28*
— Eisenbahnen in Ecuador. Von Randzio . . .	26*	— Flugverkehr Europa—Argentinien . . .	12*	— Die Ausbreitung der Luftphotogrammetrie. Von S. Boelcke . . .	46
— Elektrischer Zugbetrieb auf den österreichischen Bundesbahnen. Von Felix L. Hartmann . . .	27*	— Neue deutsche Großverkehrsflugzeuge . . .	13*	Verpackung.	
— Die Erweiterung des Untergrundbahnnetzes in Hamburg. Von W. Stein . . .	29*	— Vom deutschen Luftverkehr . .	13	— Entwurf, Transport und Verpackung im technischen Überseehandel . . .	5*
— Eine neue 1-C-1-Heißdampf-Tenderlokomotive der Einheitsbauart . . .	37*	— Deutscher Luftverkehr im Sommer 1927 . . .	16	— Wirtschaftliches Verpacken . .	19
— Mechanisierung des Eisenbahnbetriebes . . .	39*	— Die Entwicklung des deutschen Luftverkehrs. Von Gossow . . .	W 18	Vertriebstechnik s. a. Werbetechnik.	
— Kohlenstaubeuerung in deutschen Lokomotiven . . .	41*	— Der Ozeanflug Lindberghs, ein neuer Beweis für die Betriebssicherheit des luftgekühlten Sternmotors. Von Göblau . .	21*	— Der Ingenieur als Verkäufer. Von E. Zander . . .	35
— Ein Musterbahnhof der Berliner Straßenbahn . . .	43*	— Amerika—Deutschland im Flugzeug . . .	24*	— Vertriebswerbung im Werkzeugmaschinenbau. Von J. Reindl . . .	49
— Deutsche Lokomotiven für Südafrika . . .	45*	— Focke-Wulf-, „Moewe“ . . .	31*	— Förderung des Absatzes beim Maschinenbau. Von Vershofen . . .	49
— Eine neuzeitliche Straßenbahnwagen-Waschanlage in Paris . . .	47	— Das Junkers-Weltrekordflugzeug W 33 L . . .	32*	— Der Ingenieur als Vertreter von Maschinenfabriken. Von Weil . . .	49
— Vom elektrischen Betrieb auf der Berliner Stadtbahn . . .	48	— Die technische Entwicklung der Schütte-Lanz-Luftschiffe. Von W. Bleistein . . .	33	— Der Ingenieur als Verkäufer im Ausland. Von F. Olpe . .	49
— Die Umstellung der österreichischen Bundesbahnen auf elektrischen Betrieb aufgegeben	W 49	— Internationale Luftfahrt Ausstellung Kopenhagen 1927. Von Gossow . . .	34*	— Verkaufsvorbereitung durch allgemeine Werbemittel. Von G. Haug . . .	49
— Verwaltung und Betrieb der Reichsbahn. Erfolge der Rationalisierung . . .	50	— Amerika—Deutschland im Flugzeug . . .	34	Wärme- und Kraftwirtschaft s. a. Bau- und Werkstoffe, Elektrotechnik und Elektrizitätswirtschaft, Technische Erinnerungen, Verkehr.	
Kraftwagen.		— Technische Betrachtungen zu den Züricher Flugveranstaltungen. Von Alois Robert Böhm . . .	36	— Kraftherzeugung aus Warmwasser . . .	3
— Elektrische Ausrüstung für Kraftwagen . . .	6	— Deutscher Luftverkehr im Herbst 1927 . . .	37	— Großkraftwerk Rummelsburg . .	3*
— Selbsttätige Fahrgestell-Schmierung für Kraftwagen . .	8*	— Die Aussichten der Höhenflugmotoren . . .	39	— Gasfernversorgung. Von Allner . . .	3
— Das Problem gebrauchter Kraftwagen . . .	8	— Luftfahrt. Von Everling . . .	39	— Hochdruckdampftrieb in elektrischen Werken . . .	5
		— Das große internationale Rennen der Seeflugzeuge um die Schneidertrophäe in Venedig. Von Gossow . . .	40*	— Ein neues Isolierverfahren . . .	6
		— Deutscher Winterluftverkehr . .	43*	— Wirtschaftliche Drücke für Dampfkraftanlagen . . .	7
		— Luftfrachtlinien . . .	44	— Versuche zur Einführung der Elektrowärme im Haushalt . .	7
		— Das erste Schwimmdock für Flugboote . . .	46*	— Eine Hochdruckanlage nach dem Benson-Verfahren . . .	10*
		— Das neue Zeppelin-Luftschiff LZ 127 . . .	48*		
		— Die Sicherheit des Luftverkehrs . .	48		
		— Höhenforschung im Freiballon . .	49*		
		— 519 km/Std. Von F. Göblau . .	49*		
		— Luftverkehr in Amerika . . .	49		

	Nr.		Nr.		Nr.
Wärme- und Kraftwirtschaft		Verbetechnik		Wirtschaft s. a. Ausland, Betriebswissenschaft und -technik, Elektrotechnik und Elektrizitätswirtschaft, Ingenieurvereine und Tagungen, Land- und Forstwirtschaft, Museen und Ausstellungen, Nachrichtenverkehr, Rechts-, Patent- und Steuerfragen, Wärme- und Kraftwirtschaft, Wasserbau und Wasserwirtschaft.	
— Zur Inbetriebsetzung des Großkraftwerks Rummelsburg	11*	— Amerikanischer Werbefeldzug für Metallverbrauch	5	— Die Neuindustrialisierung der Erde. Von J. Luebeck	W 1
— Das sächsische Ferngaswerk in Heidenau	12	— Mittel und Ziel in der Werbung. Von Sieber	9*	— Englische Stimmen zum deutschen Wiederaufbau	W 9
— Wasserstandzeiger für Hochdruck-Dampferzeuger	15*	— Werberundschau. Die technische Anzeige bei der Absatzwerbung im Ausland. Von Gudelius	10	— Der Weltmarkt im Zeichen der Rohstoffmonopole. Von C. Lorenz	W 11
— Die neueren Kleinkältemaschinen. Von Krause	17	— Zur Veredlung der Anzeige	10*	— Deutsche Wirtschaft in Zahlen. Von Grüger	W 13
— Zeitfragen der Dampftechnik	19	— Ein Werbefeldzug. Die Einführung der Dynbal-Schleifmaschine. Von Haug	10*	— Der neue Finanzausgleich. Von Spangenberg	W 17
— Großkraftwerk Klingenberg 19*	20*	— Zweckmäßige und unzweckmäßige Maschinenangebote. Von Weil	10	— Die Notlage der Weltwirtschaft und ihre Überwindung. Ein Vortrag von Prof. Gustav Cassel im Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten	18
— Kessel mit doppeltem Wasserkreislauf	23	— Die Auswertung der Anzeigenwerbung. Verbesserung der Anzeigenwirkung ohne nennenswerte Mehrkosten. Von Pächner	10	— Aufgaben des Ingenieurs in der Wirtschaftsführung	21
— Neues von der Kältephysik und Kältetechnik. Von M. Jakob	24	— Eine „Grammatik“ der Anzeigengestaltung	20*	— Pfalz und Saargebiet — die Südwestmark des Reiches. Von Frisch	21
— Die Rolle der Kohle in der Kraftwirtschaft	25	Werkstoffschau und -tagung s. a. Bau- und Werkstoffe, Ingenieurvereine und Tagungen, Museen und Ausstellungen, Technische Erinnerungen, Technologie und Werkstoffprüfung.		— Die Bedeutung des Staffeltarifs	W 22
— Spritzbeton im Kesselbau	29*	— Wem zunutze?	4	— Zur Trust- und Konzentrationsbewegung. Von J. Mendel	W 23
— Das neue Kraftwerk Schullau	30	— Die Werkstofftagung und der Verein deutscher Eisenhüttenleute	8	— Der Bericht des Reparationsagenten	W 25
— Neuzeitliche Bestrebungen im Kachelofenbau	31	— Die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde auf der Werkstofftagung	12	— Die Organisation der englischen Industrie	W 26
— Selbsttätige Feuerungsreglung mit Vor- und Nachsteuerung	31*	— Die elektrotechnische Industrie auf der Werkstofftagung	16	— Zur Reform des behördlichen Verdingungswesens	27
— Energieverbrauch der Welt	W 33	— Der Beirat der Verbraucher	21	— Neue Methoden der amtlichen Kraftmaschinenstatistik. Von A. Reithinger	29
— Die Größe der Kraftwerke in Deutschland	W 35	— Die Werkstofftagung	30	— Mensch und Motor in der Industrie. Von Otto Schlier	29*
— Heizkraftwerk und Hochspannungslaboratorium der AEG	35	— Die Werkstoffschau. Was man vom 22. Oktober bis 13. November in der Neuen Ausstellungshalle am Kaiserdamm in Berlin sehen wird	39*	— Nationale und internationale Chemie-Vertristung	W 31
— Elektrowärme in schweizerischen Haushaltungen	39	— Vor der Werkstoffschau	41*	— Italiens Wirtschaftslage. Von K. Hütter	W 31
— Der Stand des Hochdruckdampfbetriebes	40*	— Bilder von der Werkstoffschau	42*	— Dawesplan und Industriebeteiligung	W 34
— Wärmespeicher. Von J. Ruths	49*	— Technischer Fortschritt und Politik. Von Siegfried Hartmann	42	— Werner Sombarts Hochkapitalismus. Von Alfred Schlomann	34
— Feste Kohlensäure als Kühlmittel	49	— Stimmen zur Werkstofftagung	42	— Neue Weltwirtschaft — Die Lehre von Genf. Von Fr. Meyenberg	34
— Statistik der Kraftmaschinen in USA	50	— Ein Mahnruf an die deutschen Ingenieure	42	— Zur Finanzierung von Straßenbauten	37
Wasserbau und Wasserwirtschaft s. a. Bauwesen, Verkehr.		— Was bietet die Werkstoffschau dem Automobilingenieur? Von Friedmann	43	— London und New York im Kampf um die finanzielle Vorherrschaft. Von W. Flemmig	W 37
— Von der Wasserwirtschaft im Westen der Vereinigten Staaten	2	— Schiff- und Schiffsmaschinenbau auf der Werkstoffschau. Von Laudahn	43	— Die deutschen Reparationszahlungen 1926/27	W 37
— Die Binnenwasserstraßen Deutschlands. Von Sachs	3*	— Kraftmaschinen und Werkstoffe. Von Heller	43	— Die amtlichen Indexzahlen für Rohstoffe und Fertigwaren	W 39
— Hochwasserabwehr	3	— Eröffnung der Werkstoffschau	43*	— Änderungen in der deutschen Spirituswirtschaft	W 39
— Verhüten von Kolkbildung hinter Wehren	4*	— Der Reichswirtschaftsminister über die Werkstoffschau	43*	— Wandlungen der deutschen Volkswirtschaft. Von Meyenberg	40
— Der Bau des Hauptwehres der Wasserkraftanlage Zemo-Awtschaly bei Tiflis. Von Harupa	7*	— Was bietet die Werkstoffschau dem Eisenbahnfachmann? Von Halfmann	44	— Der deutsche Benzinmarkt	W 42
— Neuzeitliche Wasserwirtschaft am oberen Nil	8	— Die Elektrotechnik auf der Werkstoffschau. Von W. Wedding	44	— Zehn Jahre Sowjetwirtschaft	W 45
— Eine große Wehranlage auf Java	16*	— Werkstoffschau und Bergbau. Von F. Prockat	45	— Die deutsche Reichspost im Wirtschaftsjahr 1926/27	45
— Preußische Hafenbauten an der Unterelbe	18	— Werkstoff und Luftfahrt. Von Everling	45	— Konjunktur und Struktur. Von H. Löffler	W 47
— Die Betriebseinrichtungen der Schleusen am unteren Neckar. Von Peilert	21*	— Der Nahrungs- und Genußmitteltechniker auf der Werkstoffschau. Von E. Rausch	45	— Wirtschaftszahlen der U. d. S. S. R.	W 48
— Das erste selbsttätige Wasserkraftwerk Europas	31	— Kehraus in der Werkstoffschau	46	— Die Tragödie der Verschwendung. Von W. Müller	49
— Der große Elsässer Kanal. Von Rudolf Seifert	37*	— Bautechnik und Werkstoffschau. Von Karl Bernhard	46	— Italiens Protektionismus	W 51
— Betriebseröffnung des Achen-see-Kraftwerkes. Von Rudolf Seifert	40*				
— Österreichs Wasserkraftwirtschaft	W 40				
— Der Mittellandkanal als Kulturwerk	44				
— Bayrische Wasserkraftstatistik	47				
— Die Fortsetzung des Mittellandkanals nach Osten	47				
— Das Großkraftwerk Ryburg-Schwörstadt am Rhein	49*				
— Schiffshebewerk Niederfinow	49				
Verbetechnik s. a. Vertriebstechnik.					
— Die Technik im Spiegel der Anzeigen	1				
— Eigenartige Werbung	2				
— Die Verwertung der Werbedruckschriften. Von H. nauer	4				

	Nr.		Nr.		Nr.
Wirtschaft		Wirtschaft		Graphische Darstellungen in der Beilage „Wirtschaft“	
— Die Erstkärkung der deutschen Schiffahrt	W 52	— Die chemische Industrie der Welt	W 20	— Schichtleistung und -löhne im englischen und im Ruhr- Kohlenbergbau	1
— Deutschlands Warenvorräte und Betriebskapital	W 52	— Die deutsche Maschinenindus- trie in der Weltwirtschaft	W 21	— Kohlen-Reparationslieferungen Deutschlands	2
Bergbau und Hütten- wesen.		— Die Entwicklung der ameri- kanischen Funkindustrie und des Funkhandels	W 25	— Rohseiden- und Kunstseiden- preise in Krefeld	3
— Die Zinkindustrie Ober- schlesiens	12	— Die Bedeutung der technolo- gischen Industrien	26	— Preise von Rohjute und Jute- Erzeugnissen	3
— Lage der deutschen Kohlen- wirtschaft	W 15	— Die Baumwollindustrie der Welt	W 27	— Die deutsche Roheisenerzeu- gung im Jahre 1926	4
— Steinkohlenwirtschaft der Welt 1926. Von E. Praetorius	W 19	— Die englische Industrie. Von W. Müller	W 30	— Kapital-Emissionen im Jahre 1926	4
— Die Kohlenindustrie der Welt	W 24	— Hamburgs Handel im Jahre 1926	W 32	— Die deutsche Rohstahlerzeu- gung im Jahre 1926	5
— Die Lage des englischen Kohlenbergbaues. Von W. Müller	W 29	— Weitere Zusammenschlüsse in der Werftindustrie	W 34	— Blechpreise	6
— Steigender Einfluß Rußlands auf den Platinweltmarkt	W 48	— Das Musikinstrumentengewerbe in Markneukirchen. Von W. Schmidt	38	— Die Erzeugung der deutschen Walzwerke im Jahre 1926	6
Eisen- und Metallindus- trie.		— Deutsch-französische Handels- beziehungen und der neue Handelsvertrag	W 38	— Roheisen- und Rohstahl- gewinnung der Vereinigten Staaten	7
— Europa und Amerika in der Metallwirtschaft. Von Wolf	4	— Lebensfragen in der Zement- industrie	W 38	— Englische Kohlenpreise	7
— Konzern der Nichteisen- Metallindustrie	W 16	— Die Bedeutung des Handels- vertrages mit Frankreich für den deutschen Maschinenbau	W 40	— Französische Roheisen- und Rohstahlerzeugung	9
— Betriebszählung in der Nicht- eisen-Metallindustrie	W 18	— Die Lage der deutschen Indus- trie im September	W 41	— Deutschlands Ein- und Aus- fuhr an Metallen	9
— Die Ein- und Ausfuhr Deutsch- lands an Rohmetallen	W 21	— Die Industrie Lettlands. Von O. Grosberg	W 41	— Roheisen- und Rohstahlgewin- nung des Saargebiets	10
— Die Eisen- und Stahlindus- trie der Welt	W 23	— Die Entwicklung der russi- schen Erdölindustrie	W 42	— Englische Roheisen- und Roh- stahlgewinnung	10
— Die Metallmärkte	W 26	— Tagung der Hauptgemein- schaft des deutschen Einzel- handels	W 42	— Deutsche Einfuhr von Roh-, Leucht- und Schmieröl	11
— Die Lage in der Schrauben- industrie	W 27	— Der Außenhandel der deut- schen Farbstoffindustrie im 1. Halbjahr 1927	W 43	— Deutsche Einfuhr von Roh-, Schwer-, Leichtbenzin und Gasöl	11
— Zur Analyse des Eisenmarktes	W 29	— Polens Rohstoffquellen und Halbstoffindustrie	W 44	— Der neue amerikanische Indus- trie-Produktionsindex (Ar- beitstag-Durchschnitt 1923 bis 1925 = 100)	11
— Die Nichteisen-Metalle in der Weltwirtschaft	W 39	— Die englische Gummipreisbe- einflussung	W 45	— Deutsche Umsatzzahlen	12
— Die sowjetrussische Eisen- industrie. Von W. A. Burg	W 43	— Die Lage der deutschen Indus- trie im Oktober	W 46	— Der Wiederaufbau der eng- lischen Kohlenförderung nach dem Streik	12
— Tagung des Reichsbundes der deutschen Metallwarenindus- trie	W 45	— Die Textilrohstoffe der Welt	W 50	— Blei- und Zinkpreise im Jahre 1926/27 in London	13
Geldmarkt und Börse.		— Die Lage der deutschen Indus- trie im November	W 51	— Arbeitsverhältnisse im Eisen- stein-Bergbau in Preußen	14
— In jedem Heft von Nr. 9 an ein Bericht über „Geldmarkt und Börse“. Außerdem:		— Die Erdölindustrie der Welt Ende 1927. Überproduktion, der Kampf der großen Gruppen, die Aussichten der deutschen Benzinsynthese. Von Wilhelm Mautner	52	— Weltgewinnung an Nicht- eisen-Metallen	14
— Vom Wert der Aktie	W 18	Unternehmer, Ange- stellte und Arbeiter.		— Zunahme der tarifmäßigen Stundenlöhne für gelernte Arbeiter	15
— Der deutsche Geldmarkt im ersten Halbjahr 1927	W 28	— Löhne in Rußland. Von F. Waegelin	W 3	— Der Rückgang der deutschen Kohlenförderung und Koks- gewinnung	15
— Erholung am Realkreditmarkt	W 31	— Gesetzentwurf über die Ar- beitslosenversicherung	W 3	— Monatliche Eisengewinnung in Deutschland	16
— Die deutschen Banken im ersten Halbjahr 1927	W 32	— Grundsätzliches zur Erwerbs- losenfrage. Von H. Tho- lens	W 7	— Erzeugung und Verbrauch von elektrischem Strom	16
— Die deutsche Geld- und Kapi- talwirtschaft	W 37	— Die Neuordnung des Arbeits- gerichtsverfahrens. Von F. Goerrig	W 14	— Stahl- und Kernschrotpreise in Essen und Berlin	17
— Vom Sinn der Diskontpolitik. Von O. Veit	W 46	— Berufsabgrenzung in der Met- allindustrie und im Schiff- bau	15	— Englische Kohlenwirtschaft	17
— Der Kurssturz der Aktien, seine Ursachen und seine Wir- kung auf den Kapitalmarkt	W 48	— Die Reichsergebnisse der Be- rufszählung 1925	W 28	— Indexzahlen von Maschinen- preisen in Deutschland	18
— Handelsbilanz und Valuta. Von O. Veit	W 49	— Der Mensch im Rationalisie- rungsprozeß. Internationaler Einführungskursus über Ar- beitsrationalisierung vom 5. bis 9. Juli in Zürich. Von P. Silberer	33	— Zusammensetzung der Beleg- schaft im deutschen Maschi- nenbau	18
Industrie und Handel.		— Die Lohnhöhe in Amerika und Europa	W 35	— Kohlen- und Koksabsatz des Rhein-Westf. Kohlensyndikats	21
— Die italienische Industrie 1926. Von K. Hütter	W 2	— Wissenschaft, Unternehmertum und Arbeiterschaft im Produktionsprozeß	W 45	— Entwicklung der deutschen Eisengießereien	22
— Die deutsche Handelspolitik 1926. Von J. Hartmann	W 5	— Rationalisierung und Arbeits- losigkeit	W 51	— Zahl der unter Feuer stehen- den Hochöfen	22
— Die Rohstoffversorgung der deutschen Industrie. Von J. Mendel	W 8			— Hollands Außenhandel	22
— Die deutsche Radioindustrie	W 9			— Arbeitstägliche Stromerzeu- gung in Deutschland	23
— Die deutsche Musikwaren- industrie. Von Paul	W 12			— Eisenfrachten 1914 und 1927	24
— Großbanken und Industrie 1926	W 14			— Baustoff- und Baukostenindex des Stat. Reichsamts	24
— Die elektrotechnische Industrie der Welt	W 15			— Einnahmen und Ausgaben des Reiches	25
— Internationale Zusammenarbeit in der Elektrotechnik. Von M. Götz	W 16			— Einnahmen der Reichsbahn und Reichspost	25
— Wandlungen im Aufbau der deutschen Industrie. Von Schlier	16*			— Amerikanische Roheisen- und Rohstahlgewinnung	26
— Die Maschinenindustrie der Welt	W 17				

Graphische Darstellungen

— Elektrizitätserzeugung der bedeutendsten Industrien Englands	26
— Metall- und Eisenpreise in England	27
— Deutsche Kohlenförderung und Inland-Kohlenabsatz	28
— Deutsche Eisengewinnung und Inland-Eisenabsatz	30
— Kunstseidenerzeugung	30
— Preise für Kunstseide	30
— Deutschlands Ausfuhr an Metallhalbzeug	30
— Braunkohlegewinnung in Deutschland 1913 bis 1926	31
— Braunkohlen- und Brikettherstellung in Deutschland 1913 bis 1926	31
— Bau- und Wohnungskennzahlen	32
— Bautätigkeit in rd. 90 Groß- und Mittelstädten (Bauvollendungen)	32
— Verkaufspreis und Werkerlös in der Eisenindustrie	33
— Zusammenhang zwischen Preis und Anbaufläche im amerikanischen Baumwollbau	36
— Einnahmen aus der deutschen Biersteuer	36
— Menge und Wert der Farbstoffeinfuhr nach den Vereinigten Staaten von Amerika	37
— Blei- und Zinkpreise	38
— Zinn- und Nickelpreise	38
— Indexzahlen für industrielle Rohstoffe und Fertigwaren	39
— Kapital und Gewinn der niederländischen Staatszechen	39

Graphische Darstellungen

— Kohlenverbrauch der Niederlande, Förderung der Staatszechen sowie Gestehungskosten und Erlös für Kohle	39
— Deutscher Eisenbahn- und Schiffsverkehr	40
— Kaliförderung und -absatz (Reinkali)	41
— Aufkommen an Kraftfahrzeugsteuer in Deutschland	41
— Entwicklung des Benzinpreises	42
— Bautätigkeit in deutschen Groß- und Mittelstädten	42
— Mittlerer Aktienkursstand nach Angaben der Deutschen Bank und des Statistischen Reichsamtes	42
— Steinkohlenförderung in Deutschland	43
— Braunkohlenförderung und -brikettherstellung in Deutschland	43
— Kohlenpreise in England	44
— Kraftfahrzeuge in Deutschland	44
— Rückgang der Kohlenförderung	45
— Rohgummipreis in England	45
— Großhandelspreise für Petroleum, Benzin und Benzol in Deutschland, England und den Vereinigten Staaten	46
— Roheisen- und Rohstahlgewinnung in England und den Vereinigten Staaten	47
— Arbeitslosigkeit in Deutschland und in Großbritannien	49

Graphische Darstellungen

— Arbeitslosigkeit der Angestellten	50
— Wochenlöhne im Reich	51
— Zahl der neuen Konkurse und Geschäftsaufsichten oder Vergleichsverfahren	51
— Rohwollgewinnung der Welt	52
— Baumwollspindeln der Welt	52

Fachbeilagen

— Bau- und Werkstoffe	4
— Technisches Literaturblatt	6
— Bau- und Werkstoffe	8
— Bau von Großwerkzeugmaschinen	9
— Werbetechnik	10
— Bau- und Werkstoffe	12
— Gewerblicher Rechtsschutz	14
— Bau- und Werkstoffe	16
— Bau- und Werkstoffe	21
— Normung	23
— Bau- und Werkstoffe	25
— Markscheidewesen	27
— Lichtbild und Film	28
— Bau- und Werkstoffe	30
— Industrielles Rechnungswesen	31
— Heim und Technik	32
— Forsttechnik	33
— Bau- und Werkstoffe	35
— Bau- und Werkstoffe	39
— Heim und Technik	40
— Bau- und Werkstoffe	42
— Normung	43
— Technisches Literaturblatt	44
— Vertrieb	49
— Industrielles Rechnungswesen. Technik der Kostenerfassung	50
— Heim und Technik	52

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

BD. 71

SONNABEND, 2. JULI 1927

NR. 27

Feuerwehr-Drehleitern mit Kraftantrieb

Von Oberreg.-Rat Heinrichs, Berlin-Grünau

Die drei z. Zt. gebräuchlichen Feuerwehr-Drehleitern werden in ihrer neuesten Ausführung besprochen. Dabei werden besonders eingehend die selbsttätige Seiteneinstellung und die selbsttätige Kippsicherung behandelt.

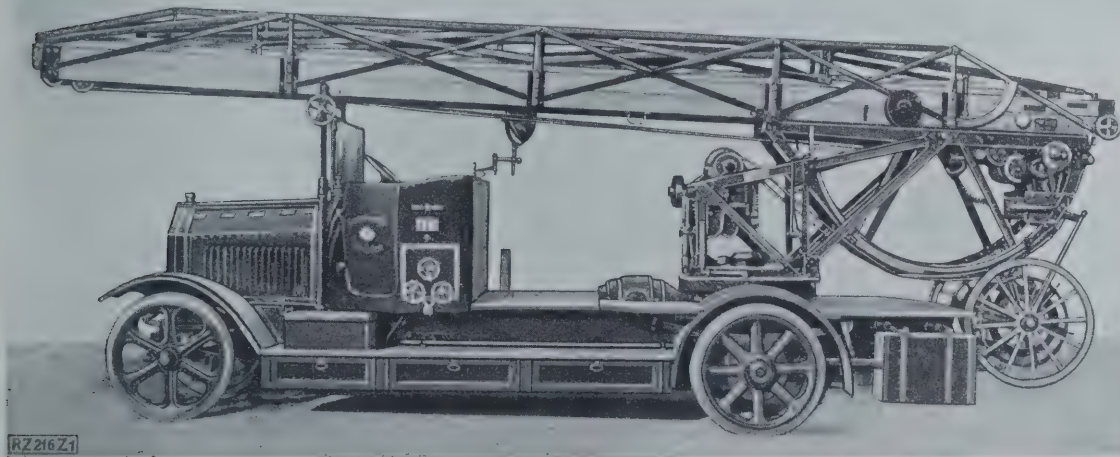


Abb. 1

Feuerwehr-Drehleiter mit Kraftantrieb, Bauart Kieslich

Allgemeines

Der Bau von Drehleitern ist bei der jetzigen Vervollkommnung dieser Geräte ein besonders schwieriges Sondergebiet geworden, das ausgiebige praktische Erfahrung erfordert und mit dem sich zur Zeit nur noch drei Firmen beschäftigen: Gebr. Kieslich in Patschkau (Schlesien), C. D. Magirus in Ulm und Carl Metz in Karlsruhe. Kieslich wählt den elektrischen Antrieb der Leiterbewegungen. Der in das Fahrgestell eingebaute Leitzinmotor ist über ein ausschaltbares Vorgelege mit einer Dynamomaschine gekuppelt, und für die drei Leiterbewegungen (Aufrichten, Ausziehen und Drehen) ist je ein Elektromotor vorgesehen, der seine Energie von der Dynamomaschine erhält. Magirus und Metz arbeiten nach einem andern Grundsatz; sie treiben die Leiter vom Fahrgestell aus rein mechanisch über ein auf dem Drehgestell angeordnetes Wechselgetriebe an. Die neuesten Bauarten dieser drei Leitern sind in Abb. 1 bis 3 schaubildlich dargestellt.

Die Aufgaben, die die Drehleitern zu erfüllen haben, sind vielfache. Die Leitern sollen den Angriff gegen Brände in höheren Stockwerken oder die Rettung von Menschen aus höheren Stockwerken ermöglichen, wenn dies über das Treppenhaus nicht möglich ist. Sie müssen daher in ausgereiztem Zustand eine Länge haben, die der Höhe von Hochhäusern mindestens gleichkommt. Sie müssen bei jeder Auszuglänge und bei den üblichen Neigungen sowohl an eine Mauer angelehnt als auch im Freistand einer ungeordneten Belastung gewachsen sein, wobei auch die Belastungsstöße durch das Besteigen und durch den Stabdruk beim Spritzen, ferner Windkräfte und Verwindungskräfte zu berücksichtigen sind, soweit dies mög-

lich ist. Der Mindeststraddruck, den das der Last abgewandte Rad bei den verschiedenen Neigungen, Belastungen und Auszugslängen noch haben muß, ist in dem Normenblatt FEN 105 festgelegt.

Es muß ferner die Möglichkeit gegeben sein, die Leiter in ihrer Ebene quer zu verschwenken, um sie entgegen der Geländeneigung senkrecht stellen zu können, und um sie auch — ein allerdings in der Praxis seltener Fall — auf ebenem Gelände aus der Senkrechten herausschwenken zu können, wenn man sie an das Gebäude seitlich anlehnen will. Die Leiter muß über den vollen Kreis gedreht werden können.

Wenn man die Leiter im Freistand benutzen muß, soll dies nur bei der steilsten Neigung, d. i. bei 75 bis 78° geschehen, und ferner ist zur Sicherung gegen seitlichen Wind die Leiter durch Halteleinen, die an der Spitze befestigt sind und seitlich gehalten werden, zu verspannen. Auch der Rückstoß, den ein Strahlrohr mit weiter Mündung und hohem Wasserdruck durch den ausströmenden Strahl erfährt, ist erheblich. Durch einen solchen an der Leiterspitze auftretenden Rückstoß tritt, wenn das Rohr nach rückwärts oder seitwärts gehalten wird, eine Zusatzbeanspruchung der Leiter ein, die in letzterem Falle besonders gefährlich ist.

In Berlin ist deshalb die Verwendung von Drehleitern im Freistand grundsätzlich verboten. Die Leiter muß aber stets nach dem Ausziehen noch etwa 10 bis 20 cm von der Anlagefläche entfernt bleiben, so daß sie erst durch die Belastung zum Anliegen kommt, und zwar mit beiden Holmen gleichmäßig. Ein Schlauch soll stets in der Mitte der Leitersprossen, zwei Schläuche sollen längs den Holmen verlegt werden, und die Leiter darf nur belastet werden:

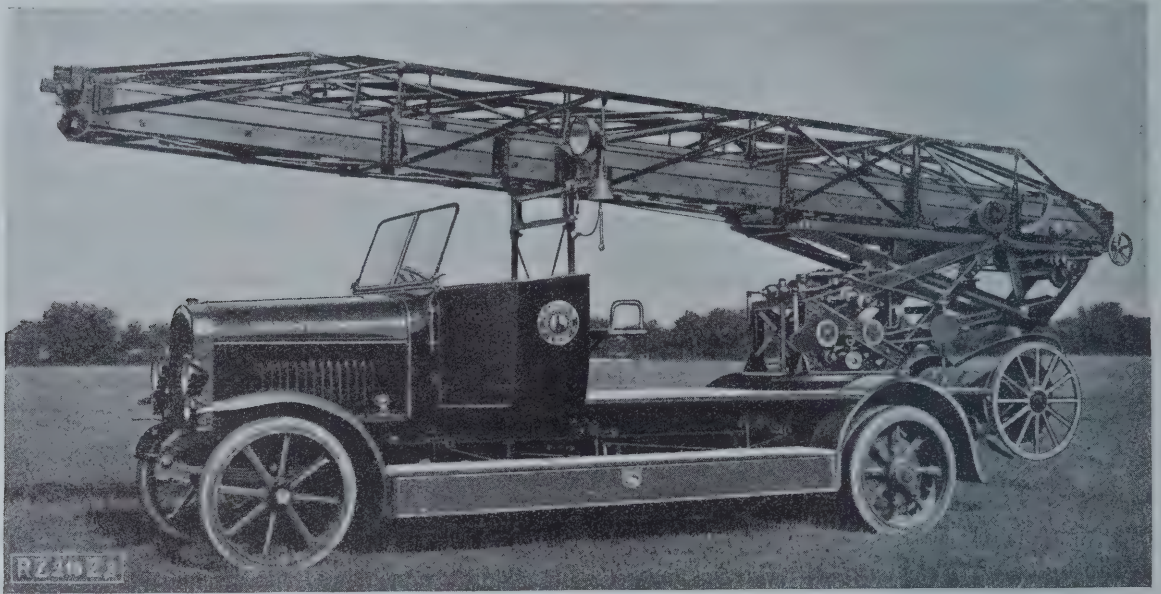


Abb. 2
Feuerwehr-Drehleiter mit Kraftantrieb, Bauart Magirus

im Freistand bei steilster Stellung und bei Windstille mit vier Mann (je ein Mann auf jedem Leiterteil) oder mit zusammen nur zwei Mann auf einem Leiterteil oder mit nur einem Mann und einem Strahlrohr bis 15 mm Mundstückweite; bei angelehnter Leiterspitze und dann selbsttätig sich einstellendem richtigem Verhältnis von Auszug und Neigung mit drei Mann (je ein Mann auf einem Leiterteil) oder mit zusammen nur zwei Mann auf einem Leiterteil oder mit zusammen zwei Mann auf verschiedenen Leiterteilen und einem Schlauch bis 75 mm Dmr. sowie einem Strahlrohr bis 18 mm Mundstückweite.

Das Fahrgestell

Die Konstruktion des Fahrgestells lehnt sich an die üblichen Lastwagen-Bauarten an, es ist nur zum Zweck einer günstigen Lagerung des Drehgestells der Leiter verhältnismäßig breit. Kräftige Unterzüge und Querversteifungen dienen zur Verstärkung und zur Sicherung gegen Verwinden des Rahmens beim Drehen und Ausziehen der Leiter. Der dem normalen Reihenbau entnommene Motor von etwa 70 PS Leistung erzeugt den Antrieb für das Fahrzeug und für die Betätigung der Leiter. Das Fahrgetriebe ist

gegen das Leitergetriebe blockiert und umgekehrt. Über der Hinterachse ist der Drehkranz für das Leitertraggestell auf dem Wagenrahmen und den Querträgern angebracht.

Wenn man die Leiter benutzen will, muß die Feder der Hinterachse ausgeschaltet werden. Zu diesem Zweck sind selbsttätig wirkende Federabstellungen vorgesehen, die aber auch von Hand betätigt werden können.

Das Drehgestell und das Leitertraggestell

Das Drehgestell für die Leiter baut sich auf der Hinterachse zwischen dem Wagenrahmen und den eigen dazu eingebauten Querträgern auf. Die beiden Drehkränze bestehen aus Stahlguß. Die in ihnen angebrachten Kugellaufrillen nehmen die in einem Käfig geführten Gußstahlkugeln auf. Der obere Drehkranz ist mit Flanschen zum Anbau des Leitertraggestells versehen. Zu seiner Verankerung dienen bei Magirus Rollen, die zweckmäßig auf exzentrischen Bolzen sitzen und auf der unteren Fläche der inneren Führungsschiene am unteren Drehkranz gleiten. Am Befestigungsflansch des unteren Drehkranzes ist innen eine Verzahnung angebracht, die das Antriebsritzel des Drehgetriebes eingreift.

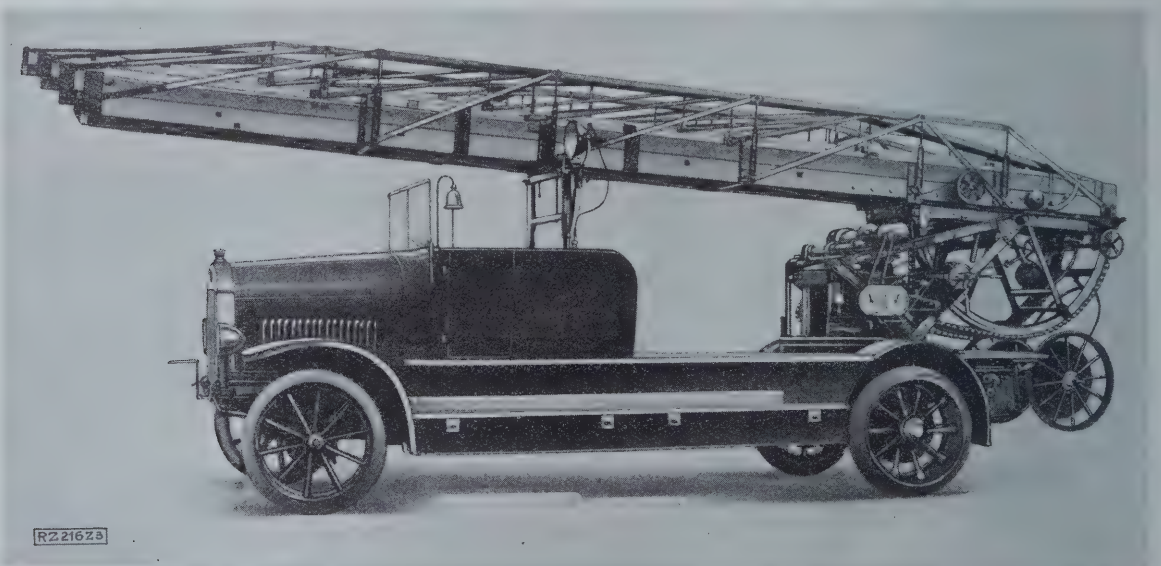


Abb. 3
Feuerwehr-Drehleiter, Bauart Metz



Abb. 4

Gesamtanordnung der Getriebe bei der Leiter von Magirus

- | | | | |
|--|--|--|---|
| a ₁ Handantrieb zum Aufrichten | e Lot für Kippsicherung | i Getriebe für die maschinelle Seiteneinstellung | o Ölmanometer |
| a ₂ " " Auszug | f Gradbogen für Neigungswinkel, Auszug und Ausladung | k Seiteneinstellung von Hand | p Elektromagnete |
| a ₃ " " Drehen | g Lotgehäuse zur selbsttätigen Steuerung der Seiteneinstellung | l Halteleine | q Steuerhahn zum Aufrichten |
| b Steuerbock | h Rückführung für die Seiteneinstellung | m Aufrichterahmen | r " " Auszug |
| c ₁ Steuerstange zum Aufrichten | | n Leitertraggestell | s Getriebeskala zum Aufrichten |
| c ₂ " " Auszug | | | t " " Auszug |
| c ₃ " " Drehen | | | u Handsteuerung für die maschinelle Seiteneinstellung |
| d Wagenfederabstellung | | | |

Das Leitertraggestell von Magirus, Abb. 4, ist als Eisenschachwerk ausgeführt; seine weite Ausladung gewährleistet eine große Neigefähigkeit. Abb. 5 und 6 zeigen die Aus-

führungen von Metz und Kieslich. Die Eigenart des Metzchen Drehkranzes besteht in seiner doppelten (oberen und unteren) Lagerung auf Kugeln.

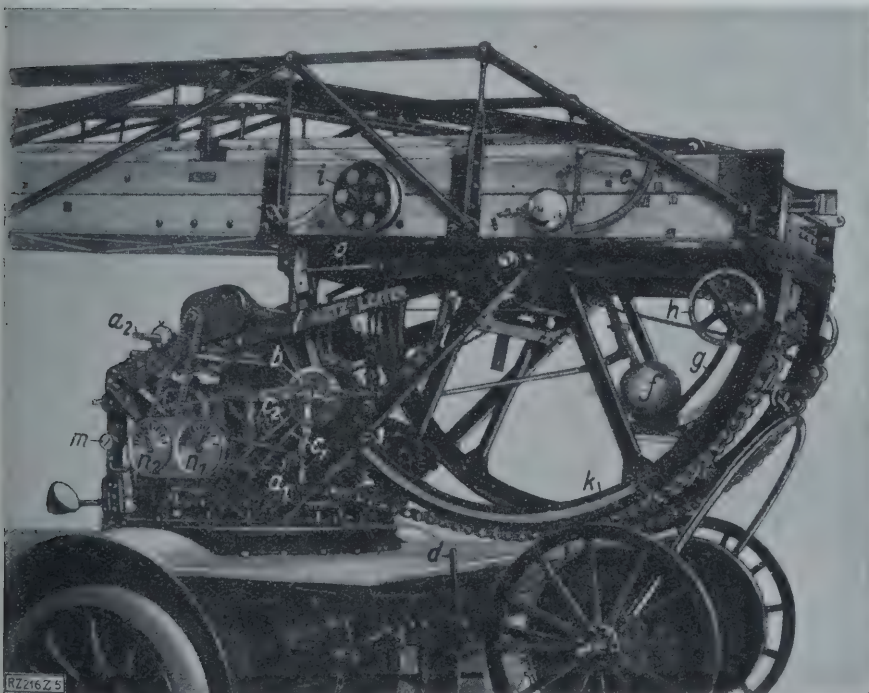


Abb. 5

Gesamtanordnung der Getriebe bei der Leiter von Metz

- | |
|---|
| a ₁ Handantrieb zum Aufrichten |
| a ₂ " " Auszug |
| b Steuerbock |
| c ₁ Steuerstange zum Aufrichten |
| c ₂ " " Auszug |
| d Wagenfederabstellung von Hand |
| e Gradbogen für Neigungswinkel, Auszug und Ausladung |
| f Lot zur selbsttätigen Steuerung der Seiteneinstellung |
| g Rückführung zur Seiteneinstellung |
| h Seiteneinstellung von Hand |
| i Halteleine |
| k Aufrichtebogen |
| l Leitertraggestell |
| m Ölmanometer |
| n ₁ Getriebeskala zum Aufrichten |
| n ₂ " " Auszug |
| n ₃ Dynamometer |

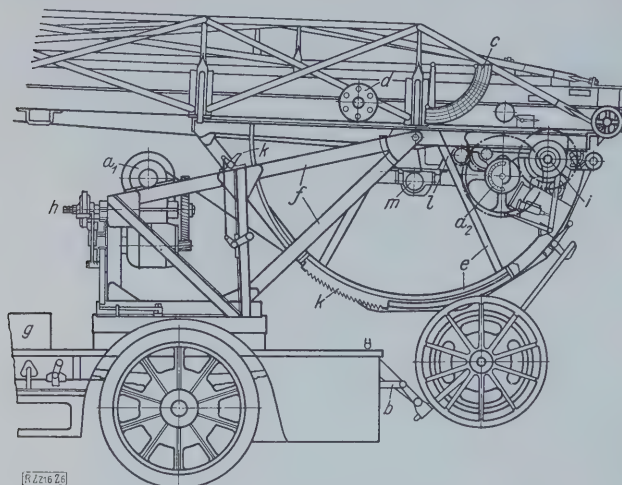


Abb. 6
Gesamtanordnung der Getriebe bei der Drehleiter
von Kieslich

- | | |
|--|------------------------------|
| a ₁ Aufrichtgetriebe | e Aufrichtbogen |
| a ₂ Auszuggetriebe | f Leitertraggestell |
| b Wagenfederabstellung | g Dynamomaschine |
| c Gradbogen für Neigungswinkel, Auszug und Ausladung | h Handantrieb zum Aufrichten |
| d Halteleine | i Zahnstangenfeststellung |
| | k Auszug |
| | l, m Abhängigkeitschalter |

Bei Kieslich dienen für die Rundführung zwei wagerechte, den oberen Drehkranz von unten und oben abstützende Rollenkränze, deren Laufbahn allseitig abgeschlossen ist.

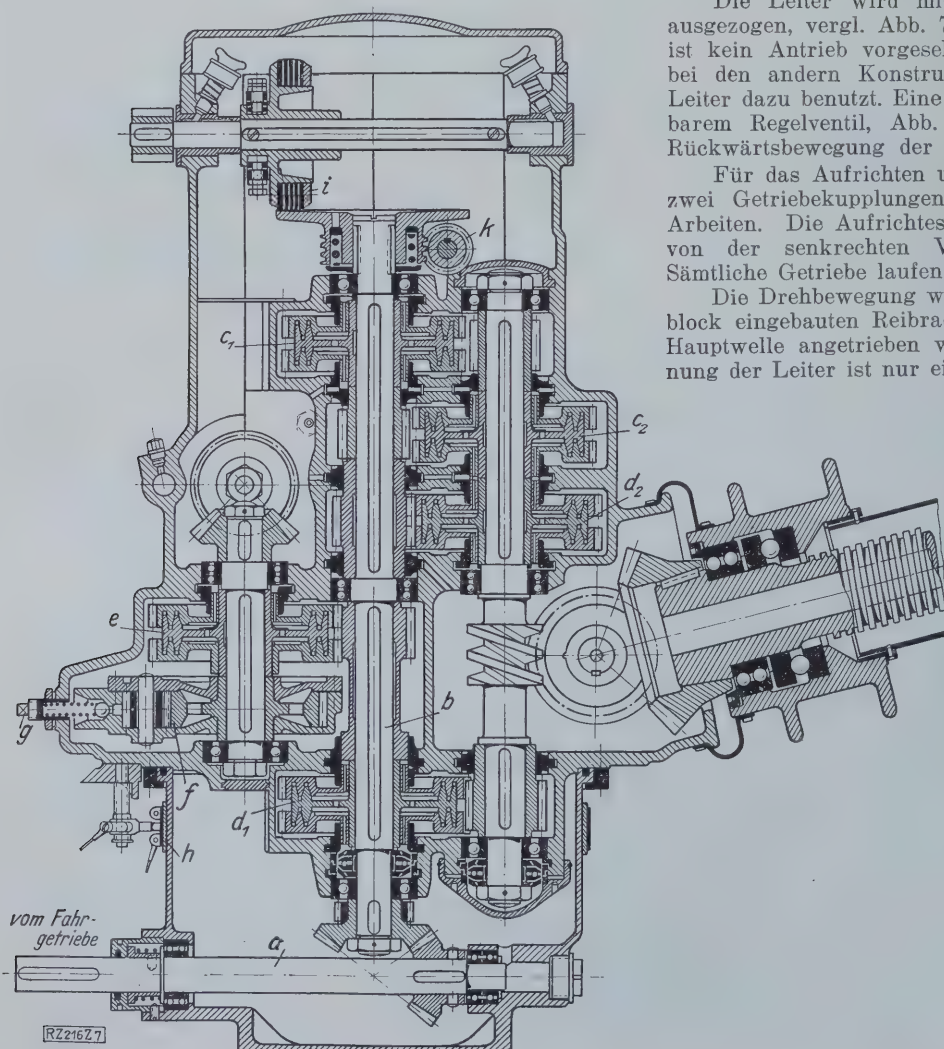


Abb. 7
Leitergetriebe (Magirus)

- | | |
|----------------|--|
| a | Welle vom Fahrgetriebe |
| b | Hauptwelle des Getriebeblocks |
| c ₁ | Kupplung zum Neigen, schnell |
| c ₂ | " " " " langsam |
| d ₁ | " " " " Aufrichten, schnell |
| d ₂ | " " " " Ausziehen, langsam |
| e | Öldruckbremse zum Einlassen |
| f | Einstellung des Ventils zum Regeln des Öldrucks |
| g | Schleifring zur Stromzuführung für die Seiteneinstellung |
| h | Reibradgetriebe zum Drehen |
| i | Getriebeschnecke zur maschinellen Seiteneinstellung |

Der maschinelle Antrieb der Leiter und der Leitergetriebeblocks

Vom Zusatzgetriebe des Fahrgetriebe aus führt bei der Magirus- und der Metzger-Leiter eine auf Kugellagern laufende und mit Gelenk versehenen Welle zum Leitergetriebeblock. In diesem sind die Antriebsvorrichtungen für sämtliche Leiterbewegungen zusammengefaßt. Der Getriebeblock ist in der Mitte des oberen Drehkranzes fest angebracht und in ein Gehäuse eingeschlossen. Der obere Teil des Getriebegehäuses gegen den unteren drehbar, Abb. 7. In den unteren Teil mündet die vom Fahrgetriebe kommende Antriebswelle ein von der mittels eines Kegelräderpaares die senkrecht stehende Hauptwelle (Königswelle) des Getriebeblocks angetrieben wird, Abb. 7. Das untere Getriebegehäuse, das zugleich als Sammel- und Vorratbehälter für das Öl.

Als Kupplungselement werden von Magirus mit Drucköl geschaltete Reibkupplungen besonderer Bauart verwendet, die den Vorteil leichter Schaltbarkeit haben. Zu Schalten wird Öldruck von 2,5 bis 3 at angewendet, der durch eine im unteren Teil des Getriebegehäuses angeordnete Zahnradpumpe erzeugt wird (vergl. Abb. 12). Die einzelnen Kupplungsteile sitzen in öldicht abgeschlossene Kammern, in die durch Steuerhähne Öl unter Druck zugeführt oder abgeführt werden kann. Wird eine solche Kammer mit Drucköl gefüllt, so werden dadurch die mit Zahnkränzen versehenen Kupplungsscheiben mit ihren Keilrillen beiderseitig so lange in die Mitnehmerscheibe gepreßt, bis der Druck durch den Steuerhahn wieder abgelassen wird. Die Vorgelegewellen werden dadurch mit der Hauptantriebswelle gekuppelt. Es sind, wenn zunächst von der Seiteneinstellung völlig abgesehen wird, für solcher Kupplungsorgane mit Übersetzungsgetrieben im Leitergetriebeblock eingebaut.

Die Leiter wird mit gleichmäßiger Geschwindigkeit ausgezogen, vergl. Abb. 7. Für das Einlassen der Leiter ist kein Antrieb vorgesehen, sondern es wird, wie auch bei den anderen Konstruktionen, das Eigengewicht der Leiter dazu benutzt. Eine Ölbremse mit von außen einstellbarem Regelventil, Abb. 7, verhindert eine zu schnelle Rückwärtsbewegung der Leiter.

Für das Aufrichten und Ablegen der Leiter dienen zwei Getriebe Kupplungen für schnelles und langsames Arbeiten. Die Aufrichtespinde wird durch eine angetriebene von der senkrechten Vorgelegewelle aus angetrieben. Sämtliche Getriebe laufen auf Kugellagern und im Ölbad.

Die Drehbewegung wird mittels eines in den Getriebeblock eingebauten Reibradgetriebes, Abb. 7, das von der Hauptwelle angetrieben wird, hervorgerufen. Zur Bedienung der Leiter ist nur ein Mann nötig.

An dem Magirusschen Steuerbock, Abb. 4, sind die Hebel zum Ausziehen und Einlassen, zum Aufrichten und Neigen und zum Drehen der Leiter vereinigt.

Außer diesen Bedienungshebeln sind noch wie bei allen Leitern Handantriebe für das Aufrichten, Ausziehen und Drehen vorgesehen, die im Falle des Versagens der maschinellen Einrichtung eine Bedienung von Hand ermöglichen.

Der jeweilige Stand der aufgerichteten und ausgezogenen Leiter ist aus den Getriebeskalen ersichtlich, die sich auf den vor den Triebachsen des Aufrichte- und Auszuggetriebes unter Zwischenschaltung einer Übersetzung sitzenden Kreisseiben befinden. Die beiden Steuerhähne, Abb. 4 und 11, regeln die Druckölfzufuhr zu dem Aufrichte- und dem Auszuggetriebe. Außerdem kann die Neigung mit der zulässigen Auszuglänge noch an dem auch bei Metz und Kieslich vorgesehenen Gradbogen mit Lot am Fuße der Unterleiter, Abb. 4 bis 6, abgelesen werden. Ein am Bedienungsstand angebrachtes Manometer zeigt den Öldruck für die Getriebekupplungen an. Zur Vergaserregelung am Bedienungsstand ist ein leicht zugänglicher Stellhebel am hinteren Wagenrahmenende angebracht.

Der Metz'sche Getriebekasten enthält zum Unterschied von Magirus sämtliche Getriebe (also auch das Auszuggetriebe), so daß die Handantriebe aller drei Leiterbewegungen dicht beieinander sind. Die durch Öldruck betätigten Kupplungen sind als Lamellenkupplungen ausgebildet. Für das Aufrichten, Neigen und Ausziehen können je zwei Geschwindigkeiten geschaltet werden, das Drehen erfolgt im Rechts- und Linksgang mit veränderlicher Geschwindigkeit. Der Steuerbock, Abb. 5, die kreisförmigen Getriebeskalen und die übrigen Bedienungseinrichtungen entsprechen im wesentlichen denen der Magirus-Leiter.

Bei der Kieslich'schen Leiter, Abb. 1, sind die für die Leitergetriebe erforderlichen Anlaßapparate unter dem Führersitz angeordnet. Sie werden durch die drei an der Außenseite des Führersitzes angebrachten Handräder betätigt. Jede Leiterbewegung kann in vier verschiedenen Geschwindigkeiten ausgeführt werden, die durch eine an jedem Handrad angebrachte Skala

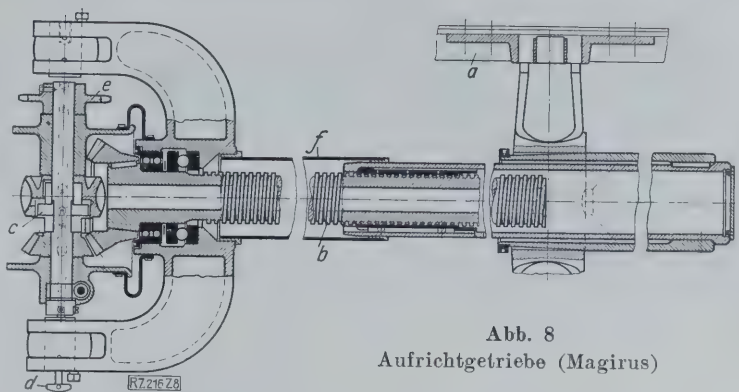


Abb. 8
Aufrichtgetriebe (Magirus)

- | | |
|---|-------------------------------------|
| a Aufrichtrahmen | d Steuerung für den Schiebekeil |
| b Aufrichtspindel | e Kettenrad zum Aufrichten von Hand |
| c Schiebekeil zur Ausschaltung des Getriebes beim Aufrichten von Hand | f Schutzrohr |

gekennzeichnet sind. Es ergibt sich aus dem elektrischen Antrieb mit seinem leichten Abstufen der Geschwindigkeiten, seiner einfachen Änderung des Drehsinns und seiner einfachen Schaltung der Bremssteuerung, daß die Getriebe bei der Kieslich-Leiter verhältnismäßig einfach sind.

Damit man die Leiter genau steuern und ein Nachlaufen der Motoren verhindern kann, erhalten sämtliche Vorgelege Innenbackenbremsen, die selbsttätig durch Federung und Bremsluftmagnete so betätigt werden, daß die Bremse angezogen wird, wenn die Leitungen und der Magnet stromlos werden. In die drei Stromkreise sind Höchststromauslöser eingebaut, die den Motor sofort ausschalten, wenn dessen Leistung eine bestimmte einstellbare Grenze überschreitet, so daß also die Bewegungen der Leiter sofort stillgesetzt werden, wenn sich dieser ein äußeres Hindernis entgegenstellt. Durch Zurückdrehen des Anlagers in die Nullstellung wird der Auslöser wieder eingeschaltet und die Zuleitung geschlossen. Die Bremse springt bei allen drei Getrieben nur ein, wenn der Schaltehebel auf „Motorbetrieb“ steht, und diese Stellung muß er gewöhnlich haben, so daß er nur bei Handbetrieb umgeschaltet wird.

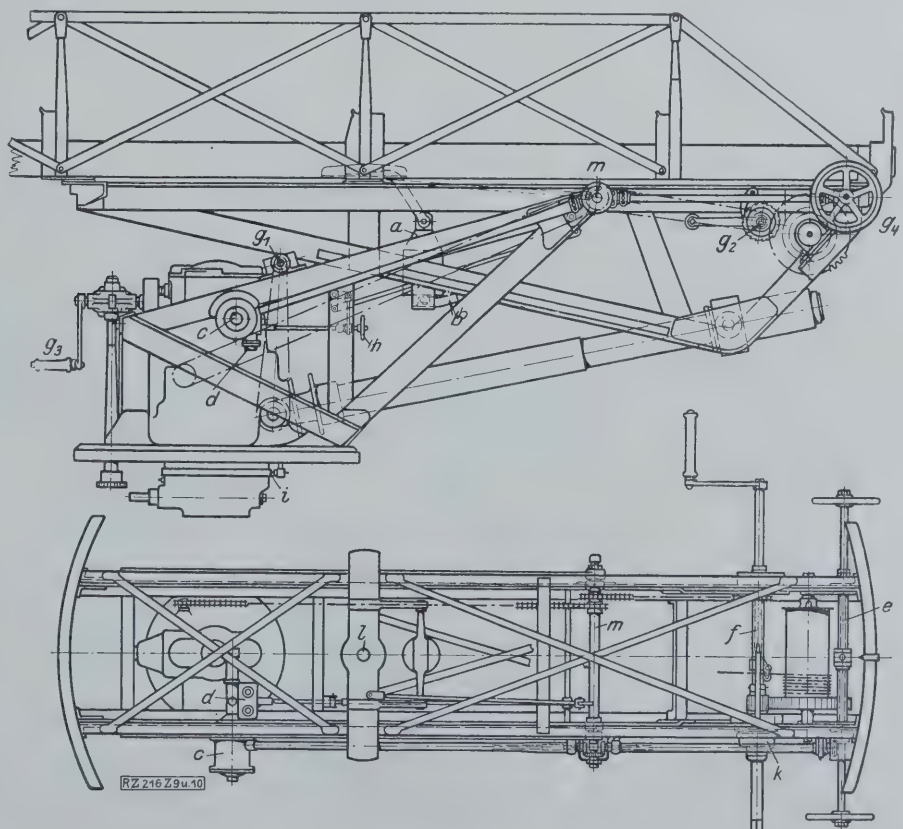
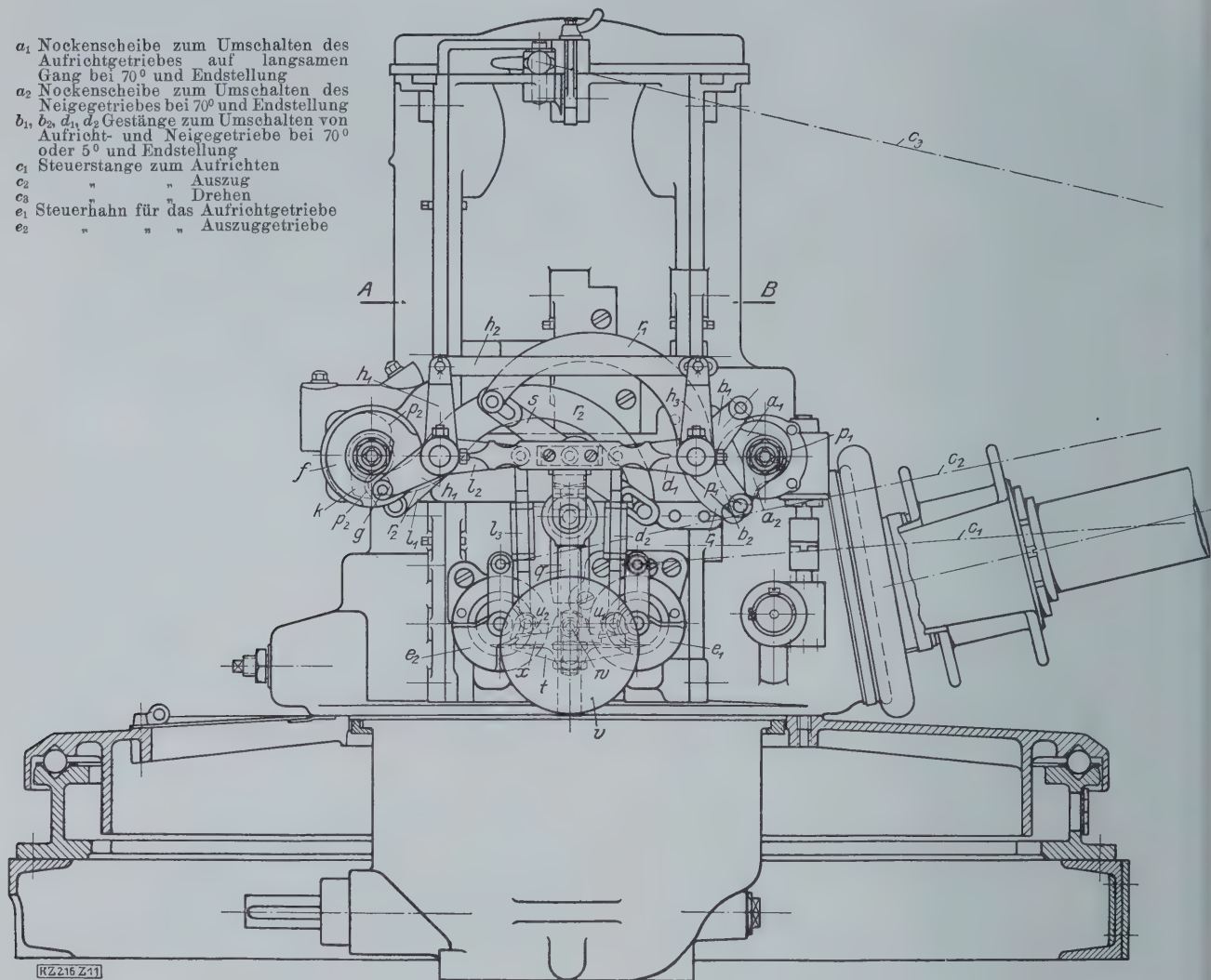


Abb. 9 und 10
Auszug und maschinelle Seiteneinstellung (Magirus)

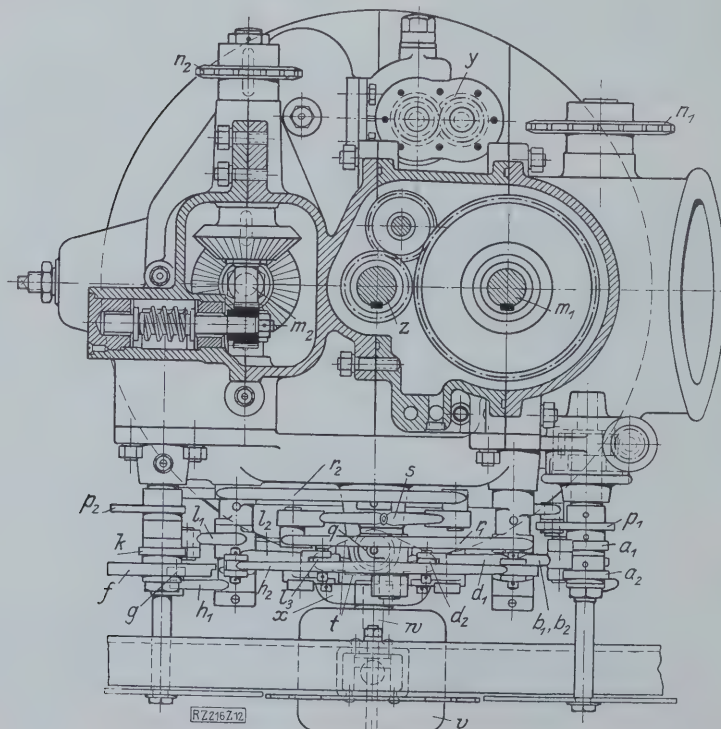
- | |
|--|
| a Lotgehäuse zur selbsttätigen Steuerung der Seiteneinstellung |
| b Rückführung |
| c Getriebe zur maschinellen Seiteneinstellung |
| d Elektromagnet dafür |
| e Spindel zur Seiteneinstellung |
| f Seilführung |
| g ₁ Handantrieb zum Aufrichten |
| g ₂ " " Auszug |
| g ₃ " " Drehen |
| g ₄ " " zur Seiteneinstellung |
| h Handsteuerung zur maschinellen Seiteneinstellung |
| i Schleifkontakt |
| k Lamellenbremse |
| l Drehachse der Leiter |
| m Kippachse " " |

- a_1 Nockenscheibe zum Umschalten des
Aufrichtgetriebes auf langsamen
Gang bei 70° und Endstellung
 a_2 Nockenscheibe zum Umschalten des
Neigegetriebes bei 70° und Endstellung
 b_1, b_2, d_1, d_2 Gestänge zum Umschalten von
Aufricht- und Neigegetriebe bei 70°
oder 5° und Endstellung
 c_1 Steuerstange zum Aufrichten
 c_2 " " Auszug
 c_3 " " Drehen
 e_1 Steuerhahn für das Aufrichtgetriebe
 e_2 " " Auszuggetriebe



Schnitt A—B

Abb. 11 und 12
 Aufricht-
 getriebe und
 Kippsicherung
 der Magirus-
 Leiter



- f, g Scheibe mit Kurvennut und Rolle
zum Umschalten des Aufricht-
und Neigegetriebes auf langsamen
Gang bei 14 m Auszuglänge
 h_1, h_2, h_3, d_1, d_2 Gestänge für den-
selben Vorgang
 k Nockenscheibe zur Endabstellung
des Auszuggetriebes bei voller
Auszuglänge
 l_1, l_2, l_3 Gestänge für denselben Vor-
gang
 m_1 Vorgelegewelle zum Aufrichtge-
triebe
 m_2 Vorgelegewelle zum Auszugge-
triebe
 n_1 Kettenrad zum Aufrichten von
Hand
 n_2 Kettenrad zum Auszug von Hand
 p_1 Kurvenscheibe vor der Aufricht-
triebachse für die Kippsicherung
 p_2 Kurvenscheibe vor der Auszug-
triebachse für die Kippsicherung
 r_1, r_2, s, q Gestänge für die Kipp-
sicherung
 t Brücke für die Kippsicherung
 u_1 Anschlag an den Steuerhahn e_1
 u_2 " " " " e_2
 v Lot "zur Kippsicherung"
 w Mitnehmerbolzen
 x Keilplatte
 y Zahnradpumpe
 z Hauptantriebswelle des Getriebe-
blocks

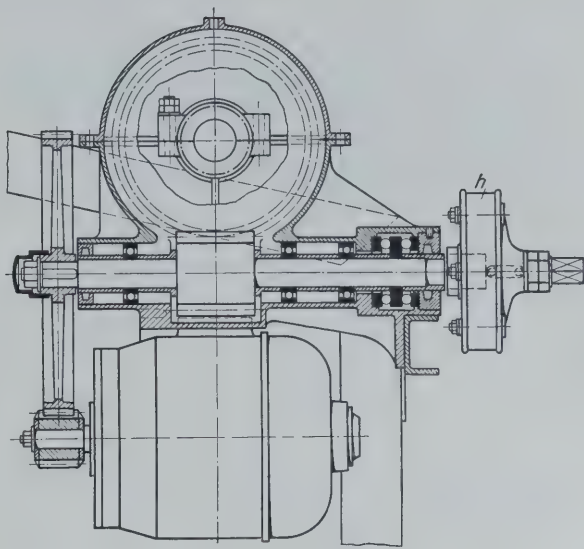
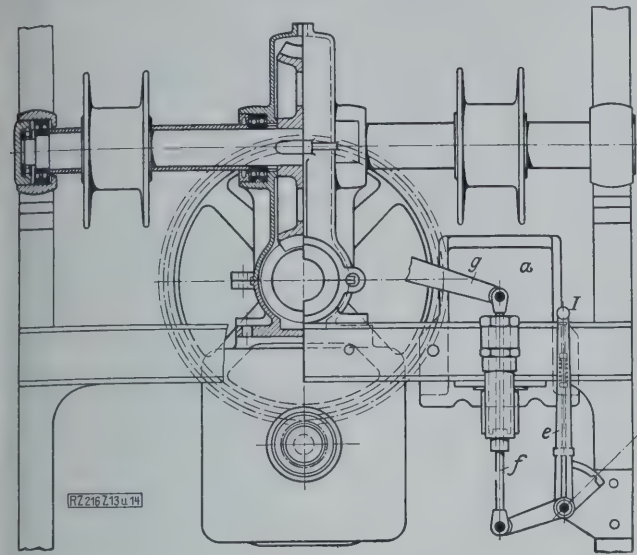
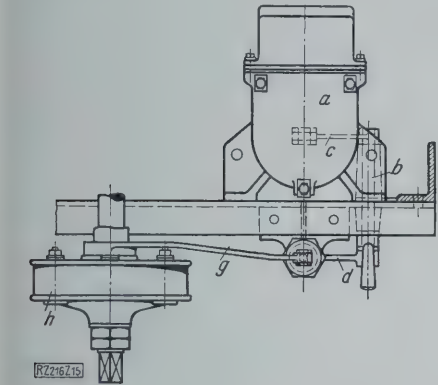


Abb. 13 bis 15
Aufrichtgetriebe von Kieslich

- I Stellung des Schalthebels für die Bremse bei Motorbetrieb
II Stellung des Schalthebels für die Bremse bei Handbetrieb
a Magnet b Welle c, d Kurbeln e Schalthebel
f, g Gestänge h Handbremse



Bei abgelegter Leiter sind Auszug und Drehbewegung gesperrt, so daß vor Einleitung einer dieser beiden Bewegungen die Leiter erst aus dem Stützbock herausgehoben sein muß.

Das Aufrichtgetriebe

Im Leitertraggstell ist der Aufrichtrahmen mit der Leiter um eine wagerechte Achse drehbar gelagert. Bei Magirus dient als Aufrichtorgan eine kräftige Spindel, die mit dem oberen Drehkranz gelenkig verbunden ist und durch ein Winkelräderpaar von einer Vorgelegewelle des Getriebeblocks aus angetrieben wird. Nach Einschaltung eines Schiebekeils, Abb. 8, des Schneckenrades zum Spindeltrieb kann das Aufrichtgetriebe von Hand mittels Kurbel betrieben werden, vergl. g_1 Abb. 9 und 10. Die Mutter der Aufrichtspindel ist im Aufrichtrahmen doppelseitig gelagert, und zwar derart, daß der die Spindel-mutter tragende Teil mit seinen Zapfen bei niedergelegter Leiter in zur Spindelachse gleichgerichteten Schlitten ruht. Dieses Spiel, das bei abgelegter Leiter zwecks Fernhaltung von Stößen auf die Spindel während der Fahrt unbedingt erforderlich ist, wird beim Aufrichten der Leiter durch eine Sperrvorrichtung sofort blockiert, so daß die Leiter beim Aufrichten und Ablegen sicher und unnachgiebig geführt ist.

Außerdem wird stets selbsttätig für die letzten 5° der Aufricht- und Neigbewegung, also für das Aufrichten bei 70° und für das Neigen bei 5° , der schnelle Gang in den langsamen umgeschaltet. Das geschieht, Abb. 11 und 12, durch die beiden vor der Triebachse für das Aufrichten sitzenden Nockenscheiben a_1, a_2 , die durch das Hebelgestänge b_1, b_2, d_1, d_2 den Steuerhahn e_1 auf den langsamen Gang umschalten und schließlich auch die Endabstellung veranlassen.

Um bei einer Leiterauszuglänge von mehr als etwa 14 m das Aufrichten oder Neigen der Leiter nur mit dem langsamen Gang zuzulassen, was für ein sicheres Manövrieren zweckmäßig erscheint, ist auf der Triebachse für den Auszug noch die Scheibe f angeordnet, die durch die Rolle g und das Hebelgestänge h_1, h_2, h_3, d_1, d_2 den

Steuerhahn e_1 beeinflusst. Wenn die Leiter z. B. gleichzeitig ausgezogen und mit dem schnellen Gang aufgerichtet wird, wie es der Zeitersparnis wegen oft geschieht, so wird mit Erreichung einer bestimmten Auszuglänge, also etwa bei 14 m Auszug, die Rolle g in die mit der Scheibe f um den gleichen Mittelpunkt liegende Nut gelangen. Dabei wird durch das bezeichnete Hebelgestänge der Steuerhahn e_2 so verdreht, daß auf den langsamen Gang umgeschaltet wird. Die Endabstellung geschieht dann in der oben bereits geschilderten Weise. Soll umgekehrt die Leiter geneigt werden, so läßt sich dies während des Gleitens der Rolle g in der Kurvennut der Scheibe f nur mit niedriger Geschwindigkeit ausführen, da der Hebel h_3 an seinem oberen Ende nur bis zum Ende des in h_2 vorgesehenen Schlitzes schwingen kann, wobei die kurze Schwingung der Hahnverstellung von null auf den langsamen Gang entspricht. Verläßt aber die Rolle die Kreisnut, d. h. ist das Einschieben der Leiter bis zu einem bestimmten Punkt (14 m) vorgeschritten, so kann man den Hahn e_1 ohne Behinderung in die dem schnellen Gang entsprechende Lage drehen, und die letzte Stufe des Neigens geht mit erhöhter Geschwindigkeit vor sich. Die in Abb. 11 angegebene Stellung wird von der Scheibe f also bei abgelegter Leiter eingenommen. Die Scheibe bleibt bei der Aufrichtbewegung stehen und wird nur infolge der Auszugsbewegung im Sinne des Uhrzeigers gedreht. Die Rolle g ist, wenn sie nicht in der Kreisnut geführt wird, frei und ohne Anlage an die innere Kurve der Scheibe f .

Metz und Kieslich verwenden statt der einen Spindel die beiden altbewährten Aufrichtbogen, bei denen also der Hebelarm der aufrichtenden Kraft verhältnismäßig groß und stets derselbe ist. Während Kieslich aber die beiden Stahldrahtgurte nur an einem Ende mit dem Aufrichtbogen fest verbindet, Abb. 6, sind die in Antriebsritzel eingreifenden Gallschen Ketten der Metzschens Konstruktion an beiden Enden des Aufrichtbogens angeschlossen, so daß hier ein etwaiges Aufbäumen der Leiter durch Wind oder durch Gegendruck des Wasserschlauches ebenso wie bei Magirus mit Sicherheit vermieden ist. Das Metzsche Aufrichtgetriebe hat im übrigen den üblichen Schneckenantrieb. Kurz vor Erreichen der Endneigung von 78° , und zwar bei 75° , und ebenso kurz vor Beendigung des Ablegens schaltet sich auch hier das Getriebe selbsttätig auf den langsamen Gang um. Hierzu dient eine Scheibe, die mit dem Aufrichtgetriebe durch Kettenübertragung mitläuft und im gegebenen Augenblick den Steuerhahn zwangsläufig schaltet.

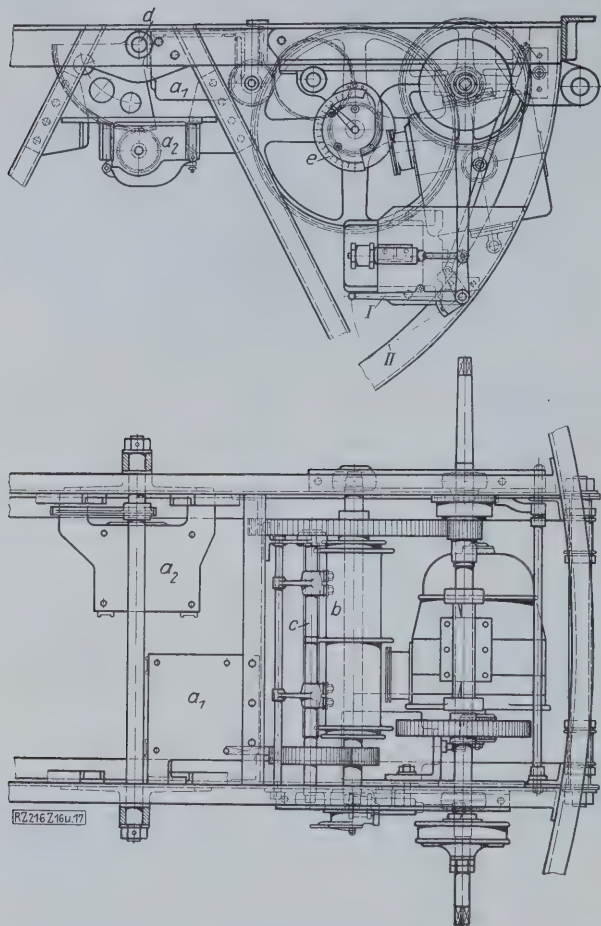


Abb. 16 und 17

Auszuggetriebe Kieslich

- a_1, a_2 Abhängigkeitsschalter
 b Seilführungsrollen
 c Seilführungsspindel
 d Aufrichtwelle
 e Kreisteilung zum Anzeigen
 der jeweiligen Auszugslänge

- I Stellung des Schalthebels der
 Bremse bei Motorbetrieb
 II Stellung des Schalthebels der
 Bremse bei Handbetrieb

Das Kieslichsche Aufrichtegetriebe nach Abb. 13 bis 15 bedarf keiner näheren Erläuterung. Man erkennt den selbstsperrenden Schneckenantrieb, seine Betätigung durch den Motor oder von Hand und die elektrisch betätigte Bremsanordnung mit Magnet a , Welle b mit Kurbeln c und d , Schalthebel e , Gestänge f, g , Bremse h . Für den Handantrieb hat das Getriebe eine Reibungsbremse mit Selbsthemmung. Das Getriebe wird bei 78° Neigung selbsttätig ausgeschaltet. Zur Entlastung der Gurte bei aufgerichteter Leiter dient je eine an jedem Aufrichtbogen angeordnete Zahnstange, die in eine Klinke am Leitertraggestell eingreift, vergl. Abb. 6.

Salzgehaltprüfung bei britischen Wasserrohr-Schiffskesseln

Die britische Firma Crockatt hat ihre elektrischen Salzgehaltmesser, die auf Schiffen der britischen Kriegsmarine und auf Handelsschiffen mit Wasserrohrkesseln benutzt werden, neuerdings durch einen Ausgleichteil verbessert, so daß innerhalb des normalen Temperaturbereiches der Salzgehalt unmittelbar abgelesen werden kann und die Ablesung nicht wie bisher nach einer Eichtafel oder dergl. berichtigt zu werden braucht. Die Wirkung des Gerätes beruht darauf, daß die Leitfähigkeit des Wassers für den elektrischen Strom mit steigendem Salzgehalt zunimmt. Die normalen Geräte haben einen Ablesungsbereich von 0 bis 70 g Salzgehalt auf 1 m³ Wasser. Für besonders empfindliche Kessel, vor allem für Kessel mit ungewöhnlich hohem Druck, werden Salzgehaltmesser mit zehnfacher Empfindlichkeit benutzt.

Bei derartigen Kesselanlagen überwacht man neuerdings nicht nur den Salzgehalt des Kesselwassers, sondern

Das Auszuggetriebe

Das Auszuggetriebe ist bei Magirus im Aufrichtrahmen eingebaut, Abb. 9 und 10, wo es gleichzeitig einen Teil des Gewichtes des langen Leiterarms ausgleicht. Es wird vom Getriebekasten aus mittels Kettenräder und Gallscher Gelenkketten angetrieben. Da das Auszuggetriebe mit dem Aufrichtrahmen und der Leiter die Aufrichtbewegung mitmacht, ist der Antrieb des Auszuggetriebes über die Drehachse des Aufrichtrahmens geleitet. Mit einer von der Antriebkette getriebenen Vorgelegewelle ist die Seiltrommel zum Leiterauszug verbunden. Das aus der Vorgelegewelle aufgeschnittene Gewinde dient als Fördergewinde für die Seilführung. Sämtliche Lager sind als Kugellager ausgebildet. Die Vorgelegewelle dient auch zugleich zum Handantrieb des Getriebes für den Leiterauszug, der durch zwei Handkurbeln betätigt werden kann. Eine eingebaute Lamellenbremse regelt in diesem Fall die Einziehggeschwindigkeit. Die Leiter wird mittels Stahldrahtseilen, die in die einzelnen Leitern flaschenzugartig eingebaut sind, ausgezogen oder eingelassen. Zur Endabstellung bei Erreichung der vollen Auszuglänge dient wieder eine Nockenscheibe k , die durch das Hebelgestänge l_1, l_2, l_3 auf den Steuerhahn e_2 einwirkt, Abb. 11 und 12.

Metz ordnet die Auszugwinde, wie schon gesagt, grundsätzlich in dem Getriebekasten auf dem Drehgestell an. Sie ist ebenfalls mit Schneckenantrieb versehen, und die Energie wird aus dem Getriebekasten unmittelbar ohne Kette übertragen. Der Steuerhahn des Auszuggetriebes wird derart beeinflusst, daß die Leiter wegen der Rückhaltebügel nicht früher als bei einer Neigung der Leiter von 15° ausgezogen werden kann und daß auch bei beendetem Auszug das Getriebe selbsttätig abgestellt wird, nachdem kurz zuvor (etwa 1 m vor der Endlage) der schnelle Gang selbsttätig auf den langsamen umgeschaltet worden ist. Das einfache, unter der Sprossenmitte verlaufende Seil aus verzinktem Stahldraht ist über die Drehachse am Kopf des Leitertraggestells geführt und verläuft (bei der vierteiligen Leiter dreiteilig) von da über die Rolle am Kopf der unteren Leiter zum Fuß der nächsten Leiter. Das nächste Seil ist am Kopf der unteren Leiter befestigt und über die Rolle am Kopf der zweiten Leiter zum Fuß der dritten Leiter geführt und so fort.

Kieslich baut das Auszuggetriebe wie Magirus in den Aufrichtrahmen ein. Es ist in Abb. 16 und 17 dargestellt. Die für den Handbetrieb wieder vorgesehene selbsthemmende Reibbremse wird beim Umlegen des Schalthebels vom maschinellen zum Handbetrieb zwangsläufig eingeschaltet. Der Zeiger an der Kreisteilung, Abb. 16, zeigt die jeweilige Länge der ausgezogenen Leiter an. Beim Erreichen der Endlage wird das Getriebe wieder selbsttätig abgestellt. Zum Ausziehen dienen Drahtseile, die doppelt, d. h. neben jedem der beiden Leiterholme unter den Sprossen geführt sind, anstatt unter der Sprossenmitte wie bei den anderen Konstruktionen. Es wird also für jeden Leiterteil nur ein Seil verwandt, dieses aber doppelt herumgeführt. Die beiden Enden des untersten Auszugseils sind dabei auf der gemeinsamen Seiltrommel festgelegt. [B 216] (Schluß folgt.)

auch den des Speisewassers. Da Salz und andre Unreinigkeiten nur mit dem Speisewasser in die Kessel gelangen können, wird eine Verunreinigung auf diese Weise viel schneller festgestellt, als wenn erst das ganze Kesselwasser mit Salz angereichert wird. Außer der Anzeigeskala, die an jedem beliebigen Platz im Kessel- oder Maschinenraum angebracht werden kann, sind Warnungslampen vorgesehen, die schon bei geringem Salzgehalt aufleuchten, und Warnungsklingeln, die bei höherem Salzgehalt in Tätigkeit treten. Daß man dem Vorbeugen einer Versalzung von Hochdruck-Kesselanlagen in Großbritannien höchste Bedeutung beimißt, geht auch daraus hervor, daß die zu solchen Anlagen gehörigen Kondensatoren geteilt werden, und daß man das aus jedem Kondensator zurückgeführte Speisewasser für sich auf den Salzgehalt prüfen kann. Diese Anordnung ermöglicht, den Teil des Kondensators, der Undichtigkeiten zeigt, sofort abzuschalten und dadurch ohne Störung des Betriebes ein Verschmutzen der Kesselanlage zu verhindern. („Fairplay“ 5. Mai 1927 S. 233) [N 549] C.

Festigkeit halbkreisförmiger Platten und Dampfturbinen-Leiträder

Von Dr. sc. techn. Huggenberger, Zürich¹⁾

Nach einem Hinweis auf die mathematische Lösungsmöglichkeit der Festigkeitsaufgaben halbkreisförmiger Platten werden die eingehend ausgeführten Versuche zur Bestimmung der verformten Mittelfläche und des Auflagedruckes kurz beschrieben. Die an der Hand von Versuchsergebnissen ausgearbeiteten praktischen Verfahren zur Ermittlung der größten Durchbiegung halbkreisförmiger Platten und Leiträder werden angedeutet.

Die Leiträder von Dampfturbinen werden im allgemeinen nicht aus einem Stück ausgeführt. Formeln für die genaue Form der durchgebogenen Mittelfläche, die größte Durchbiegung und die größte Spannung sind selbst für die halbkreisförmige Platte gleichbleibender Dicke nicht bekannt. Ein Bild über die Formänderung und Verteilung der Spannungen kann nur die Lösung der partiellen Plattendifferentialgleichung vierter Ordnung mit Berücksichtigung der Randbedingungen geben. Da dieses Rechenverfahren schwierig ist, wurde versucht, die Aufgabe nach dem Verfahren von Ritz näherungsweise zu lösen, dabei wurde ebenfalls kein zufriedenstellendes Ergebnis erreicht. Hiernach wurden für die Ausarbeitung eines praktisch brauchbaren Rechenverfahrens eingehende Versuche mit kreisförmigen und halbkreisförmigen Platten stets gleicher und veränderlicher Dicke, mit und ohne Nabenloch, sowie mit kreisförmigen und halbkreisförmigen Leiträdern ausgeführt.

Verformung der Plattenmittelfläche

Zur Feststellung der verformten Mittelfläche der Platte und des Leitrades diente die in Abb. 1 und 2 dargestellte Einrichtung. Um den Fall der freiaufliegenden Platte möglichst restlos zu verwirklichen, ruht die Platte *a*, Abb. 2, mit ihrer unteren Randfläche auf einem Gummiring mit $10 \times 10 \text{ mm}^2$ Querschnitt, der seinerseits auf einem zweiten Gummiring *g* von $40 \times 40 \text{ mm}^2$ liegt. Die Platte wird gegen den Deckelrand *e* durch einen auf der Plattenseite leicht abgerundeten $8 \times 8 \text{ mm}^2$ -Eisenring *j* abgestützt, so daß die Platte längs einer kreisförmigen Linie aufliegt.

¹⁾ Auszug aus Heft 280 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure.

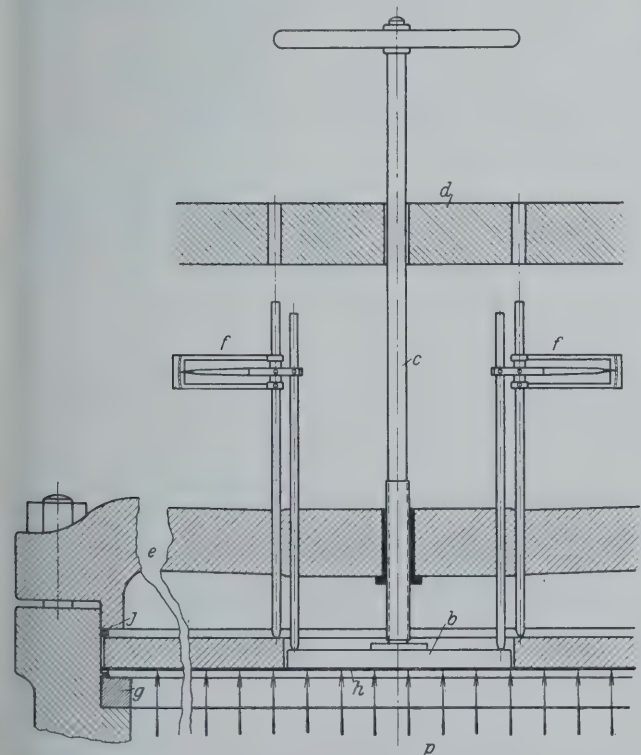


Abb. 2

Einrichtung zur Untersuchung halbkreisförmiger Platten

- | | | | |
|---|-------------------------|---|---------------------|
| a | frei aufliegende durch- | e | Deckel des Gehäuses |
| b | Druckplatte | f | Anzeigevorrichtung |
| c | Druckspindel mit Hand- | g | Gummiring |
| d | rad | h | Kupferblech |
| | | j | Eisenring |
| | | p | Flüssigkeitsdruck |

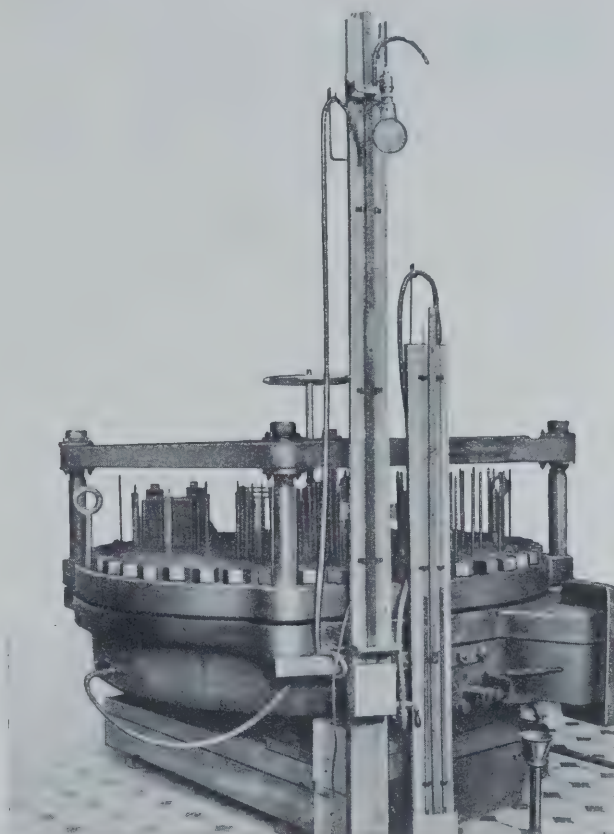


Abb. 1

Versuchseinrichtung zur Messung der Durchbiegungen

migen Linie aufliegt. Das durch den Druckraum fließende Wasser wird mit Hilfe eines Regelhahns auf den gewünschten Druck abgedrosselt. Pressungen bis zu 0,15 at wurden mit Hilfe einer Wassersäule, höhere Drücke mit einer Quecksilbersäule gemessen, wobei das Gewicht der Platten und Taststäbe berücksichtigt wurde. Mit Hilfe der Taststäbe wurden die sich in 104 Meßstellen, Abb. 3, einstellenden Auslenkungen nach der Deckelaußenseite übertragen und mittels eines Mikrometers von dem feststehenden Tische *d*, Abb. 2, auf $\frac{1}{100} \text{ mm}$ genau gemessen. Die bei der kreisförmigen Platte ermittelten Auslenkungen ζ stimmten gut mit den aus den bekannten Gleichungen berechneten Werten überein.

Bei der kreisförmigen Platte mit Nabenloch, der halbkreisförmigen Platte und bei Leiträdern schließt ein 0,5 mm dickes Kupferblech *h*, Abb. 2, den Druckraum ab. Die gemessenen Verschiebungen ζ normal zur Mittelfläche sind als Beispiele in Abb. 4 bis 9 für die halbkreisförmige Eisenplatte gleichbleibender Dicke mit Nabenloch wiedergegeben.

Bemerkenswert ist der für halbkreisförmige Platten kennzeichnende lineare Verlauf der Schnittlinien, in denen die verformte Mittelfläche durch Ebenen senkrecht zum freien Durchmesser geschnitten wird. Die verformte Mittelfläche kann somit praktisch als Regelfläche angesehen werden, deren Erzeugungsgerade stets parallel

zum Halbmesser $\varphi = \frac{\pi}{2}$ ist, Abb. 3, und die ebene halbkreisförmige Randlinie sowie den verformten freien Durchmesser als Leitkurven hat. Bei der halbkreisförmigen Platte mit dem Nabenlochhalbmesser *b* tritt die größte Durchbiegung in den Eckpunkten $r = b$, $\varphi = 0$ und

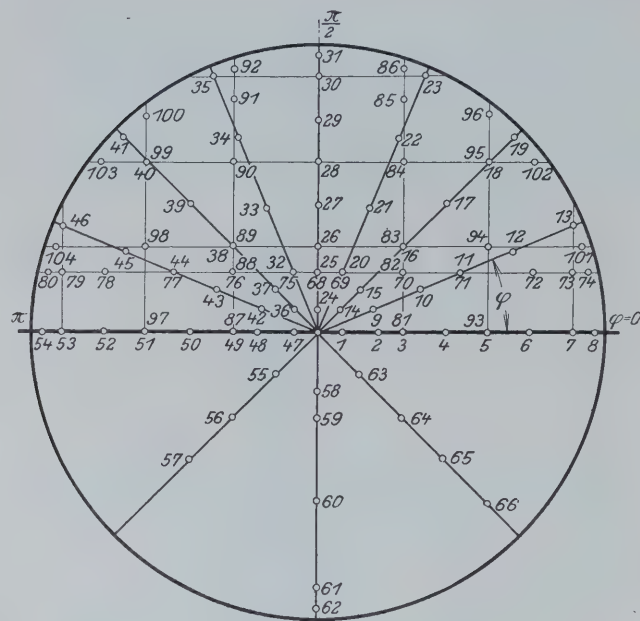


Abb. 3
Verteilplan der Meßstellen nach Polarkoordinaten (r, φ) und rechtwinkligen Koordinaten (x, y)

π auf, während sich die größte Spannung im Punkte $r=b$, $\varphi=\frac{\pi}{2}$ einstellt. Die Versuchergebnisse lehren, daß durch Halbieren der vollen Platte die größte Durchbiegung etwa auf den $2\frac{1}{2}$ -fachen und die größte Spannung auf den rd. $1\frac{1}{2}$ -fachen Wert ansteigt. Halbiert man hingegen eine gelochte, kreisförmige Platte, so wächst die größte Durchbiegung auf den doppelten Betrag, während die größte Spannung annähernd gleich bleibt.

Verlauf des Auflagedruckes

Durch eine Reihe schwieriger und zeitraubender Versuche gelang es, die wirkliche Verteilung des Auflagedruckes zu bestimmen. Abb. 10 stellt einen Schnitt durch die Versuchseinrichtung dar. Der halbkreisförmige Rand der Platte a wird in Abständen von je 96 mm durch zweckmäßig ausgebildete Bolzen f gestützt.

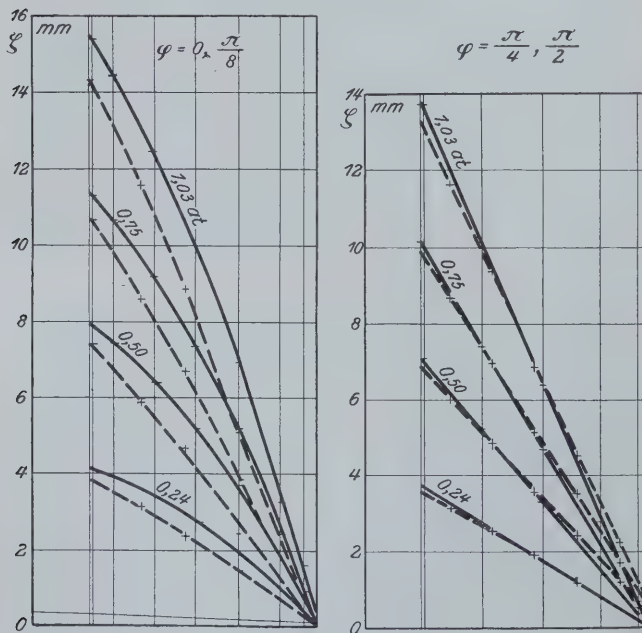


Abb. 4 und 5
Durchbiegung in radialer Richtung $(\varphi = \text{konst})$

Abb. 4 bis 9. Durchbiegungen einer halbkreisförmigen Flußstahlplatte mit $2a = 1498$ mm Dmr., Nabenloch von $2b = 300$ mm Dmr. und gleichbleibender Dicke $2h = 25,9$ mm

Die Feinmeßgeräte k , an denen man $\frac{1}{1000}$ mm ablesen und $\frac{1}{10000}$ mm schätzen kann, werden in drei aufeinanderfolgenden Stützpunkten aufgestellt, so daß die Nase des Tasthebels den polierten Rand der Plattenoberfläche senkrecht über dem Bolzen f berührt. Nachdem die Zeigerstellung vermerkt ist, wird der mittlere Stützbolzen durch die Wage g , h , o , p angehoben, so daß das gabelförmige Unterlagblech u , das zwischen dem Bund des Bolzens und dem Rande des Deckels e liegt, entfernt werden kann. Der Auflagedruck ruht nun auf der Wage g sowie belastet wird, bis die Zeiger und damit die Plattenrand die ursprüngliche Lage wieder einnehmen.

Die gemessene Belastung in kg ist nicht zu verwechseln mit dem theoretischen Auflagedruck, der sich auf die Längeneinheit bezieht. Nachdem der Auflagedruck ermittelt ist, wird das Unterlagblech u wieder eingelegt und die Wägeeinrichtung entfernt. Die Zeiger der Tastapparate müssen ihre ursprüngliche Lage wieder einnehmen. In Abb. 11 sind als Beispiele die gemessenen Auflagedrucke für eine halbkreisförmige Eisenplatte ohne Nabenloch von gleichbleibender Dicke (10,8 mm) und veränderlicher Dicke mit Nabenloch über der abgewinkelten Randlinie in den Stützpunkten 1 bis 13 als Ordinaten aufgetragen. Die Ordinatenendpunkte sind durch einer Kurvenzug verbunden.

Die Versuche mit mehreren Platten führten zu den folgenden bemerkenswerten Ergebnissen:

In den Eckpunkten (Stützpunkt Nr. 1, $\varphi = 0, \pi$) tritt der größte Auflagedruck als Einzelkraft auf. Er beträgt

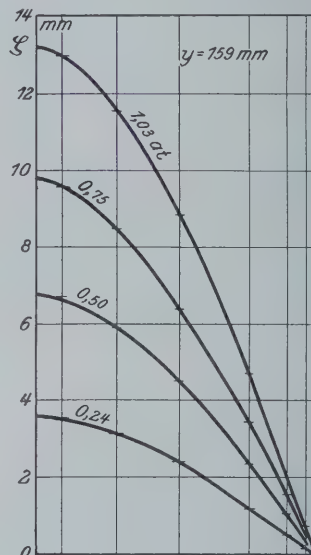


Abb. 6 bis 9
Durchbiegung in x -Richtung $(y = \text{konst})$ und y -Richtung $(x = \text{konst})$

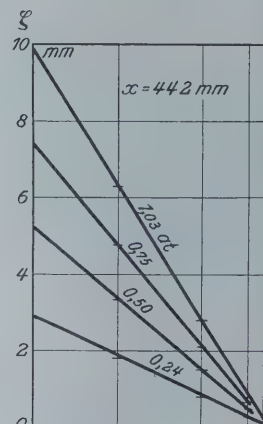
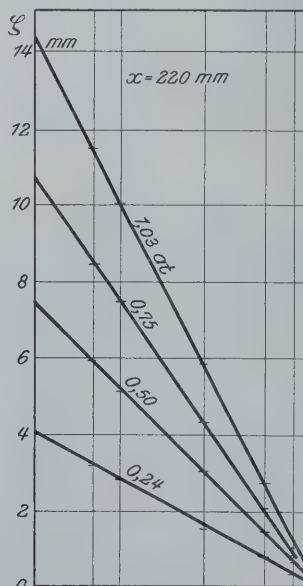
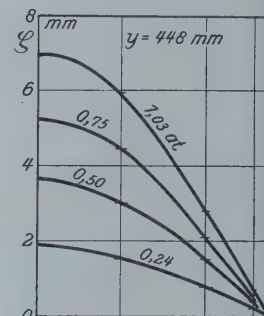


Abb. 10
Schnitt durch die Versuchseinrichtung

- a Platte
- d Walzenlager
- e Deckel des Gehäuses
- f Stützbolzen
- g Wagebalken
- h Schneidenlagerung
- o Lagerbock
- p Ausgleichgewichte
- m, n Lager des Gehäusedeckels
- l U-Eisen-Konsole
- k Feinmeßgerät
- u gabelförmiges Unterlagblech

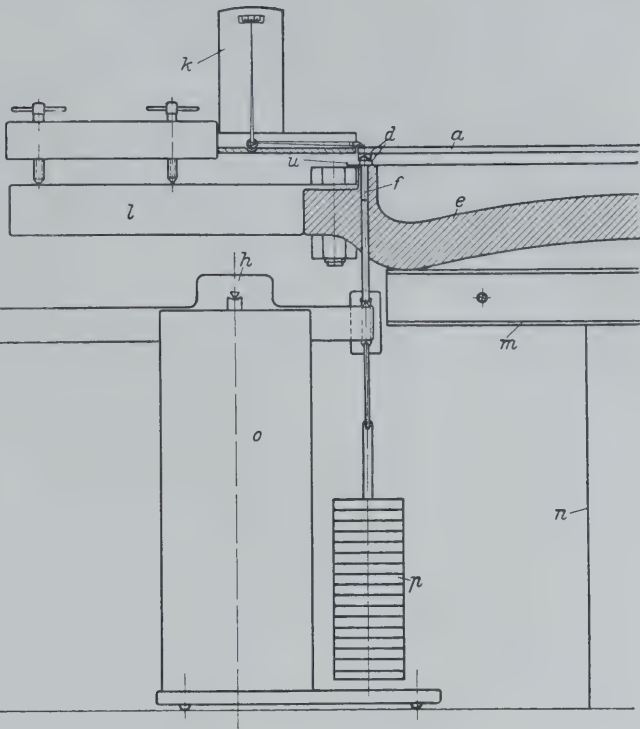


Abb. 11 (unten)
Gemessener Auflagedruck der halbkreisförmigen Eisenplatte mit $h = \text{konst} = 10,8 \text{ mm}$ ohne Nabenloch und der halbkreisförmigen Eisenplatte veränderlicher Dicke: $h = h_a: (2 - r/a)$ mit Nabenloch bei gleichbleibender gleichförmiger Belastung

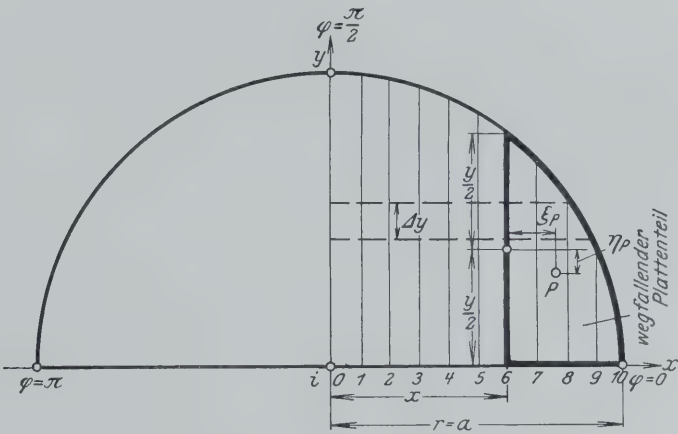
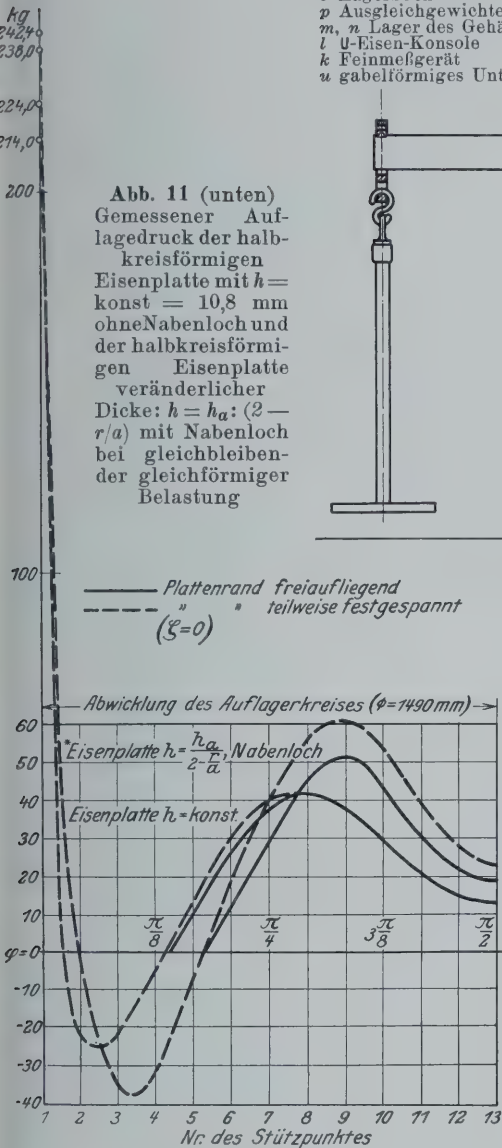


Abb. 12
Zerlegen der halbkreisförmigen Platte in Streifen

Zeichnerische Ermittlung der größten Durchbiegung für halbkreisförmige Platten gleichbleibender und veränderlicher Dicke ohne und mit Nabenloch

rd. $\frac{1}{4}$ der gesamten Belastung. Während die beiden Eckpunkte ($\varphi = 0$ und π) liegen bleiben, hebt sich der unmittelbar anschließende Plattenrand von seiner Unterlage ab. Die Reichweite des sich abhebenden Plattenrandes (wie z. B. für die Eisenplatte gleicher Dicke aus Abb. 11 ersichtlich ist, bis über Stützpunkt 4 hinaus) nimmt mit wachsender Belastung zu, jedoch immer langsamer, so daß sich von einer bestimmten Belastung an die Reichweite nicht mehr merklich ändert. Die Reichweite des sich abhebenden Plattenrandes erstreckt sich, vom Endpunkte gemessen, bis auf $\frac{1}{4}$ der halbkreisförmigen Auflagerlinie. Im Gebiete stetiger Verteilung erreicht der gemessene Auflagedruck bei $\varphi = 52^\circ$ einen Höchstwert, der für je 10° Zentriwinkel rd. 3 vH der gesamten Belastung beträgt. Im Punkt $\varphi = \frac{\pi}{2}$ weist der gemessene Auflagedruck einen Kleinstwert auf, der für je 10° Zentriwinkel rd. 1 vH der gesamten Belastung ausmacht. Die bis dahin als selbstverständlich angenommene Randbedingung $\xi = 0$ trifft tatsächlich nicht zu und ist durch eine Funktion $\xi(\varphi)$ zu ersetzen, Abb. 11. Für den Fall, daß am Rand überall $\xi = 0$ ist, wurden ebenfalls Versuche ausgeführt, gestrichelte Linien in Abb. 11.

Der Kenntnis der größten Durchbiegung kommt eine besonders hohe Bedeutung zu, weil ein Überschreiten des kleinen Spielraumes zwischen Leit- und Lauftrad die Betriebssicherheit gefährden kann. Nach Aussagen von Fachmännern sind Leiträder mit Spannungsrissen im Betriebe bis zum Einbau des Ersatzes geduldet worden, wenn die größte Durchbiegung das gegebene Spiel nicht überschritt. Ausgehend von den angeführten Versuchsergebnissen soll nun ein zeichnerisches Verfahren zur Ermittlung der größten Durchbiegung entwickelt werden. Da der Halbmesser $r = 0$, $\varphi = \frac{\pi}{2}$, Abb. 12, praktisch als Gerade angesehen werden darf, denken wir uns das vom Auflager befreite, durch Flüssigkeitsdruck belastete Plattenviertel längs dieser Geraden eingespannt und bringen am Rande die Auflagerkräfte an. Wir zerlegen das Plattenviertel in Streifen parallel zur y -Achse. Betrachten wir beispielsweise den Schnitt x in Abb. 12, so wirkt im Schwerpunkt des wegfallenden Plattenteiles mit den Koordinaten ξ_p, η_p der resultierende Flüssigkeitsdruck P und in der Randnähe im Punkte S mit den Koordinaten ξ_s, η_s der resultierende Auflagedruck S_r . Reduzieren wir diese Kräfte nach

der Schnittmitte mit den Koordinaten $x, \frac{y}{2}$, so erhalten wir eine Einzelkraft als Summe von P und S_r , ein Biegemoment $B = S_r \xi_s - P \xi_p$, und ein Drehmoment $T = S_r \eta_s + P \eta_p$. Infolge des Biegemomentes verbiegt sich jeder Streifen um eine zur y -Achse parallele Drehachse. Die in dieser Weise verformte Mittelfläche hat die Gestalt einer Zylinderfläche, und der verformte freie Durchmesser kann im Sinne der Balkenbiegetheorie als elastische Linie angesprochen werden, deren Winkeländerung $\Delta \alpha$ nach der Gleichung

$$\Delta \alpha = \frac{B}{J E} \Delta x \dots \dots \dots (1)$$

zu ermitteln ist, wo J das Trägheitsmoment bedeutet. Die elementare Konstruktion der Biegelinie an Hand dieser Gleichung ergibt z. B. den in Abb. 13 dargestellten Verlauf und damit die größte Auslenkung ζ_B . Die Begrenzungslinien des Streifens verdrehen sich unter dem Einflusse des Drehmomentes T . Der Verdrehungswinkel $\Delta \vartheta$ befolgt einen der Biegungsgleichung (1) ähnlichen Ausdruck

$$\Delta \vartheta = \frac{T}{K G} \frac{\Delta x}{2} \dots \dots \dots (2),$$

worin K als „Drehwiderstand“ das polare Trägheitsmoment des Kreisquerschnittes vertritt. Der Schubmodul G ist mit dem Elastizitätsmodul E durch die bekannte Gleichung $G = E : 2 (1 + \nu)$ verknüpft. Mit Hilfe der Analogie von Drehbeanspruchung¹⁾ und „Seifenhautbiegung“²⁾ von Prandtl erhält man unter der Annahme, daß der Spannungshügel als Parabelfläche angesehen werden darf, zur Berechnung des Drehwiderstandes für langgestreckte, schmale Querschnitte zuverlässige Formeln.

Man ermittelt die Randlinien der Platte, indem man die Einzelbeträge zusammenzählt, was am übersichtlichsten durch zweckmäßig angelegte Zahlentafeln geschieht. Infolge der Verdrehung heben sich die Punkte am Durchmesser, während sich die Punkte am Umfang senken. Für das genannte Beispiel beträgt die größte Auslenkung nach Abb. 13 mit $a = 74,85$ cm und $h_0 = 2,0$ cm $\zeta = \zeta_B + \zeta_T = 2,06$ p, während der Versuch 1,94 p, d. h. einen um 7 vH kleineren

Wert ergab; a bedeutet hierbei den Halbmesser des Auflagerkreises und h_0 die halbe Dicke der Platte in der Mitte. Die theoretische Auflagerlinie liegt in gleicher Weise wie die Trennungslinie in Abb. 15 in der Ebene ABC und erscheint somit im Aufriß, Abb. 13, als Ellipse, die sich in diesem Beispiele mit der berechneten Auflagerlinie deckt. Selbst in den Fällen, wo sich zwischen der berechneten und der theoretischen Auflagerlinie Abweichungen ergeben, stimmt die ermittelte größte Durchbiegung mit dem Versuchswert gut überein.

¹⁾ Vergl. Föppel, Bd. 5 (1920) Seite 168.
²⁾ Vergl. Griffith, The use of the soap films in solving torsion problems, „Engineering“ Bd. 104 (1917) S. 652.

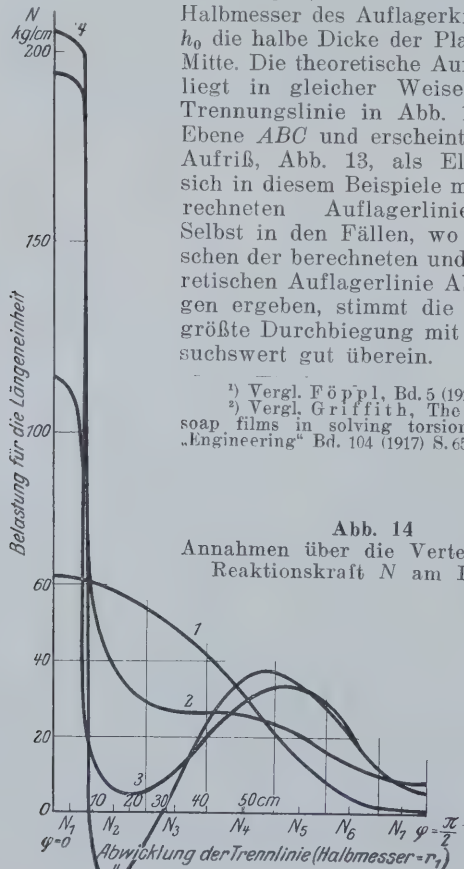


Abb. 14
Annahmen über die Verteilung der Reaktionskraft N am Leitrad

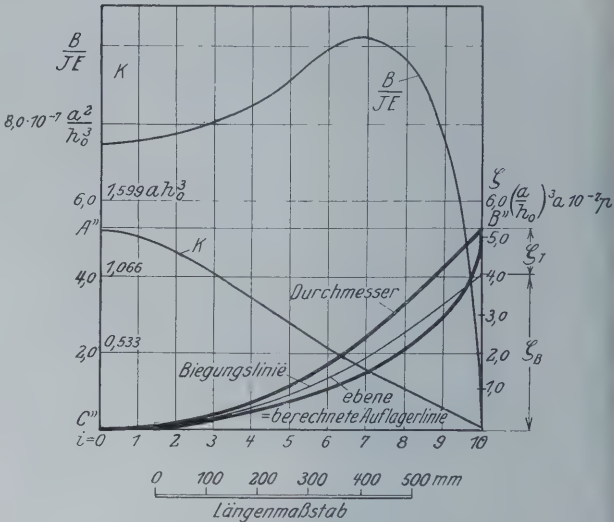


Abb. 13
Rechnerische Bestimmung der verformten Randlinien und der größten Durchbiegung einer Gußeisenplatte veränderlicher Dicke $h = h_0 : (1 + r^2/a^2)$ ohne Nabenloch

Zeichnerische Ermittlung der größten Durchbiegung für halbkreisförmige Leiträder

Unter der Annahme, daß der Wendepunkt in der halben Schaufellänge liege, zerlegen wir das halbkreisförmige Leitrad durch die kreisförmige Trennungslinie, welche die Schaufelmitten verbindet, in Boden und Ring. Die an den Schaufelschnitten wirkenden Reaktionen müssen so beschaffen sein, daß die Verformungen von Boden und Ring an der Trennungsstelle gleiche Auslenkungen ergeben. Die mit der Schubkraft N als einziger Reaktionskraft durchgeführte Rechnung ergibt für die größte Durchbiegung eine gute Übereinstimmung mit dem Versuchsergebnis, so daß man von der Berücksichtigung der weniger wirksamen Reaktionen praktisch absehen darf. Die Größe der Reaktionskraft N ist in Anlehnung an die ermittelte Verteilung des Auflagedruckes so zu wählen, daß die Summe aller N gleich der Bodenbelastung ist und im Schnitt $\varphi = \frac{\pi}{2}$ das Drehmoment aus Symmetriegründen null wird. Die Annahme der Verteilung der Reaktionskraft, Abb. 14, ist soweit zu ändern, bis die beiden Trennungslinien ineinander übergehen. Die Ergebnisse nähern sich rasch, so daß bei zweckmäßiger Annahme der „ N -Kurve“ schon ein- bis zweimalige Durchrechnung zu praktischer hinreichend genauen Ergebnissen führt.

Die Formänderung des Bodens wird in der oben für die halbkreisförmige Platte angedeuteten Weise ermittelt. Die Auslenkung der Schaufelmitte tritt als neue Rechnungsgröße hinzu, so daß man für die halbkreisförmige Trennungslinie die resultierende Auslenkung

$$\zeta_1 = \zeta_B + \zeta_T + z_s \dots \dots \dots (3)$$

Abb. 15, erhält. Nach einem neuen Rechenverfahren wird sodann die Verformung des Ringes ermittelt, der im Schwerpunktkreis gestützt ist. Ist P_{r1} der resultierende Flüssigkeitsdruck für die Längeneinheit des Ringes, l_2 der Abstand vom Ringschwerpunkt und r_p vom Leitradmittelpunkt, N_1 die auf die Längeneinheit im Trennungskreis vom Halbmesser r_1 wirkende Schubkraft, l_1 und r_1 ihr Abstand vom Ringschwerpunkt und Leitradmittelpunkt, so haben das im Ringquerschnitt wirkende Biegemoment M_b und das Drehmoment M_d den beiden Differentialgleichungen

$$\frac{M_d}{d\varphi} - M_b + (N_1 r_1 l_1 + P_{r1} r_p l_2) = 0 \dots \dots (4),$$

$$\frac{M_b}{d\varphi} = k M_d, \quad k = \frac{J E}{K G} \dots \dots \dots (5)$$

zu genügen. Für die praktische Berechnung ersetzt man die Differentiale durch endliche Differenzen. Für das erste Element bei $\varphi = 0$ ist das Drehmoment gleich null,

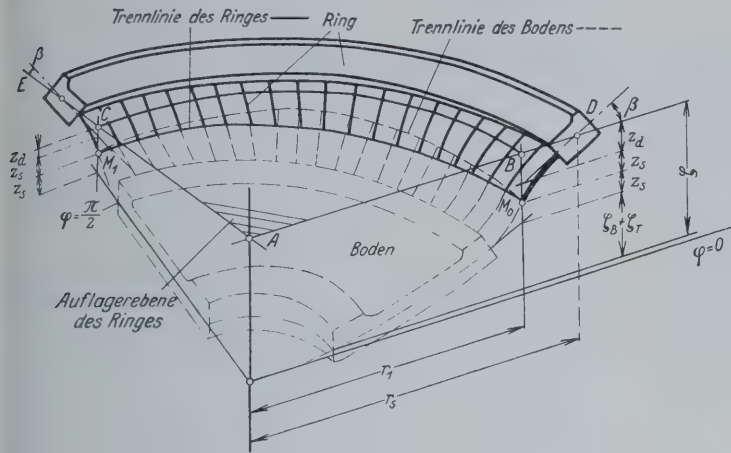


Abb. 15
Verformung von Boden und Ring des halbkreisförmigen Leitrades

während man ein beliebiges Biegemoment annimmt. Tatsächlich ist am freien Ende kein Biegemoment vorhanden. Dieser Widerspruch, der hier nicht näher begründet werden soll, ist für das Rechenverfahren ohne Bedeutung. Durch Auflösen beider Gleichungen nach den Elementen erhält man eine erste Lösung M_{b1}, M_{d1} . Nun setzt man das Störungsglied in Gl. (4) gleich null und ermittelt von der reduzierten Gleichung, die der homogenen Differentialgleichung entspricht, eine Lösung M_{b2}, M_{d2} mit den gleichen Anfangsbedingungen. Die allgemeine Lösung lautet alsdann

$$M_b = M_{b1} + \lambda M_{b2}; \quad M_d = M_{d1} + \lambda M_{d2} \dots (6).$$

Die Bedingung, daß $M_{d1} = 0$ sein muß, infolge Symmetrie für $\varphi = \frac{\pi}{2}$, ermöglicht die Bestimmung von λ , wodurch M_b, M_d und β in Abhängigkeit von φ festgelegt sind. Es verdreht sich jeder Ringquerschnitt um den Winkel β , so daß gemäß Abb. 15

$$\zeta_2 = z_d + z_s \dots (7)$$

die gesamte Einsenkung der Schaufelmitte M_0 ist, wo $z_d = l \sin \beta$, und z_s von der Durchbiegung der Schaufel herrührt, die bereits von der Berechnung des Bodens her bekannt ist.

Unter der Voraussetzung, daß der Auflagerkreis eben bleibe, kann nun die Form der Trennungslinie des Ringes aufgezeichnet werden. In dem Falle, wo die angenommene Verteilung N mit dem wirklichen Verlauf übereinstimmt, werden sich die Trennungslinien von Boden und Ring decken und wir erhalten für die größte Durchbiegung des Leitrades

$$\zeta = \zeta_1 + \zeta_2 = \zeta_B + \zeta_T + 2 z_s + z_d \dots (8).$$

In Abb. 16 ist beispielsweise die Ermittlung der verformten Trennungslinie von Boden und Ring eines Escher-Wyss-Leitrades dargestellt, während Abb. 14 die verschiedenen Annahmen über die Verteilung der Schubkraft N zeigt, die in ihrem Verlauf möglichst weit voneinander abweichend angenommen wurden, damit man sieht, daß sich die Ergebnisse rasch nähern.

Der ermittelte Wert für die größte Durchbiegung ζ ist für die vier Fälle und $p = 1$ at aus Zahlentafel 1 ersichtlich.

Zahlentafel 1				
Fall	1	2	3	4
Abweichungen vom Versuchswert vH	11	10	8	5

Der Versuch ergab eine größte Durchbiegung von 0,405 ($p = 1$ at), so daß für Fall 4 noch ein Unterschied von 5 vH vorhanden ist. Eine weitere Durchrechnung unter nochmaliger Berichtigung der N -Verteilung ist praktisch überflüssig.

Die rechnerische Ermittlung der größten Durchbiegung von kreisförmigen Leiträdern ergab für $p = 1$ at eine größte Durchbiegung von 0,184 cm für das obengenannte Leitrad, d. h. das Verhältnis der größten Durchbiegungen bei halbkreisförmigem und kreisförmigem Leitrad beträgt $\beta = 2,18$, während für Platten ohne Schaufeln 2,37 erhalten wurde. Die größte Durchbiegung des halben Leitrades ließe sich in der Weise berechnen, daß zuerst der Biegungspfeil des entsprechenden Leitrades bestimmt wird, um mit Benutzung des Beiwertes β auf den gesuchten Wert zu schließen. Um sicher zu gehen, sollte der Wert β noch für einige Leiträder in gleicher Weise nachgeprüft werden.

Um die Gültigkeit der angewendeten Biegungs- und Verdrehungsgleichungen mit Rücksicht auf die Plattendicke zu prüfen, wurden mit einer Anzahl rechteckiger und halbkreisförmiger Platten geringer Dicke Biegungs- und Verdrehungsversuche ausgeführt. Die Versuche zeigten, daß bei dünnen Platten schon bei mäßiger Inanspruchnahme Verdrehung und Moment nicht mehr in linearem Zusammenhang stehen. Bei den Leiträdern befinden wir uns in linearem Gebiet. [B 2603]

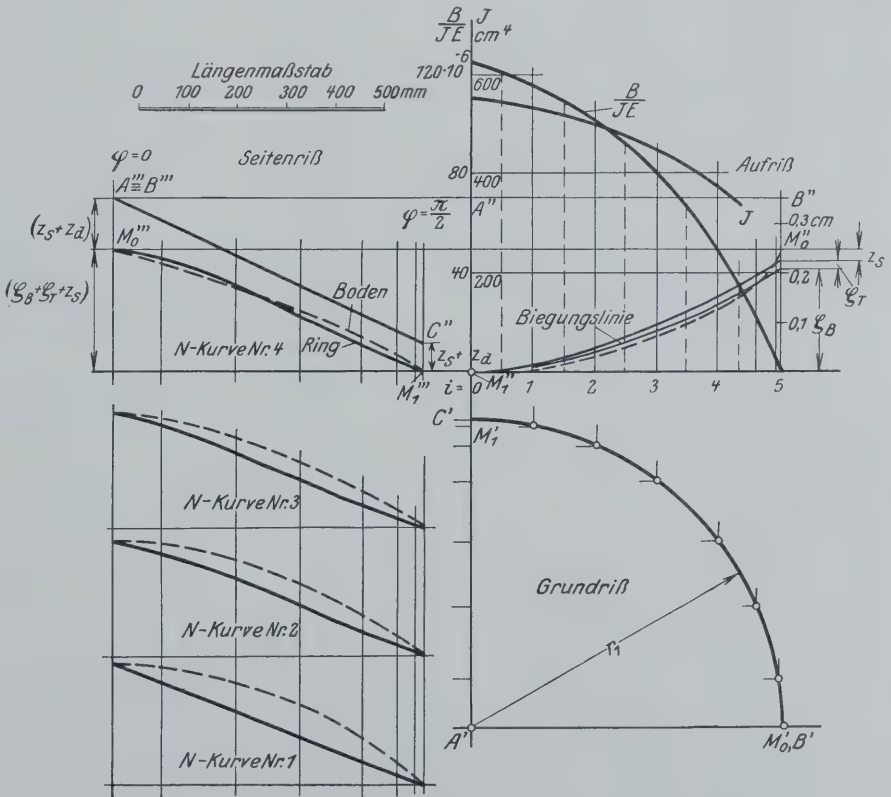


Abb. 16
Bestimmung der verformten Trennlinie von Boden und Ring eines Escher-Wyss-Leitrades

Fachsitzung Betriebstechnik

gelegentlich der 66. Hauptversammlung
des Vereines deutscher Ingenieure
Mannheim-Heidelberg am 30. Mai 1927

Der Vorsitzende, Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Köttingen, wies in seiner Begrüßungsansprache darauf hin, daß der Ingenieur sich unbedingt mehr als bisher mit der Frage der Verwendung und Verarbeitung des Holzes beschäftigen müsse. Um die verschiedenen Bestrebungen einheitlich zusammenzufassen, ist beim Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung ein Ausschuß für Holzindustrie gegründet worden, in dem Fachleute und Ingenieure, Holzmaschinenindustrie und Holzverarbeitende Betriebe gemeinsam an der Klärung der vielen noch ungelösten Aufgaben arbeiten werden. Die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure wird sich an diesen Arbeiten, die der gesamten deutschen Wirtschaft: Erzeugern und Verbrauchern, gleichermaßen zugute kommen, lebhaft beteiligen. Vor allem wird sie auf dem Sondergebiet der Ermittlung von Arbeitszeiten tätig sein.

Der erste Redner, Oberförster Dr. Hausendorff, Grimmitz, verstand es, in seinen klaren Ausführungen über „Holz als Werkstoff“ darzulegen, daß es möglich sei, durch eine zielbewußte Steigerung des jährlichen Ertrages die Holzverarbeitende Industrie vom Ausland unabhängig zu machen, wozu auch die Behandlung des gefällten Holzes im Wald und eine zweckmäßige Form des Einschnittes beitragen könne, vergl. Heft 22 dieser Zeitschrift, S. 764.

Der zweite Vortragende, Dipl.-Ing. W. Müller, Spandau, brachte einen Ausschnitt aus dem wichtigen Gebiet der Arbeitsvorbereitung und der Betriebsmittel der Holzbearbeitung, s. S. 797 des genannten Heftes, und als dritter Redner teilte Oberregierungsbaurat Bardtke, Wittenberge, die Erfolge mit, die die Deutsche Reichsbahn durch die Umstellung ihrer Ausbesserwerke auf neuzeitliche Verfahren der Fertigung auch von Holzteilen erreicht hat, vergl. Z. Heft 22 S. 746.

An die Vorträge schloß sich eine außerordentlich lebhaft Aussprache an, an der sich Vertreter der verschiedensten Richtungen beteiligten. Dir. Schwarze, Köln, bat um nähere Angaben über die Möglichkeiten, die der Forstwirtschaft zur Ertragsteigerung zur Verfügung stehen. Wenn bislang bei der Holzbearbeitung neuzeitliche Verfahren noch nicht in genügendem Umfang angewendet seien, so kann man als Ursache hierfür nur die Trägheit der Menschen ansehen, die an überkommenen Arbeitsweisen zu ihrem eigenen Schaden zu lange festhalten. Wenn dem Ingenieur ein Anreiz gegeben werden soll, sich mit der Frage der Holzbearbeitung zu beschäftigen, so darf diese, wie überhaupt die ganze Holzindustrie, nicht mehr als nebensächlich behandelt werden, und auch die Behörden müssen die sparsame Holzwirtschaft mehr fördern. Bei der Reichsbahn wird z. B. viel zu viel Wert auf Ast- und Rißfreiheit gelegt. Hierdurch wird die Holzindustrie in eine ungünstige Richtung gedrängt.

Forstrat Ebert, Walldürn, begrüßte den ersten Versuch, Forstleute und Ingenieure zu einem Erfahrungsaustausch zusammenzuführen. Holzhandel und Industrie müssen dem wissenschaftlich und wirtschaftlich geschulten Forstmann sagen, welche Ansprüche sie stellen. Man darf sich nicht auf eine Vergrößerung der Waldfläche durch Ödlandaufforstung usw. beschränken, sondern muß vor allem versuchen, durch geeignete Bodenpflege, durch Aufforstung mit hochwertigen Nutzhölzern, durch Abkehr von der Kahlpflughwirtschaft und ähnlichen Maßnahmen den Ertrag zu steigern.

Hierfür liegen die Verhältnisse zumal bei dem guten Waldboden Süddeutschlands wesentlich günstiger als in Preußen. Besondere Bedeutung kommt der Pflege der besseren Laubholzarten wie Birke, Erle, auch Pappel zu. In Baden wird man an Stelle der ausgedehnten Buchenwaldungen andre Hölzer bevorzugen müssen. Bei der Buche kann man bei hundertjähriger Umtriebszeit mit einem jährlichen Gesamtzuwachs von 6 bis 8, bei der Tanne bei gleichem Boden mit 10 bis 14 Festmetern/ha rechnen. Man muß gute Mischbestände nicht nur anlegen, sondern auch aufziehen und ständig bessern. Zum Schluß richtete der Redner einen Aufruf an die Regierung, das nötige Kapital für eine richtige Bewirtschaftung des Waldes aufzuwenden.

Geschäftsführer Hosenferd, Mergentheim, macht auf die besondere Bedeutung genau arbeitender Gatter aufmerksam, da wir bei unsrer Holzknappheit die durch das ungenaue Arbeiten der sehr schnell laufenden Gatter entstehenden Verluste nicht vertragen. Daß die vom zweiten Vortragenden erwähnte künstliche Trocknung der Lufttrocknung überlegen sei, könne er nicht bestätigen. Bei der im dritten Vortrage nachgewiesenen Lohnersparnis von 80 vH sei ihm zweifelhaft, ob die Kosten für Anschaffung neuer Maschinen sowie für Zusammenlegung der Werkstätten und Umbau genügend berücksichtigt seien.

Betriebsleiter Alerz, Koblenz, wies auf die Bedeutung des Holzbiegens hin. Die in Deutschland hierfür hergestellten Sondermaschinen entsprechen einstweilen noch nicht den Wünschen der Praxis. Ebenso ist dringend erforderlich, daß einfachere Verfahren für das Polieren ausgearbeitet werden, eine Arbeit, bei der man bislang allzu sehr auf Spezialarbeiter angewiesen ist. Er sieht eine Verbesserung in der Behandlung des Holzes mit Zellulose-lacken. Zum Thema der künstlichen Trocknung führt er einen Fall aus seinem Werk an, wobei es gelungen sei, die gesamten Arbeiten vom Fällen des Holzes bis zum Abliefern eines Sessels an ein Essener Kaffeehaus auf 14 Tage zusammenzudrängen. Wesentlich ist auch für die Beschleunigung des Durchlaufs und die Verringerung der Kosten, daß dem eigentlichen Facharbeiter in möglichst weitgehendem Maß alle Nebenarbeiten, wie Zureichen, Einspannen usw., durch Hilfsarbeiter abgenommen werden.

Dir. Cohn-Wegner, Berlin, hob als erfreuliche Tatsache hervor, daß man beginne, sich mit der Holzveredelung näher zu beschäftigen. Eine Form veredelten Holzes ist das Sperrholz. Namentlich in der mechanischen Industrie, die doch auch in großem Umfange Holz verwenden muß, ist viel zu wenig bekannt, welche konstruktiven Verbesserungen und welche große Gewichtsersparnis durch Verwendung von Sperrholz erzielt werden kann. Bei wasserfester Verleimung kommt man auf Festigkeiten von 52 kg/cm². Ein wertvoller Werkstoff für die Herstellung des Sperrholzes ist die Buche, deren Anbau nach wie vor wichtig ist. Der Forstmann muß die Industrie aufklären, wie die Verwendung des Holzes durch richtiges Dämpfen, Trocknen, Verleimen usw. wirtschaftlicher gestaltet werden kann. Zum Werkstoff gehört auch eine „Gebrauchsanweisung“. Bei der künstlichen Trocknung darf man nicht zu hohe Temperaturen anwenden, sondern muß vor allem für ausreichende Luftbewegung sorgen. — Den Anstoß für die Normung muß die Industrie geben.

Obering. Kresse, Breslau, sprach über die glänzenden Einrichtungen schwedischer Sägewerke. Diesen steht, im Gegensatz zu Deutschland, ein vorzüglich ausgebildeter Facharbeiterstamm zur Verfügung. Die deutschen Gatterfabriken können heute Gatter von 50 Festmeter Stundenleistung liefern. Über Holz als Werkstoff wird die in Aussicht genommene Werkstofftagung in großem Umfang Aufschluß geben müssen. Der Verein deutscher Ingenieure wird sich verdient machen um die gesamte Wirtschaft, wenn er die Technik in der Holz- und Forstwirtschaft ebenso fördert, wie die Technik in der Landwirtschaft.

Im Schlußwort erklärte Dr. Hausendorff, daß es der Forstwirtschaft sicher gelingen werde, die notwendige Ertragsteigerung zu erzielen. In Norddeutschland stehen im Mittel nur 100 Festmeter auf 1 ha Waldfläche, während 200 Festmeter durchaus erreichbar sind. Dringend notwendig ist, daß man zunächst einmal die Eigenschaften des Holzes genauer als bisher untersucht, dann kann man auch zur Normung kommen.

Dipl.-Ing. Müller teilte noch mit, daß die Landmaschinen-Industrie heute schon in großem Umfange Sperrholz verwendet und auch der Normung starkes Interesse entgegenbringt. Oberregierungsbaurat Bardtke ergänzte seine Angaben durch die Mitteilung, daß die infolge der Umstellung bei der Reichsbahn gemachten Ersparnisse die Kosten schon nach einem halben Jahr getilgt haben.

[N 545]

Ko.

Massenanfertigung mittels Abwälzschablone auf einer gewöhnlichen Spitzendrehbank

Schwungscheiben mit Wulstrand, die in größeren Mengen herzustellen sind, lassen sich auf einer gewöhnlichen Spitzendrehbank in kurzer Zeit bearbeiten, wenn man die Drehbank mit einer Abwälzschablone für die Bewegung des Drehstahles ausrüstet. Formstahl kann man nicht verwenden, da die dünnwandigen harten Schwungscheiben selten einen sauberen Schnitt ergeben. In einem solchen Falle kann man sich auf folgende Weise helfen: Im Revolverkopf des Werkzeugschlittens wird ein Schieber angebracht, der auf der einen Seite den Schneidstahl trägt und sich auf der andern Seite mit einer Rolle im Schlitz einer Schablone führt. Die Schieberführung wird für spielfreie Bewegung passend geschliffen. Die ebene Schablone wird drehbar angeordnet; auf der einen Seite des Drehpunktes befindet sich der Führungsschlitz für die Schieberrolle, auf der andern ein Zahnbogen. Dieser wälzt sich auf einer Zahnstange ab, wenn der Querschlitten mit der Hand oder selbsttätig bewegt wird. Die Schlittenbewegung quer zum Drehbankbett überträgt sich über die Schablone auf den Stahlhalter (Schieber), der entsprechend der Form des Werkstückes gleichzeitig längs und quer bewegt wird. („Werkstattstechnik“ Bd. 21 (1927) S. 257). [N 566]

Pa.

Städtische Elektrizitätsversorgung in Südafrika mit besonderer Berücksichtigung Kapstadts

Von Prof. Hermann Bohle, Kapstadt

Allgemeine Landesverhältnisse und Allgemeines über die Elektrizitätswirtschaft der Städte — Tarifpolitik in Kapstadt —
Erleichterung der Anschlüsse — Werbung — Erfolge der Maßnahmen

Allgemeines

Die folgenden Betrachtungen haben besonderen Wert, wenn man Südafrika als Beispiel für ein Absatzgebiet deutscher Erzeugnisse ansieht; denn ähnliche Verhältnisse dürften in vielen Ländern vorliegen, die sich aus ehemaligen Kolonien entwickelt haben.

Die Union von Südafrika bedeckt einen Flächenraum von über 2 Mill. km², hat aber nur eine kleine Bevölkerung. Die Zahl der Weißen beträgt 1 672 000, die der Farbigen und Schwarzen rd. 6 Mill. Für eine Stromversorgung kommen Farbige und Schwarze auf dem Lande fast gar nicht in Betracht, und selbst in den Städten genügt es, sie mit 20 vH einzuschätzen.

Die Entfernung zwischen den Städten ist meistens so groß, daß Überlandkraftwerke nicht in Frage kommen, besonders da auf dem Lande Strom kaum verlangt wird. Eine Ausnahme könnte später für die Kaphalbinsel und die Gegend zwischen dem Rand und Pretoria gelten. Jede Stadt verlangt also ihr eigenes Elektrizitätswerk. Großstädte im europäischen Sinne gibt es nur drei: Johannesburg, Kapstadt und Durban, so daß die Kraftwerke im allgemeinen von kleineren Abmessungen sind. Eine Ausnahme bilden die großen Werke in Johannesburg und Umgegend, für den Betrieb der Goldminen erbaut und durch die Veröffentlichungen von Klingenberg bekannt¹⁾, dann das Kraftwerk für den elektrisch betriebenen Teil der Eisenbahn in Natal und das im Bau begriffene Werk für die Kapstädter Vorortbahn. Ein größeres Werk befindet sich auch in Kimberley zum Betrieb der Diamantenbergwerke, das auch die Stadt Kimberley speist, und ein weiteres in Somerset Strand bei Kapstadt für die De Beers-Dynamitfabriken.

Die Zustände bedingen es also, daß durchschnittlich das Anlagekapital im Verhältnis zur eingebauten Leistung sehr hoch ist. Wenn nun ein kleines Kraftwerk auf eignen Füßen stehen soll, so kann der Preis für die Kilowattstunde nicht allzu niedrig sein. Tatsächlich kostet in ganz kleinen Städten der Strom bis zu 1 M/kWh für Licht und im Mittel 0,25 M/kWh für Kraft, hauptsächlich zum Heizen und Kochen in kleineren Anschlüssen. Trotzdem erheben sich kleine Werke in allen Städtchen und selbst Dörfern, und es wird nicht lange dauern, bis jeder Ort von 600 weißen Einwohnern an sein Kraftwerk hat.

Als Betriebsstoffe kommen Kohlen und Öl in Betracht. Wasserkraftanlagen gibt es nur wenige, weil die Niederschläge zu unregelmäßig und auf wenige Monate im Jahre beschränkt sind. Meistens müßten für Wasserkraftwerke kostspielige Dämme gebaut werden, so daß die Gesamtanlagekosten viel zu hoch würden. Ich habe für die Stadt Worcester ein kleines Wasserkraftwerk gebaut, das nur geringe Kosten erforderte, weil weder Rohrleitung noch Damm nötig waren. Die Rohrleitung für Trinkwasser wurde einfach durchschnitten, das Wasser durch zwei Peltonräder von je 60 PS geleitet und dann in dieselbe Rohrleitung zurückgeführt. Das Gefälle der 7 km langen Leitung betrug rd. 200 m. Nach drei Jahren erwies sich das Werk als zu klein, und in der Nähe der Eisenbahn wurde ein kleines Dampfkraftwerk von mir errichtet, das heute für 300 kW ausgebaut ist. Das Wasserkraftwerk habe ich für selbsttätigen Betrieb eingerichtet; es wird vom Dampfkraftwerk aus überwacht und gesteuert. Der Parallelbetrieb stellt sich sehr günstig, weil die Dampfmaschinen fast nur mit Vollast zu laufen brauchen.

Ein andres Wasserkraftwerk befindet sich in Paarl, aber auch dies Werk war bald zu klein, und heute wird Paarl von Kapstadt aus gespeist, da es nur 50 km entfernt davon liegt.

Die meisten kleinen Werke benutzen Sauggas als Betriebsstoff. Die Kohlen dazu kommen aus Natal, von wo sie mit der Bahn herbeigeschafft werden müssen. Für größere Entfernungen ist ein Einheitsfrachtsatz vorgesehen, nämlich 1 £/907 kg (kleine Tonne). Der Preis von Anthrazit stellt sich dann auf rd 40 M/t (metrisch). Die südafrikanische Kohle enthält viel Asche, bis zu 15 vH, und eine für europäische Verhältnisse genügende Erzeugeranlage würde mit südafrikanischer Kohle nicht die vorgeschriebene Gasmenge entwickeln. Diese Tatsache hat schon Rechtsstreitigkeiten zur Folge gehabt. Bei einem Angebot sollte stets eine Analyse der Kohle verlangt werden. Für gründliche Reinigung des Gases ist ebenfalls Sorge zu tragen. Dieselmotoren sind auch im Betriebe, z. B. in Stellenbosch, Oudtshoorn, Cradock usw.

Die größeren Städte wie Johannesburg, Kapstadt, Kimberley, Pretoria, Durban, Port Elizabeth haben Dampfkraftwerke, meistens mit Turbinen. Zahlentafel 1 gibt Aufschluß über die Größenverhältnisse und den Stromabsatz der meisten Städte. Die farbige Bevölkerung wird dabei mit 20 vH eingesetzt.

Zahlentafel 1
Absatz der südafrikanischen Städt-
elektrizitätswerke

Stadt	Inbetriebnahme	Bevölkerung		Gesamtabsatz 1000 kWh	Absatz auf Kopf und Jahr kWh	
		Weiße	Farbige		1924	1916
Johannesburg . . .	1891	160 000	126 000	44 200	238	158
Durban	1897	49 025	46 216	41 872	718	460
Kapstadt	1895	115 700	85 740	27 767	226	132
Pretoria	1892	36 675	25 360	10 172	244	146
Port Elizabeth . .	1906	24 800	20 100	6 402	222	92
Bloemfontein . . .	1900	19 500	20 000	4 366	189	121
East London . . .	1899	17 800	13 000	4 123	202	96
Pietermaritzburg .	1896	17 700	19 200	3 502	155	107
King Williamstown	1903	5 684	3 460	932	146	48
Kroonstad	1904	4 260	5 090	909	172	151
Ladysmith	1903	3 195	3 400	701	180	127
Potchefstroom . .	1912	7 218	4 600	384	47	15
Queenstown . . .	1912	5 220	7 600	368	54	33
Klerksdorp	1911	3 195	2 473	334	90	45
Worcester	1915	4 100	4 900	295	54	13
Oudtshoorn	1911	5 600	5 100	226	32	19
Harrismith	1904	2 546	3 654	225	69	40
Stellenbosch . . .	1914	3 700	3 600	220	49	23
Ermelo	1914	2 990	1 260	134	41	19
Greytown	1904	1 191	2 172	129	80	38
Cradock	1914	5 944	12 400	109	13	11
Heidelberg	1915	2 084	1 320	97	41	15
Heilbron	1904	1 500	1 500	97	55	22
Parys	1913	2 650	1 000	84	29	16
Newcastle	1902	2 055	2 220	70	28	33

Außer den in Zahlentafel 1 genannten Städten gibt es viele kleinere Orte, die seit Ende des Krieges Elektrizitätswerke errichtet haben, zum größeren Teile mit Sauggasbetrieb. Über weitere Städte fehlen genaue Angaben.

Man ersieht aus der Tafel sofort, wo die richtigen Leute am Ruder sind. Durban steht im Verbrauch auf den Kopf der Bevölkerung weitaus an erster Stelle. Das kommt hauptsächlich daher, weil dort kein Gaswerk besteht und der Preis für 1 kWh äußerst niedrig ist. Trotzdem ist der Verbrauch groß zu nennen, besonders wenn man bedenkt, daß Energie zum Heizen von Räumen überhaupt nicht erforderlich ist. Die Stadtverwaltung von Durban hat sich von vornherein als Ziel gesetzt, elektrische Energie so billig zu liefern, daß Gas überhaupt nicht damit in Wettbewerb treten kann.

¹⁾ Klingenberg, Bau großer Elektrizitätswerke, 2. Aufl. Berlin 1925; Z. Bd. 57 (1913) S. 4 u. f.

Zahlentafel 2. Tarife²⁾

	Durban	Johannesburg	Kapstadt
Licht $\text{₡}/\text{kWh}$	38,25	51	42,5
Heizen, Kochen „	5,31	12,75	8,5 ³⁾
Kraft „	17 bis 5,1	51 bis 12,75	17 bis 7
Großabnehmer ⁴⁾ „	7,2 „ 4,2	10,6 „ 4,25	17,7 „ 4,7

Zahlentafel 3
Wirtschaftlichkeit der Werke Durban
und Johannesburg⁵⁾

	Durban	Johannesburg
Stromabsatz Mill. kWh	48	50
Selbstkosten $\text{₡}/\text{kWh}$	10,15	16,5
Einkommen „	12,1	19,8
Nutzen „	1,95	3,3

Zahlentafel 4
Tarife für Kapstadt 1925

Stromverwendung	Strompreis	
	ohne Abzug	mit Abzug ⁶⁾
1. Licht $\text{₡}/\text{kWh}$	59,5	42,5
Mindestbetrag im Monat . ₡	5,78	5,10
2. Licht und Kraft mit einem Zähler für Privathäuser. 5 kWh auf ein Zimmer und einen Mo- nat zum Tarif unter 1, wobei Küche, Diele, Keller, Badezim- mer und Abort nicht mitgerech- net werden. Was darüber ver- braucht wird, kostet $\text{₡}/\text{kWh}$	10,6	8,5
Mindestbetrag im Monat . ₡	11,50	10,20
3. Strom für Kleinkraft, Heizen und Kochen mit besonderem Zähler in Privathäusern, Gast- häusern, Gaststätten, Klubs	10,6	8,5
Mindestbetrag im Monat . ₡	11,50	10,20
4. Heißwasser mit 100 vH Be- lastungsfaktor auf einen Monat ohne Zähler und Mindestbetrag nach eingebauter Leistung $\text{₡}/\text{kW}$	43,10	30,60
5. Äußere Beleuchtung von Schau- fenstern, Reklamebeleuchtung u. dergl. $\text{₡}/\text{kWh}$	30	21
6. Kraft für Motorbetrieb: bis 500 kWh $\text{₡}/\text{kWh}$	21	20 vH Abzug
weitere 500 kWh $\text{₡}/\text{kWh}$	17	
„ 1000 „ $\text{₡}/\text{kWh}$	13	
darüber $\text{₡}/\text{kWh}$	8,5	
Mindestbetrag ₡	11,50	10,20
7. Licht für Geschäftshäuser .	wie unter 1	
Kraft „ „	„ „ 6	
8. Großabnehmer, je nach dem Be- lastungsfaktor $\text{₡}/\text{kWh}$	17,7 bis 4,7	
Der Leistungsfaktor darf einen Wert von $\cos \varphi = 0,85$ nicht un- terschreiten, sonst tritt eine Er- höhung ein. Eine Kohlenklau- sel ist im Liefervertrag stets eingeschlossen. Die Kurve des Belastungsfaktors fällt schnell ab. Im allgemeinen wird mit jedem Großabnehmer einzeln ab- geschlossen.		
Mindestabsatz kWh/Jahr	250 000	
9. Straßenbahnen auf der Gleich- stromseite des Umformerwerkes. Die Straßenbahn besaß bisher ein eignes Kraftwerk. In Zu- kunft wird der Strom von der Stadt geliefert (Kohlenklause)l		
Mindestabsatz kWh/Jahr	9	
10. Strom zwischen 12 h nachts und 6 h morgens $\text{₡}/\text{kWh}$		4,25

²⁾ Umgerechnet auf deutsche Währung: 1 d = 8,5 ₡ .

³⁾ Warmwasserbereitung 4,2 $\text{₡}/\text{kWh}$.

⁴⁾ Für Großabnehmer hängt der Preis vom Belastungsfaktor, Leistungsfaktor ($\cos \varphi$) und den Kohlenpreisen ab.

⁵⁾ Die Zahlen für Kapstadt folgen in Zahlentafel 8.

⁶⁾ Der Preis mit Abzug gilt, wenn innerhalb eines Monats nach Ablesen des Zählers bezahlt wird.

Für einen Vergleich mit europäischen Verhältnissen kommen nur die drei Großstädte Johannesburg, Kapstadt und Durban in Frage. In Johannesburg und Kapstadt sind Gaswerke in Betrieb. Die Haupttarife dieser Städte sind in Zahlentafel 2 verzeichnet.

Johannesburg ist also am teuersten, obgleich die Kohle vor der Türe liegt. Aber trotz der niedrigen Preise fällt das Kraftwerk in Durban den Steuerzahlern nicht zu Last, wie Zahlentafel 3 zeigt.

Die Erklärung dieser Unterschiede läßt sich wohl darin suchen, daß der Leiter des Johannesburger Elektrizitätswerkes zugleich dem Gaswerk vorsteht und beiden Werken gerecht werden muß. Die Folge ist aber ein gewisses Zurückbleiben von beiden Unternehmen. Wo ein solcher Fall nicht vorliegt, hängt der Erfolg des Unternehmens zumeist vom Unternehmungsgeist des leitenden Mannes ab. Ist er auf seinem Platze, so wird er die Stadtverordneten bald überzeugen, daß eine liberale Politik den Steuerzahlern gegenüber stets am besten ist.

Die Versorgung Kapstadts

Von den drei Großstädten Südafrikas liegt Kapstadt am ungünstigsten. Die Kohle muß mehr als 1600 km we mit der Bahn herbeigeschafft werden. Außerdem hat die Stadt eine gewaltige Ausdehnung, so daß das Leitungsnetz sehr teuer geworden ist. Von Bakoven bis Glencairn ist eine Entfernung von über 50 km. Da außerdem der Stadt ein Gaswerk zur Verfügung steht, allerdings im Privatbesitz, so sah sich der Stadtelektriker vor eine schwierige Aufgabe gestellt, wollte er die Stromversorgung auch nur annähernd der von Durban gleich günstig machen. Die ist ihm in hohem Maße gelungen. Das jetzige Kraftwerk liefert Drehstrom und umfaßt heute Maschinen für mehr als 30 000 PS. Es hat Raum genug für weitere 10 000 PS ohne jede bauliche Veränderung, nachdem die alten Dampfmaschinen durch Turbinen ersetzt worden sind. Niedriger Strompreis und erleichterte Abnahmebedingungen sind die Grundlagen, auf denen der jetzige Chefelektriker den Tarif Kapstadts aufgebaut hat, s. Zahlentafel 4.

Eine Kohlenklause ist bei allen Verträgen mit Großabnehmern eingeschlossen, weil die Stadt nicht nach Gewicht, sondern nach Wärmeeinheiten bezahlt. Die Kohlen werden regelmäßig an der Universität untersucht.

Die Verteilung der Belastung ist in Zahlentafel 5 nachgewiesen. Die Kosten der Stromerzeugung und die Gesamtkosten zeigt Zahlentafel 6.

Zahlentafel 5 und 6 sind recht aufschlußreich. An Kohlen wird, auf die erzeugte Kilowattstunde gerechnet, halb so viel wie im Jahre 1917 verbraucht. Vor allen Dingen aber zeigen die Tafeln den gewaltigen Aufschwung in der Straßenbeleuchtung. Der dafür gelieferte Strom ist im Jahre 1925 um 50 vH größer als 1917. Im vergangenen Jahr ist die Straßenbeleuchtung wiederum stark verbessert worden.

Zahlentafel 5. Verteilung der Last in kWh

	1919	1923	1925
Licht, Heizen, Kochen .	3 946 371	6 698 868	9 301 640
Kraft	4 300 781	5 660 398	7 367 974
Großabnehmer	2 166 164	4 041 116	5 816 022
Eisenbahn und Hafen .	3 419 138	4 069 608	5 862 638
Außerhalb Kapstadts .	23 967	21 527	41 413
Wynberg	354 609	630 389	767 742
Von der Straßenbahn gekauft und verkauft	77 060	5 798	21 000
Stadt als Abnehmer:			
Licht	108 079	201 304	229 624
Kraft	964 878	1 121 819	2 206 407
Straßenbeleuchtung .	858 991	1 160 976	1 287 630
Insgesamt verkauft . .	16 220 038	23 611 803	32 881 106
Kraftwerkverbrauch . .	986 362	2 162 203	2 757 625
Zählerverluste, geschätzt	228 000	350 000	480 000
Leitungs- und Umfor- merverluste	3 581 705	4 632 717	5 651 090
Insgesamt erzeugt . . .	20 939 045	30 750 925	41 769 800
Insgesamt erzeugt und gekauft	21 016 105	30 756 723	41 769 821

Zahlentafel 6. Kosten der Stromerzeugung

	Kosten der erzeugten elektrischen Arbeit im Werk (Schaltbrett)			Kosten der verkauften Arbeit		
	s/kWh			s/kWh		
	1917	1923	1925	1917	1923	1925
hlen	4,23	2,53	2,11	5,83	3,29	2,69
Putzwolle, Lager- estände	0,85	0,12	0,07	0,35	0,16	0,09
ne	0,26	0,66	0,50	1,21	0,85	0,64
rschiedenes	0,08	0,06	0,07	0,11	0,08	0,09
andhaltung von maschinen und ebäuden	—	—	—	1,54	1,63	1,64
tungsnetz und traßenbeleuch- ung	—	—	—	2,04	4,05	3,57
te und Steuern rschiedenes	—	—	—	0,36	0,12	0,09
waltung	—	—	—	0,54	0,09	0,10
sen, Abschrei- ung	—	—	—	1,56	1,74	1,62
amterzeugungs- osten	—	—	—	6,97	8,50	6,37
amtkosten	5,42	3,37	2,75	—	—	—
	—	—	—	20,51	20,51	16,90

Den Wirkungsgrad des Kapstadter Kraftwerkes gibt Zahlentafel 7 an.

Der heutige Wirkungsgrad des Werkes ist also außerordentlich hoch, besonders, wenn wir die beschränkte Größe des Werkes betrachten. Ende 1924 umfaßte es folgende Maschinensätze:

2 Turbodynamos von je 1700 kW . .	3 400 kW
2 „ „ 3000 „ . .	6 000 „
1 Turbodynamo	7 500 „
zusammen 16 900 kW.	

Inzwischen ist allerdings ein weiterer 7500 kW-Satz gebaut worden, und ein dritter kommt ebenfalls bald in Betrieb; denn die Spitzenleistung ist 1926 auf rd. 20 000 kW liegen. Da inzwischen auch noch die Straßenbahnen zugekommen sind, so ist das Werk schon wieder zu groß geworden. Ende 1927 wird aber wohl das neue Werk der Elektrizitätskommission fertiggestellt sein, das dem städtischen Werke parallel arbeiten soll, so daß die Anforderungen Genüge geleistet werden kann. Dieses Werk wird einstweilen für 30 000 kW ausgebaut und hauptsächlich für den Betrieb der Kapstädter Vorortbahn bestimmt. Der Chefelektriker von Kapstadt wird zugleich Leiter beider Unternehmen.

Besonders wichtig sind natürlich die Einnahmen. Zahlentafel 8 zeigt, daß trotz der günstigen Preise der Verbraucher auch nicht ganz vergessen worden ist.

Die Verminderung des Gewinnes ist in dem Heruntergehen der Tarife begründet. So wurde z. B. am 1. Januar 1927 der Strompreis für Licht von 51 auf 42,5 s/kWh, für Gas von 13 auf 8,5 s/kWh erniedrigt. Das Werk soll nicht eine ergiebige Einnahmequelle sein, sondern dem öffentlichen Schritt und der Bequemlichkeit der Allgemeinheit dienen. Nach meiner Ansicht ist es ungerecht, ein städtisches Unternehmen anders zu gebrauchen. In dieser Hinsicht wird auch in Deutschland hie und da gesündigt. Wenn die Steuervoranschläge zu niedrig aus, so hilft man

Zahlentafel 7
Wirkungsgrad des Dampfelektrizitäts-
werkes Kapstadt

	1917	1923	1925
erzeugte Arbeit Mill. kWh	18,65	30,75	41,77
Gasverbrauch 1000 t	32	25,4	31,75
Wärmer Heizwert der Kohlen kcal/kg	6 800	7 270	7 800
„ Verbrauch kcal/kWh	11 630	5 980	5 570
„ Preis der Wärme im Werk s/kcal	3,34	4,17	3,78
„ spez. Kohlenverbrauch kg/kWh	1,72	0,825	0,755
„ Kohlenkosten s/kWh	3,88	2,5	2,12
Wirkungsgrad thermischer Wirkungs- grad vH	7,389	14,38	15,41

Zahlentafel 8
Geldertragnis des städtischen Elek-
trizitätswerkes Kapstadt

	1923	1925
Verkaufte elektrische Arbeit Mill. kWh	23,61	32,88
Roheinnahmen „ M	6,72	7,22
Überschuß „ „	1,59	0,81
Steuererleichterung „ „	0,55	0,53
Ausgaben für Verbesserung „ „	1,04	0,28
Mittlerer Strompreis s/kWh	25,5	19,5

sich in manchen Städten, indem man die Preise für Gas und Strom erhöht. Dadurch aber zahlt der, der viel Gas und Strom zu hohem Preise verbraucht, zum Teil die Steuern seines Nachbarn, der wenig oder gar keinen Anteil an der Gas- und Stromversorgung hat. Außerdem haben hohe Stromkosten einen Einfluß auf die ganze Industrie. Der jährliche Verbrauch an Strom in ganz Deutschland betrug 1924 rd. 170 kWh/Kopf. Wird der ganze Haushalt elektrisch betrieben, so kann man den Strombedarf wohl 15- bis 20mal höher schätzen. Unsere Elektrizitätswerke würden also ganz ungeheuer wachsen, wodurch die Großindustrie außerordentlich gewinnen würde. Dazu käme ein großer Aufschwung in der Fabrikation von Heiz- und Kochgeräten, und die ganzen wirtschaftlichen Verhältnisse erführen eine Aufbesserung. Die Politik der hohen Strompreise ist kurzsichtig und hemmend.

Im allgemeinen sollte es möglich sein, hier in Deutschland Strom billiger als in Kapstadt zu erzeugen, weil die Lage dieser Stadt in jeder Hinsicht äußerst ungünstig ist. Dazu sind die Löhne dort dreimal so hoch, rd. 3 M/h, und die Einkommen der Beamten sind dementsprechend. Es kommt natürlich immer wieder auf den Leiter heraus, ob ein Unternehmen blüht oder nur gerade dahinschleicht, wie es auch für Südafrika in Zahlentafel 1 zum Ausdruck kommt. Die Organisation muß einfach und gründlich sein. Wo das Verhältnis $\frac{\text{Erzeugende Facharbeiter}}{\text{Gesamtangestellte}}$ hoch ist, da wird ein Unternehmen kaum gedeihen.

Es ist zu begrüßen, daß es z. B. O. v. Miller gelungen ist, den Stadtrat von Schweinfurt zu überzeugen, daß eine billige Stromversorgung der Stadt nur von Nutzen sein kann. Er rechnet mit einem Monatsverbrauch von 175 kWh für eine Familie von vier Personen. Diese Zahl genügt zum Kochen, Bügeln und Aufwaschen, schließt aber keine Bäder ein. Außerdem ist es notwendig, Kochtöpfe mit eingebauten Elementen zu benutzen und nicht Heizplatten, auf die man irgendeine Sorte Töpfe stellt. Heizplatten haben selten einen Wirkungsgrad von mehr als 50 vH und viele nicht mehr als 30 vH. Rechnen wir je Person und Woche zwei warme Bäder hinzu, so sind weitere 100 kWh im Monat erforderlich. Für ein Einfamilienhaus in Kapstadt mit fünf Wohnräumen stellt sich die Berechnung wie folgt:

Licht 25 kWh zu 42,5 s	10,63 M
Kochen usw. 175 kWh zu 8,5 s	14,87 „
Bäder 100 kWh zu 8,5 s	8,50 „
zusammen	34,00 M.

Wird aber der in Zahlentafel 4 angedeutete Tarif mit einem Zähler angewandt, so ergibt sich folgendes Bild:

Licht wie oben	10,63 M
Kochen usw. 120 kWh zu 8,5 s	10,20 „
Heißwasser, 400 W eingebaut, Pauschsatz	12,24 „
zusammen	33,07 M.

Es ist hier weniger für das Kochen angegeben, weil ja stets heißes Wasser vorhanden ist und gerade im Wasserwärmen die Stromverschwendung liegt. Außerdem kann man nun ein Bad nehmen, wann man will. Man braucht das Wasser nur anzudrehen. Dieser Tarif ist also vom Standpunkte des Verbrauchers vorzuziehen.

Das Heizen der Räume durch Elektrizität ist eine Frage für sich und kommt für Deutschland einstweilen nicht in Betracht. In Kapstadt rechnet man mit drei Monaten, in denen eine Heizung ratsam ist. Allerdings wird der Strom meistens nur 3 bis 4 h am Tage gebraucht.

Für ein Zimmer mittlerer Größe genügt ein Heizofen von 1000 W. Die Stromkosten stellen sich dabei auf rd. 10 M/Monat. Die Jahreskosten an Strom beliefen sich also auf folgende Beträge (sh = M gerechnet):

Licht	125 M
Kochen	120 „
Heißwasser	144 „
Heizen	30 „
zusammen	419 M (genauer 426 M)

oder rd. 35 M/Monat. Dafür hat man einen völlig elektrisch betriebenen Haushalt mit allen Bequemlichkeiten, der unter Umständen auch ohne Dienstboten geführt werden kann. Wenn wir alle Vorzüge eines elektrischen Hausbetriebes einrechnen, dann stellt er sich billiger als ein solcher mit Kohlen- und Gasverbrauch, wenigstens in Kapstadt. Die obigen Zahlen sind Erfahrungszahlen des Verfassers, und die Stromkosten schließen Wäschekochen und Waschmaschine ebenfalls ein.

Städtische Hilfe bei Installationen

Es möge noch angeführt werden, wie die Stadtverwaltung Kapstadts dem Bürger im allgemeinen die elektrischen Hausinstallationen erleichtert. Hat er nicht den gewünschten Betrag zur Hand, so kann er ihn in zwölf monatlichen Raten der Stadt abzahlen. Während dieser Zeit zahlt er für den Stromverbrauch bis zu einer gewissen Grenze überhaupt nichts. Nach 12 Monaten geht die Anlage in den Besitz des Verbrauchers über. Ist er Mieter, so muß er die Erlaubnis und Bürgschaft des Hauseigentümers beibringen. Die elektrische Einrichtung umfaßt allerdings nur die einfachsten Beleuchtungskörper, wie Opalschalen mit 60 W-Lampen. Für eine bessere Ausführung muß ein Zuschlag bezahlt werden.

Die Anlage wird aber nicht von der Stadt selbst ausgeführt, sondern von Installationsgeschäften in der Stadt, die sich durch gute Arbeit einen Platz auf der städtischen Liste gesichert haben. Die Anlage muß nach den genauen Vorschriften des Elektrizitätswerkes ausgeführt werden. Der ausführende Monteur muß durch eine Prüfung die Genehmigung erwerben.

Ein Hauseigentümer kann sich auch eine Neuanlage von der Stadt ausarbeiten lassen und dann selbst Angebote von Installateuren einfordern. Die Stadt berechnet für ihre Arbeit 5 vH der Kosten der Ausführung. Oder er kann die ganze Arbeit der Stadt übergeben, also Ausarbeitung, Beaufsichtigung usw., wofür die Stadt dann 10 vH rechnet. Die Anlage kann auch dem Verbraucher von der Stadt finanziert werden. Er zahlt 10 vH der Anlagekosten und die Anschlußgebühren sofort, den Restbetrag in 12 monatlichen Raten. Außerdem 5 oder 10 vH der Gesamtkosten; letztere, wenn die Stadt die Anlage selbst ausführt.

Die Volkstümlichkeit dieser Arbeit der Stadt ersieht man aus dem Umstande, daß 1925 von 14 111 Anschlüssen 4869 Ausführungen mit sogenannter Freianlage waren.

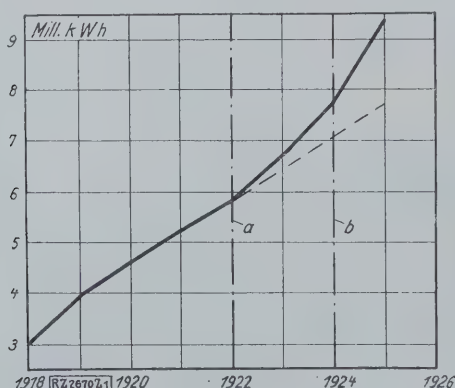


Abb. 1

Zunahme des Stromverbrauches in Privathäusern

a Hilfe bei Neuanlagen, eingeführt März 1922
b Anzeigenwerbung im Großen von Januar 1924 an

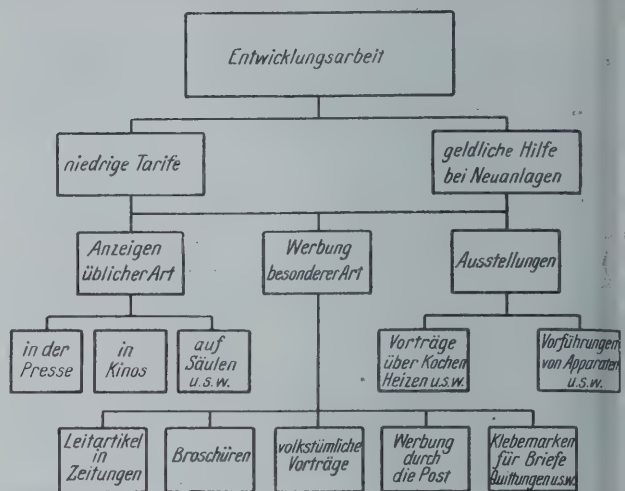


Abb. 2

Werbeplan des Kapstädter Elektrizitätswerkes

Das Unternehmen ist also rein geschäftsmäßig aufgebaut worden. Die Stadt kommt auch den Installateuren nicht ins Gehege, sondern verschafft ihnen Arbeit, indem sie den Verbrauchern die Einrichtung erleichtert. Das alles arbeitet auch einer reinen Sozialisierung entgegen, die letztlich in einen tödenden Gleichheitsbrei führt.

Werbung

Elektrizität ist schließlich eine Verkaufsware wie jede andere und sollte als solche auf die beste Art und Weise auf den Markt gebracht werden. In Kapstadt ist die Einrichtung der sogenannten Freihausanschlüsse ein besonders gutes Werbemittel gewesen. Dies ist auch aus Abb. 2 ersichtlich, die zeigt, daß mit Beginn der Freianlage der Verbrauch in Privathäusern schnell anstieg.

Vor allen Dingen muß natürlich dafür gesorgt werden, daß das Netz zu allen Zeiten allen billigen Ansprüchen gerecht wird. Störungen müssen soweit wie möglich vermieden werden. Die städtischen Beamten müssen zu jeder Zeit dem Verbraucher auch für Beratung zur Verfügung stehen. Sind diese Vorbedingungen erfüllt, dann kommt es noch auf eine kraftvolle Werbung an. Das Kapstädter Verfahren ist am besten aus Abb. 2 ersichtlich. Man sieht keine Kinovorstellung ohne ein Bild von der Anwendung des elektrischen Stromes, meistens den Jahreszeiten angepaßt. Jeder Brief des Werkes wird mit einer Marke verklebt, die im Sommer einen Fächer, im Winter einen Heizkörper im Gebrauch zeigt oder aber eine andere wirkungsvolle Anwendung des Stromes darstellt. Überall sieht man die Worte: Mach' es elektrisch! Die Schaulinien in Abb. 1 zeigt, wann die wirkungsvolle Werbung einsetzt.

Zuletzt mögen noch einige Angaben über die in Südafrika zugelassenen Geräte und Vorrichtungen folgen.

Alle Heiz- und Kochgeräte müssen mit einem Erdungsstift versehen sein, so daß stets drei Schnüre notwendig sind. Die Steckdosen müssen also ebenfalls drei Stifte haben. Gewöhnlich ist der geerdete Stift vierkantig. Die kleinsten Schalter und Steckdosen sind hierbei für 10 A bemessen, auch wenn der Apparat bedeutend weniger verbraucht. Englischsprachiges Schaltgerät wird durchweg vorgezogen. Deutsche Stecker, Anschlußdosen, Sicherungen und Schalter sind bisher wenig beliebt gewesen. Das liegt hauptsächlich daran, daß fast alles in Porzellan angefertigt wurde, das beim ersten Falle zerbricht. Dann aber waren auch die meisten Schaltgeräte zu leicht. Stecker aus Holz oder Metall haben sich besser bewährt. Für größere Ausführungen werden heute meistens eisenbewehrte Schalter und Sicherungskasten benutzt.

Zum Schluß noch die Bemerkung, daß der Anteil der elektrotechnischen Einfuhr der Union von Deutschland im Jahre 1913 31,9 vH der Gesamteinfuhr betrug, 1924 nur 4,6 vH. Dem Werte nach betrug die Gesamteinfuhr im Jahre 1924 rd. 60 Mill. M. [B 2670]

Die Diesel-Getriebelokomotive und ihre Erprobung

Von Dipl.-Ing. N. Dobrowolski, Moskau (aus dem Russischen übersetzt von Dr.-Ing. E. Mrongovius, Berlin)

(Schluß von S. 878)

Versuchsfahrten auf den Strecken der Deutschen Reichsbahn

Zweck der Versuchsfahrten

Die Prüfstandsversuche gaben die Möglichkeit, die Bedingungen

$$Z = f(V, \varepsilon, \nu) \quad (1)$$

$$\eta = \varphi(V, \varepsilon, \nu) \quad (2)$$

festzustellen, ohne jedoch die Frage nach der Brauchbarkeit der Lokomotive für Zugförderung zu beantworten.

Die Arbeitsbedingungen der Lokomotive auf dem Prüfstand sind sehr verschieden von den Arbeitsbedingungen auf der Strecke. Vor allem fehlt auf dem Prüfstand die Masse des Zuges. Auf dem Prüfstand wird bei nicht abgebremsten Rädern, d. h. etwa unter Leerlaufverhältnissen angefahren.

Auf der Strecke dagegen konnten die wesentlichsten Versuche in bezug auf das Anfahren unter der Zugbelastung und auf das Umschalten von einer Geschwindigkeitsstufe in die andere während der Fahrt durchgeführt werden. Die elektromagnetischen Kupplungen und das Zahnradgetriebe mußten daher unter den Verhältnissen des wirklichen Eisenbahndienstes erprobt werden. Hierin bestand das Grundziel der Versuchsfahrten.

Vorbereitung der Versuchsfahrten

Die Deutsche Reichsbahn zeigte sich bei der Durchführung der Versuche sehr entgegenkommend. Sie lieferte auf eigene Kosten die Radsätze für die deutsche Spur, übernahm für die Dauer der Versuchsfahrten die Lieferung des Brennstoffes und der Schmiermittel, stellte das für die Versuche erforderliche Eisenbahnpersonal zur Verfügung, rüstete die Lokomotive mit den Meßvorrichtungen aus und gab für die Versuchsfahrten den außerordentlich gut eingerichteten Meßwagen her.

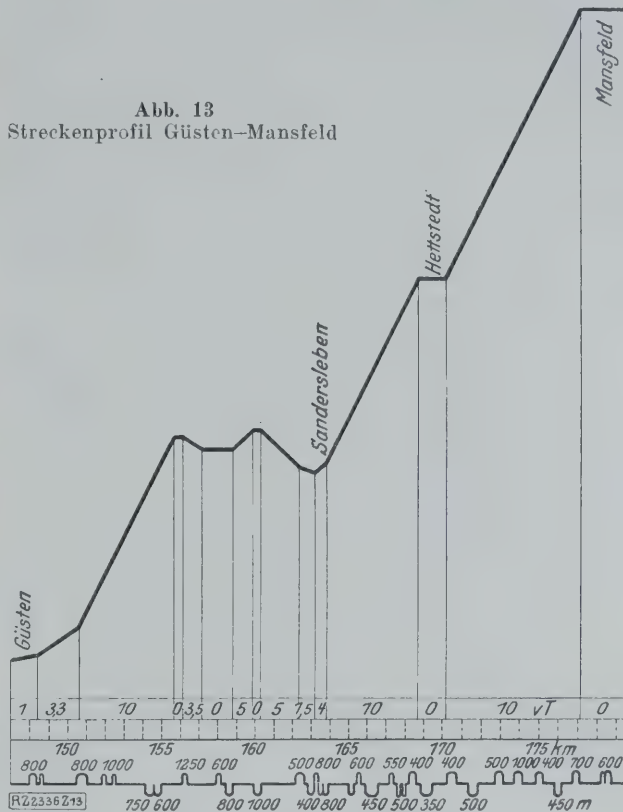
Die Fahrten wurden auf den Strecken Düsseldorf-Opladen, Düsseldorf-Berlin und schließlich hauptsächlich Berlin-Güsten-Mansfeld ausgeführt. Abb. 13 zeigt das Streckenprofil Güsten-Mansfeld. Man sieht, daß die Strecke Güsten-Sandersleben eine Steigung von 10 vT und eine ebene Strecke enthält, während die Strecke Sandersleben-Mansfeld eine fast ununterbrochene Steigung von 10 vT in 13 km Länge darstellt, die für die Versuchsfahrten sehr geeignet ist. Die Lokomotive hatte ihren Stand in Güsten, kehrte aber im Verlauf des Tages nicht nach Güsten zurück, sondern wiederholte die Fahrt von Sandersleben aus. An jedem Tage wurden vier Versuchsfahrten Sandersleben-Mansfeld durchgeführt.

Plan der Versuchsfahrten

Es wurden Versuchsfahrten mit Füllung 6 und 5 bei sämtlichen drei Geschwindigkeitsstufen und bei drei verschiedenen Umlaufzahlen des Dieselmotors durchgeführt, im ganzen also 18 Versuchsfahrten.

Tatsächlich wurden 21 Versuchsfahrten durchgeführt. Die Lokomotive stand während der ganzen Dauer der Versuchsfahrten unter unserer Leitung, während der Meßwagen unter der Leitung der Vertreter der Reichsbahn stand. Auf Grund der Zugkraftkennlinie der Lokomotive wurde die Zugstärke für den folgenden Tag unter Berücksichtigung der Ergebnisse festgelegt, die auf Grund der Versuchsfahrten des Tages vorgenommen werden konnten. Ich möchte hier noch die angenehme Erinnerung erwähnen, die bei mir diese gemeinsame Arbeit mit den Vertretern der Deutschen Reichsbahn hinterlassen hat. In aller Stille haben wir diese Versuchsfahrten, die von außerordentlich großer geschichtlicher Bedeutung sind, durchgeführt. An dieser Stelle möchte ich meine besondere Dankbarkeit den Herren Prof. Nordmann und Oberbaurat Günther aussprechen, die in hervorragender Weise den Verlauf der Versuche gefördert haben.

Abb. 13
Streckenprofil Güsten-Mansfeld



Die Versuchsfahrten

Am 6. Mai 1926 fuhr die Lokomotive zum erstenmal, und zwar auf einer Strecke mit 7 vT Steigung. Das Zuggewicht betrug 800 t. Die Lokomotive fuhr sicher und sanft an, bei langsamer Einschaltung der Hauptkupplung. Der Übergang von der 1. zur 2. Geschwindigkeitsstufe vollzog sich ebenfalls ruhig und einwandfrei. Während der Fahrt auf der Strecke wurde der Zug vor einem geschlossenen Einfahrtsignal in der Steigung zum Stillstand gebracht. Das Anfahren an dieser Stelle sollte die grundlegende und schwierigste Prüfung der Lokomotive sein. Auch diese Prüfung bestand sie ebenso gut; sie bewies dadurch ihre Fähigkeit zur Beförderung von Zügen. Diese ersten Versuchsfahrten wurden ohne Meßwagen durchgeführt, so daß wir keine Möglichkeit hatten, die erreichten Zugkräfte zu messen.

Am 7. Mai wurden die Versuchsfahrten bei Opladen erfolgreich wiederholt. Am 13. Mai langte die Lokomotive in den Werkstätten in Grunewald an. Bei der Fahrt von Düsseldorf bis Grunewald wurden zwei Personenwagen ohne jegliche Anstände gezogen; in Grunewald lief der Zug 3 min vor der fahrplanmäßigen Zeit ein.

Am Anfang dieser Fahrt erwärmte sich die Lamellenkupplung der 1. Geschwindigkeitsstufe. Dies erklärt sich dadurch, daß während der ganzen Fahrt die Lokomotive mit der 3. Geschwindigkeit fuhr und hierbei 50 km/h zurücklegte. Bei dieser Geschwindigkeit laufen das Gehäuse der Kupplung der 1. Geschwindigkeitsstufe und die mit ihm verbundenen Lamellen mit 1400 Uml./min. Berühren sich bei dieser Geschwindigkeit die Lamellen untereinander, so wird eine beträchtliche Wärmemenge entwickelt. Dies verursacht eine starke Abnutzung der Lamellen, was schließlich eine Reibung der Ankerscheibe auf Metall zur Folge haben kann. Offenbar ist dies auch der Fall gewesen; denn die Kupplung erwärmte sich in beträchtlichem Maße, und die Lamellen begannen zu rauchen.

Nach Untersuchung der Kupplung wurden zwischen den Lamellen Zwischenlagen eingelegt, um einen größeren Luftspalt zwischen der Ankerscheibe und dem Kupplungskörper herzustellen. Hiernach kühlte sich die Kupplung allmählich ab und arbeitete fernerhin völlig befriedigend während der ganzen Fahrt. Dieser Fall war insofern sehr nützlich, als er zeigte, daß die Kupplung sogar bei ungünstigen Verhältnissen arbeiten kann, und daß sie einer bestimmten und sorgfältigen Wartung bedarf in bezug auf den genügenden Spielraum an der Ankerscheibe.

In den Werkstätten in Grunewald wurde die Lokomotive mit folgenden Vorrichtungen versehen:

1. An sämtlichen Zylindern des Dieselmotors wurden elektrisch gesteuerte Indikatoren angebracht. Durch den Druck auf einen Knopf werden gleichzeitig an sämtlichen Zylindern Indikatordiagramme aufgenommen.
2. Besondere Meßbehälter wurden aufgestellt, die die Möglichkeit gaben, den Brennstoff mit $\frac{1}{2}$ l Genauigkeit zu messen.
3. Pyrometer zur Temperaturmessung des Öles und des Wassers sowie der Abgase wurden angebracht.

Bei den Prüfstandversuchen wurde die Temperatur der Abgase nicht gemessen. Die Temperaturen wurden im Meßwagen an einem mit einem Temperaturmaßstab versehenen Amperemeter abgelesen.

4. Ein Orsat-Gerät wurde aufgestellt. Es stand im Meßwagen, und die Abgase gelangten dorthin durch eine besondere Rohrleitung von dem Auspufftopf.

Die Versuchsfahrten wurden mit einem genau abgewogenen Zug ausgeführt.

Am 25. Mai fand die Abfahrt der Lokomotive mit einem 1200 t schweren Zug nach Güsten statt. Am gleichen

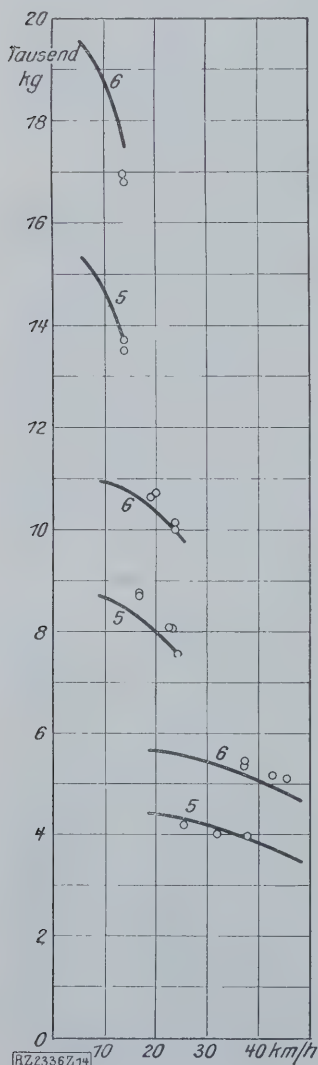
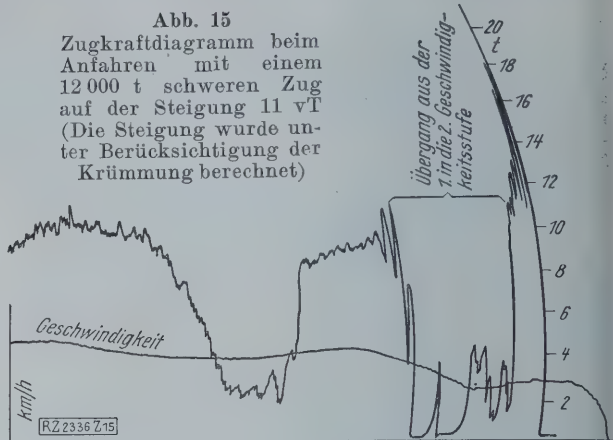


Abb. 14
Zugkräfte in
Abhängigkeit
von der Fahr-
geschwindig-
keit bei den
Füllungen 5
und 6,
gemessen bei
den Versuchs-
fahrten

Abb. 15
Zugkraftdiagramm beim
Anfahren mit einem
12000 t schweren Zug
auf der Steigung 11 vT
(Die Steigung wurde unter
Berücksichtigung der
Krümmung berechnet)



Tage wurden die ersten Versuchsfahrten durchgeführt. Zahlentafel 1 enthält eine Übersicht über die Versuchsfahrten.

Die Ergebnisse der Versuchsfahrten

Abb. 14 zeigt die Linien

$$Z = f(V, \epsilon) \dots \dots \dots (1)$$

die auf Grund der Versuchsfahrten bei Güsten aufgestellt sind. Wie man aus dieser Abbildung sieht, stimmen die einzelnen Punkte der Versuchsfahrten mit denen der Prüfstandversuche, Abb. 8 (Nr. 25 S. 877), ausreichend gut überein.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Beobachtungen, die im Augenblicke des Anfahrens, insbesondere in einer Steigung und in den Augenblicken des Überganges aus

Zahlentafel 1. Versuchsfahrten mit der Dieselgetriebe lokomotive auf der Reichsbahn

Datum	Strecke	Geschwindigkeitsstufe	Füllung	Zuggewicht in t	Geschwindigkeit in km/h
25. Mai 1926	Güsten-Mansfeld	3	6	279	37,2
26. " "	Güsten-Mansfeld	1	6	1228	13,85
26. " "	Sandersleben-Mansfeld	2	6	645	24,0
26. " "	Sandersleben-Mansfeld	1	5	940	13,90
26. " "	Sandersleben-Mansfeld	1	5	1037	13,81
27. " "	Güsten-Mansfeld	1	6	1335	13,73
27. " "	Sandersleben-Mansfeld	3	6	323	27,08
27. " "	Sandersleben-Hettstedt	3	6	257	44,0
27. " "	Sandersleben-Hettstedt	2	6	702	23,8
28. " "	Güsten-Mansfeld	2	6	759	19,42
28. " "	Sandersleben-Mansfeld	2	5	483	24,05
28. " "	Sandersleben-Mansfeld	2	5	527	22,86
28. " "	Sandersleben-Mansfeld	2	5	585	16,58
29. " "	Güsten-Sandersleben	3	5	236	25,1
29. " "	Sandersleben-Mansfeld	3	5	207	33,7

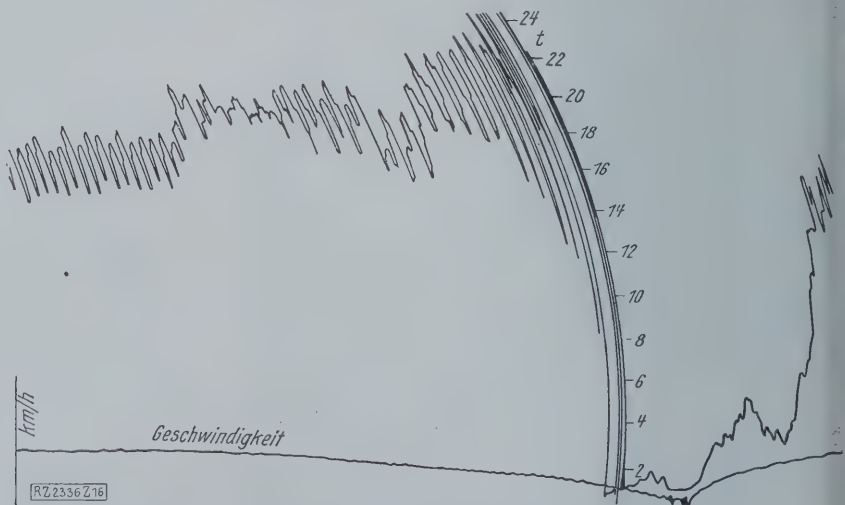


Abb. 16. Zugkraftdiagramm bei Versuchsfahrten mit der zweiten Geschwindigkeitsstufe

seiner Geschwindigkeitsstufe zur andern gemacht wurden. Abb. 15 zeigt das Zugkraftdiagramm beim Anfahren mit einem 1200 t schweren Zug bei 11 vT Steigung. Wie man aus dem Diagramm der Zugkraft, am Haken gemessen, sieht, erreichte die Zugkraft im Augenblick des Anfahrens über 20 t, was dem spezifischen Widerstand 5,5 kg/t im Augenblick des Anfahrens unter Ausschuß der Steigung entspricht. Wesentlich ist natürlich in diesem Fall auch der Halbmesser der Krümmung, in der sich der Zug in diesem Augenblick befand. Obwohl diese Krümmung durch Angabe einer Steigung von 21 vT auf Grund der üblichen Berechnungen berücksichtigt worden ist, kann man annehmen, daß der Einfluß der Krümmung im Augenblick des Anfahrens beträchtlich größer ist. Die erzielten Werte des spezifischen Widerstandes beim Anfahren müssen stets bei der Berechnung der erforderlichen Zugkraft zum Anfahren unter weniger günstigen Verhältnissen vorausgesetzt werden.

Die mittlere Zugkraft beim Anfahren, Abb. 15, beträgt etwa 17 t, d. h. mehr als die Reibungszugkraft der E-Dampflokomotive. Hierbei zeigte die Diesellokomotive nicht die geringste Neigung zum Schleudern weder in diesem Fall noch im andern.

Abb. 16 zeigt das Zugkraftdiagramm bei Versuchsfahrten in der 2. Geschwindigkeitsstufe. Man sieht hier deutlich die Augenblicke des Übergehens aus der ersten Geschwindigkeitsstufe in die zweite. Man sieht, daß bei diesem Übergang die Zugkraft auf den Wert null herabsinkt. Hierzu ist zu bemerken, daß das an und für sich einfache Übergehen aus einer Stufe in die andre vom Zugführer eine ziemlich große Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit erfordert.

Um bei dem Umschalten von einer Geschwindigkeitsstufe in die andre jegliche Stöße in dem Zuge zu vermeiden, muß bei dem Einschalten einer neuen Stufe die Drehzahl des Dieselmotors der Zuggeschwindigkeit der neuen Stufe entsprechen. Für das Umschalten aus der ersten Stufe in die zweite ergeben sich die folgenden Beziehungen:

Für die erste Stufe gilt:

$$v = 0,036 n \dots \dots \dots (5),$$

Für die zweite Stufe:

$$v = 0,063 n \dots \dots \dots (6).$$

Man bleibt auf der ersten Stufe, bis der Dieselmotor die Drehzahl 400 erreicht hat, was einer Fahrtgeschwindigkeit von 14,4 km/h entspricht. Danach wird die Hauptkupplung und die erste Stufe ausgeschaltet. Angenommen, daß während dieses Vorganges die Zuggeschwindigkeit auf 0 km/h sinkt, so müssen wir bei dieser Geschwindigkeit die Kupplung der zweiten Stufe und dann die Hauptkupplung, d. h. den Dieselmotor, anschließen. Aus Gl. (6) sehen wir, daß 10 km/h Fahrtgeschwindigkeit etwa 160 Uml./min des Dieselmotors entsprechen. Wir müssen daher vor dem Einschalten der zweiten Geschwindigkeitsstufe und der Hauptkupplung die Drehzahlen des Dieselmotors auf 60 Uml./min herabsetzen. Nur in diesem Falle werden bei dem Einschalten der Hauptkupplung beide Hälften (die eine mit der Dieselmotorwelle und die andere mit der anderen Getriebewelle verbundene Hälfte) die gleiche Winkelgeschwindigkeit haben, und infolgedessen wird der Dieselmotor stoßlos eingeschaltet werden können.

Damit der Zugführer diese Forderung anstandslos erfüllen kann, muß er eine Vorrichtung zur Verfügung haben, die ihm die Fahrtgeschwindigkeit und die Drehzahl des Dieselmotors anzeigt, wobei die Skala des Drehzahlanzeigers für den Dieselmotor in bezug auf die Fahrtgeschwindigkeit für sämtliche drei Stufen eingeteilt werden muß. Die Aufgabe des Zugführers besteht dann darin, daß er vor dem Einschalten einer neuen Geschwindigkeitsstufe die Drehzahl des Dieselmotors auf einen Wert bringt, für den beide Geräte die gleichen Werte anzeigen, natürlich unter Berücksichtigung der Skala für die Drehzahl des Dieselmotors, die der betreffenden Stufe entspricht.

Ein nützliches Ergebnis der Versuchsfahrten auf der Reichsbahn war die Feststellung einer Reihe baulicher Mängel sowie verschiedener Ausführungsmängel. Diese erziehen sich hauptsächlich auf das Getriebe. Die Kurbel der Blindwelle hatte sich infolge nicht genügender Auf-

pressung etwas verschoben. Die Blindwelle wurde daher später ausgebaut, ihre Zapfen verstärkt und der Einpreßdruck für die Kurbel auf 180 t erhöht. Nach Beendigung der Versuchsfahrten wurden das Zahnradgetriebe und die Kupplungen einer Untersuchung unterworfen. Die Zahnräder erwiesen sich in gutem Zustande, die Kupplungen zeigten keine Spuren von besonderer Abnutzung. Dieses Ergebnis löste eine wichtige Frage für das Schicksal dieser Lokomotive. Es gab die Überzeugung, daß bei richtiger Wartung das Zahnradgetriebe ohne besondere Ausbesserungen viele Jahre arbeiten kann. Bei den Kupplungen war die Abnutzung der Lamellen so gering, daß eine einmalige Auswechslung im Jahre genügen kann unter der Voraussetzung natürlich einer richtigen Wartung und Behandlung. Im allgemeinen kann man sagen, daß infolge der Einfachheit dieser Lokomotive an das Bedienungspersonal nicht sehr große Anforderungen gestellt zu werden brauchen.

Der Hilfsmotor brachte keine besonderen Vorteile mit sich. Er konnte geduldet werden, solange man nicht die Sicherheit hatte, daß die Hauptteile der Lokomotive: der Hauptmotor, die Kupplungen und das Getriebe, zuverlässig arbeiten. Nachdem die Versuchsfahrten uns die Überzeugung gaben, daß die Lokomotive imstande ist, zuverlässig zu arbeiten und Züge zu fördern, und alle Hauptteile zu keinen Bedenken Anlaß gaben, brauchten wir nicht die Arbeit der Lokomotive vom Hilfsmotor abhängig zu machen, der natürlich nicht so zuverlässig sein kann wie der Hauptdieselmotor. Wir kehrten daher zu dem ursprünglichen Entwurf des unmittelbaren Antriebes für den Lüfter und die Dynamo von der Hauptwelle des Dieselmotors über eine Zahnradübersetzung zurück.

Folgerungen

Auf Grund der Versuche kann man sagen, daß nach der Durchführung der baulichen Änderungen die Diesellokomotive die einfachste und leichteste Wärmelokomotive der Welt dieser Leistung ist. Die Reibungszugkraft der Lokomotive erreicht infolge des gleichmäßigen Drehmoments und der gekuppelten Achsen 17,6 t und übersteigt hierbei die Zugkraft der E-Dampflokomotive und der dieselelektrischen Lokomotive.

Bezieht man das Gewicht der Lokomotive auf die Leistung am Treibradumfang, so erhält man das Gewicht für 1 PS_e aus Zahlentafel 2. Bei 1100 PS_e Leistung am Umfang der Schwungscheibe des Motors beträgt die Leistung am Radumfang der Lokomotive etwa 985 PS.

Zahlentafel 2

Vergleich der auf 1 PS am Radumfang bezogenen Gewichte verschiedener Diesellokomotiven mit der E-Dampflokomotive

	kg/PS	vH
Bei der E-Dampflokomotive einschließlich Tender	106	100
„ „ dieselelektrischen Lokomotive (Lomonosoff)	184	174
„ „ dieselelektrischen Lokomotive von Hackel	225	212
„ „ Diesel-Getriebelokomotive	133	125

Bei der Aufstellung der Vergleichszahlen von Zahlentafel 2 nahmen wir die Leistung der Lokomotive entsprechend ihrer Reibungszugkraft und der höchsten Geschwindigkeit an, die bei dieser Zugkraft dauernd entwickelt werden kann. Ein Vergleich verschiedener Lokomotiven in bezug auf die Leistung des Antriebmotors ist nicht richtig; denn die Leistung einer Wärmelokomotive hängt nicht nur von der Leistung des Antriebmotors, sondern auch von dem Wirkungsgrad der Übertragung ab. Wir nehmen die Leistung entsprechend der Reibungszugkraft bei der höchsten Geschwindigkeit an, da diese Annahme für eine Güterzuglokomotive praktisch am wichtigsten ist.

Zahlentafel 2 zeigt, daß die Getriebelokomotive 25 vH schwerer ist als die E-Dampflokomotive. Es besteht aber die Möglichkeit, den Antriebmotor durch einen leichteren zu ersetzen und hierdurch das Gewicht der Getriebelokomotive bis 105 t herabzusetzen, während die Leistung des Antriebmotors gleichzeitig auf 1200 PS erhöht wird.

Hierdurch würden rd. 100 kg/PS, bezogen auf Radumfang, erzielt werden, was weniger ist als bei der E-Dampflokomotive.

Hiermit ist auch die Frage des Preises verbunden. Da in bezug auf das Gewicht die Getriebelokomotive wenig von der Dampflokomotive abweicht, so kann man behaupten, daß auch der Herstellpreis der Wärmelokomotive mit Zahnradübertragung bei Massenherstellung von dem Herstellpreis der Dampflokomotive nicht sehr abweichen dürfte. Jedenfalls wird eine Wärmelokomotive mit Zahnradgetriebe billiger sein als alle übrigen bisher bekannten Wärmelokomotivarten. Sie könnte nur im Vergleich mit einer Wärmelokomotive mit unmittelbarer Übertragung im Nachteil bleiben.

Man kann somit alle die unzweifelhaften Vorzüge der Wärmelokomotive mit Zahnradgetriebe, ihre Einfachheit, geringes Gewicht und geringen Preis hervorheben.

Ein weiterer Vorzug dieser Lokomotive ist die hohe Zugkraft und der hohe Wirkungsgrad. Das bedeutet, daß man das Zuggewicht für diese Lokomotive im Vergleich mit der E-Dampflokomotive um 15 vH erhöhen konnte. Bei den günstigen Regelungsverhältnissen beider Lokomotiven liegt der Wirkungsgrad der Dieselgetriebelokomotive höher als der Wirkungsgrad der dieselektrischen Lokomotive.

Andererseits weist die Diesel-Getriebelokomotive auch eine Reihe grundsätzlicher Mängel auf und eine Reihe von Mängeln, die jedoch nur von der hier angewandten Bauart abhängig sind, also beseitigt werden können.

Wie wir bereits erwähnt haben, muß die Zugkraft bei dem Umschalten von einer Stufe in die andre unbedingt durch den Nullpunkt gehen. Diese nicht ununterbrochene Zugkraft ist ein wesentlicher grundsätzlicher Mangel einer Wärmelokomotive mit einem Schaltgetriebe. Dieser Mangel erschwert die Beförderung von Zügen und schafft die Gefahr eines Zerreißen des Zuges in hügeligem Gelände. Der Zugführer muß in einem solchen Gelände außerordentlich aufmerksam sein und das Streckenprofil gut kennen.

Abb. 12 (S. 878) zeigte die Leistungskennlinie der Lokomotive am Treibradumfang bei der Füllung 6. Die schraffiert angelegten Flächen zeigen die Gebiete, in denen die Leistung des Motors nicht voll entwickelt werden kann. Wir erhalten die volle Leistung der Diesellokomotive nur in den drei Punkten, die der vollen Umlaufzahl des Dieselmotors bei jeder Stufe entsprechen. Mit andern Worten: wir können z. B. bei 16 km/h Geschwindigkeit nicht die volle Leistung entwickeln, da die Geschwindigkeit des Zuges durch die Umlaufzahl des Dieselmotors bedingt ist, also durch dessen Höchstleistung. Die Leistung der Lokomotive ist aber nur dann von Bedeutung, wenn sie in jedem Augenblick voll ausgenutzt werden kann. Diesen Bedingungen entspricht die Diesellokomotive nicht völlig, und wenn wir von ihrer Leistung sprechen, so müssen wir diese Beschränkung berücksichtigen. Ideal ist in dieser Hinsicht die dieselektrische Lokomotive, bei der unbegrenzt für jede Geschwindigkeit die höchste Leistung ausgenutzt werden kann.

Bei einer Wärmelokomotive mit unmittelbarer Übertragung wird dieser Mangel auch auftreten, falls als Hauptantriebmotor ein gewöhnlicher Dieselmotor mit einem beständigen mittleren Wert des indizierten Drucks verwendet wird.

Das Bestreben der Konstrukteure muß auf die Schaffung eines Motors gerichtet sein, der eine beträchtliche Erhöhung des indizierten Drucks zuläßt, ohne daß in dem Motor außergewöhnliche Temperaturen und Spannungen entstehen, die für die Arbeit des Motors nachteilig sein können. Es wird schon in dieser Richtung gearbeitet, und man kann überzeugt sein, daß in der nächsten Zukunft ein solcher Motor geschaffen wird und die Aufgabe der unmittelbaren Übertragung der Leistung von dem Antriebmotor auf die Achsen der Lokomotive gelöst sein wird.

Ein weiterer Mangel unserer Diesel-Getriebelokomotive, der aber nicht ein Mangel der Übertragungsart, sondern lediglich dieser Ausführung ist, besteht darin, daß

das Gebiet der kritischen Drehzahlen innerhalb der Arbeitsgebiete des Dieselmotors liegt, und daß die Übersetzungszahlen der einzelnen Geschwindigkeitsstufen ungünstig gewählt worden sind. Der Dieselmotor hat die höchste Drehzahl 450 Uml./min. Nur bei dieser Drehzahl kann er bei entsprechender Fahrtgeschwindigkeit die Höchstleistung, 1200 PS_e, anstandslos entwickeln. Da das Gebiet der kritischen Drehzahlen des Motors zwischen 400 und 430 Uml./min liegt, so können wir im normalen Dienst die Drehzahl des Motors nicht über 400 Uml./min steigern. Hierdurch werden die Vorzüge der Diesel-Getriebelokomotive und vor allem ihre Leistung beträchtlich vermindert. Könnte der Dieselmotor bei 450 Uml./min arbeiten, so würde das Gewicht für 1 PS_e nur 120 kg betragen. Es ist aber nicht unbedingt erforderlich, daß die kritische Drehzahl des Dieselmotors unterhalb der Arbeitsdrehzahl liegt. Technisch ist es vollkommen möglich, einen Antriebmotor zu bauen, bei dem die kritische Drehzahl oberhalb des Arbeitsgebietes liegt. Für die weiteren Diesel-Getriebelokomotiven müßte ein solcher Antriebmotor benutzt werden.

Die Übersetzungszahlen der Schaltstufen sind auch nicht richtig gewählt. Die erste Stufe ist so gewählt worden, daß sie einerseits für das Anfahren zu gering ist, andererseits für die Beförderung eines Zuges in einer Grenzsteigung zu hoch ist. Ebenso ist die zweite Stufe für die Beförderung eines Zuges bei voller Zugstärke in einer Grenzsteigung zu schwach, während sie für leichtere Streckenprofile zu reichlich bemessen ist.

Unsere Versuchsfahrten zeigten, daß zur Erzielung eines sanften und sicheren Anfahrens eines Zuges die Übersetzungszahl der ersten Stufe erhöht werden muß. Es ist erforderlich, daß der Zug bei geringer Füllung des Dieselmotors anfährt. Dies wird bedingt nicht nur durch das sanfte und weiche Anfahren des Zuges, sondern auch durch die Zuverlässigkeit der Arbeit. Im Augenblick des Anfahrens, wenn die Hauptkupplung eingeschaltet ist, sinkt die Drehzahl des Dieselmotors stark. Ist die Füllung des Motors in diesem Augenblick nicht groß, so arbeitet der Motor regelmäßig, ist man aber gezwungen im Augenblick des Anfahrens mindestens Füllung 6 anzuwenden, so entsteht im Augenblick des Anfahrens infolge der geringeren Drehzahl des Motors eine Neigung zu Stößen, wodurch nicht nur ein ungleichmäßiges Drehmoment auftritt, sondern auch eine ungünstige Belastung der Zahnräder des Getriebes verursacht wird.

Die erste Geschwindigkeitsstufe muß ausschließlich für das Anfahren vorgesehen sein. Nimmt man für die höchste Drehzahl des Dieselmotors 400 Uml./min an, so müßte die Übersetzungszahl für die erste Stufe zehn oder noch besser zwölf betragen. Die Übersetzungszahl der zweiten Stufe muß so gewählt werden, daß man das Normalgewicht des Zuges in einer Grenzsteigung befördern, d. h. dauernd 15 200 kg Zugkraft entwickeln kann. Dies erfordert eine Übersetzung 5,5 : 1. Bei diesem Übersetzungsverhältnis beträgt die Grenzgeschwindigkeit der zweiten Stufe 20 km/h, d. h. man kann Züge von voller Zugstärke in der Grenzsteigung mit 20 km/h Geschwindigkeit befördern.

Die Wahl der Übersetzungszahl der dritten Stufe hängt von der Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive ab. Im vorliegenden Fall beträgt sie 50 km/h, was ein Übersetzungsverhältnis 2,2 : 1 ergibt.

Ferner müßte außer den drei Geschwindigkeitsstufen eine besondere Zahnradübersetzung für Rückwärtsgang vorgesehen werden. Hierdurch würde die Umsteuerbarkeit des Dieselmotors überflüssig, der Motor einfacher und der Verschiebedienst mit der Lokomotive ebenfalls einfacher werden.

Trotz aller dieser Mängel ist die Diesel-Getriebelokomotive ein gelungener Versuch der Verwendung einer rein mechanischen Übertragung; er zeigt neue Wege für den Wärmelokomotivbau in dieser Richtung, Wege, die bisher von den Konstrukteuren ängstlich vermieden worden sind. Die Übertragung der Leistung über Zahnräder ist aber bereits ein Übergang zur unmittelbaren Übertragung.

Ordentliche Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen

Gelegentlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure Mannheim-Heidelberg

Die Ordentliche Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen begann am 28. Mai 1927 mit einem geschäftlichen Teil, den der zweite Vorsitzende, Ministerialrat Busch, leitete. Der Geschäftsführer, Dipl.-Ing. Baer, erstattete den Geschäfts- und Kassenbericht; er betonte darin, daß die Aufgabe der Geschäftsstelle sich nicht im Verwalten erschöpfen dürfe, sondern daß von ihr Anregungen für Lehre und Praxis geschaffen werden sollten. Die Versammlung genehmigte den Kassenabschluß für 1926, erteilte dem Vorstand und der Geschäftsstelle Entlastung und setzte den Beitrag für 1928 fest.

Der erste Vorsitzende, Geheimrat Prof. Dr. de Thierry, eröffnete sodann den wissenschaftlichen Teil der Versammlung. Einleitend berichtete er von seinen Eindrücken auf einer Studienreise in Amerika und schilderte die gewaltigen Aufgaben, die den dortigen Bauingenieuren, insbesondere im Brücken- und Hafenbau New Yorks und seiner Umgebung, gestellt werden. Die drei Staaten, aus denen Groß-New-York besteht, haben sich jetzt endlich entschlossen, die Verkehrsfragen der Riesenstadt gemeinsam zu lösen. Hervorzuheben ist, daß nur zwei Eisenbahnen in die Stadt führen. New York hat den größten Seehafen der Welt; der Umstand, daß es zugleich an mehreren großen Flüssen liegt, deren Ufer dicht mit Industrieunternehmungen besetzt sind, bringt es mit sich, daß es auch den größten Binnenhafen der Welt hat. Die Fahrzeugflotte der Binnenschifffahrt ist zu einem großen Teil im Besitz der Eisenbahngesellschaften. Auch die zahlreichen Fähren, die die Verbindung über die großen Ströme herstellen, sind im Besitz der Eisenbahngesellschaften.

Vor einiger Zeit ist der Bau der Hudson-Brücke in Angriff genommen worden. Diese soll die Nordspitze der Insel Manhattan mit dem nördlichen Teil der Stadt New Jersey verbinden. Sie wird als Hängebrücke ausgeführt, deren Mittelöffnung mehr als 1000 m und deren Seitenöffnungen je 214 m Spannweite haben. Die Höhe der Kettenpfeiler über dem Wasserspiegel beträgt 214 m, die Entfernung zwischen den Ketten 32 m. Die Brücke erhält zunächst vier, nach ihrem vollständigen Ausbau jedoch zwölf verschiedene Fahrbahnen. Die Fußwege werden ausgekragt. Unter den Fußwegen werden später von den schweren Untergurten der Versteifungsträger beiderseitig Konsolen auskragen, die die Längsträgerkonstruktionen für die Fahrbahnen der beiden zweigleisigen Schnellbahnen tragen sollen. Der Verkehr über die Brücke soll 1932 eröffnet werden. Die Baukosten betragen etwa 200 Mill. \$ und werden durch ein Bankenkonsortium aufgebracht, das zu diesem Zweck eine Anleihe zu 4½ vH Zinssatz aufgenommen hat, die in kurzer Zeit überzeichnet war.

Der Vorsitzende sprach seine Befriedigung darüber aus, daß auch Deutschland wieder in die Lage komme, seinen Bauingenieuren bemerkenswerte Arbeiten zuzuweisen. Gerade in Mannheim befindet sich ein Werk, die Friedrich-Ebert-Brücke über den Neckar¹⁾, die den Ruf der deutschen Bauingenieurkunst weit über Deutschlands Grenzen hinausgetragen hat.

Beigeordneter Dr. Bartsch begrüßte sodann die Versammlung im Namen der Stadt Mannheim. Diese Stadt, führte er aus, ist ein Erzeugnis der Kunst des Bauingenieurs in ihrer regelmäßigen Stadtanlage im Gebiete der regulierten Stromläufe des Rheines und des Neckars. Auch das jetzige Mannheim mit seinen Hafen-, Speicher- und Brückenbauten legt Zeugnis vom Können der Bauingenieure ab. Mannheim erhofft gerade in seiner augenblicklich schwierigen Lage Vieles vom Fortschritt der Bauingenieurwissenschaften.

In den nun folgenden wissenschaftlichen Vorträgen behandelte Ministerialrat Dr.-Ing. Eilerbeck vom Reichsverkehrsministerium, Berlin, den Entwurf 1926 zum Schiffshebewerk Niederfinow²⁾, Oberreg.-Baurat Dr.-Ing. Schaechterle, Stuttgart, die Entwicklung der deutschen Brückenbautechnik in den letzten Jahren³⁾ und

Strombaudir. Konz die Neckarkanalisation von Mannheim bis Plochingen⁴⁾.

Am 30. Mai hatten die Teilnehmer der Versammlung Gelegenheit, die Neckarkanalstrecke von Mannheim bis Heidelberg zu befahren, die damit teilweise zum ersten Male von Fahrgastschiffen benutzt wurde. Es bot sich die Möglichkeit, die Schleusenbauten auf der Strecke sowie die bereits fast vollständig fertiggestellten Stauanlagen und Kraftwerke kennen zu lernen. [N 558] Br.

⁴⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 786; ein ausführlicher Abdruck folgt demnächst in dieser Zeitschrift.

Krümmungen zylindrischer Kesselteile während des Betriebes

Als Heft 292 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens¹⁾ erscheint unter obigem Titel eine Arbeit von P. Rönne, Dampfkesselsinspektor in Kopenhagen. Schon früher glaubte man, bestimmte Arten von Schäden an Dampfkesselblechen, besonders an Flammrohren, Mänteln und Böden auf Spannungen und Formänderungen infolge ungleichmäßiger Erwärmung zurückführen zu müssen, ohne daß aber die Zusammenhänge seither rechnerisch oder versuchsmäßig eingehender beleuchtet worden sind. Diese Lücke soll die vorliegende Arbeit ausfüllen.

Rönne geht aus von den in einem Dampfkessel während des Betriebes herrschenden Temperaturunterschieden im Wasser und in den Gasen, für die er die im Schrifttum vorhandenen Angaben zusammenstellt und kritisch würdigt. Indem er die im Schrifttum angegebenen Wärmeübergangszahlen zwischen Heizgasen und Wasser (Wasserdampf) gegenüber Eisen benutzt, berechnet er die Temperatur der Kesselwandungen und vergleicht diese berechnete Temperatur teils mit der im Schrifttum gefundenen und teils mit der durch seine Versuche ermittelten.

Die Formänderungen und Spannungen, die infolge der betriebsmäßigen Temperaturunterschiede auftreten, berechnet der Verfasser auf Grund der in Elastizitätslehre und Eisenkunde üblichen Voraussetzungen mit Bezug auf verschiedene Querschnitte für frei aufliegende und eingespannte Balken. Die Brauchbarkeit der aufgestellten Gleichungen wird an der Hand fremder und eigener Versuche nachgeprüft und für befriedigend befunden.

Die Größe der Formänderungen und Spannungen im Kessel während des täglichen Betriebes als Funktion des Temperaturverlaufes hat Rönne durch unmittelbare Messungen an im Betriebe befindlichen Kesseln verschiedener Bauart (Ein- und Zweiflammrohrkessel, Babcock & Wilcox-Kessel) ermittelt. Die gefundenen Formänderungen stimmten mit den rechnerisch erwarteten gut überein.

Der letzte Abschnitt befaßt sich mit den Kesselschäden infolge der durch Temperaturunterschiede im Kessel auftretenden Formänderungen und Spannungen und den Wegen, durch die sie vermieden werden können. Es wird rechnerisch nachgewiesen, daß und an welchen Stellen, beispielsweise an Flammrohren, Böden und dergleichen, solche Spannungen in gefährlichem Ausmaß auftreten können, die auch bei gut gereinigten und bedienten Kesseln die übrigen Spannungen bis um 1400 kg/cm² erhöhen. Auf die Bruchgefahr bei plötzlichen Temperaturänderungen wird besonders hingewiesen. Viele Schäden führt der Verfasser auf Grund seiner Beobachtungen auf Spannungswechsel infolge von Temperaturschwankungen, d. h. auf Materialermüdung, entstanden aus Formänderungen, zurück, besonders auch die Ribbildung an Bodenkrempen. Als Gegenmittel werden sorgfältiges Anheizen und Einhaltung möglichst gleichmäßiger Temperaturen an der Hand laufender Beobachtung der Rauchgastemperaturen empfohlen, ferner gibt Rönne Gesichtspunkte an, wie durch zweckmäßige Bauart der Kessel, Formgebung und Bemessung von Teilen und dergleichen die Gefahr von Schäden gemindert werden kann.

Die Arbeit ist ein wertvoller Beitrag zur Kenntnis der verwickelten Vorgänge in Dampfkesseln. Wenn auch die theoretischen Ableitungen, Ergebnisse und Schlußfolgerungen der Nachprüfung und Ergänzung durch weitere Tatsachen bedürfen und die Anschauungen über die Ursachen mancher Kesselschäden auseinandergehen, so gibt das Buch doch jedem Kesselkonstrukteur und Betriebsmann viele Hinweise, die zu Überlegungen und Beobachtungen in gleicher Richtung anregen. [N 348] Spr.

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1925) S. 368.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 787.

³⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 786; ein ausführlicher Abdruck folgt demnächst in dieser Zeitschrift.

⁴⁾ VDI-Verlag, Berlin 1927.

R U N D S C H A U

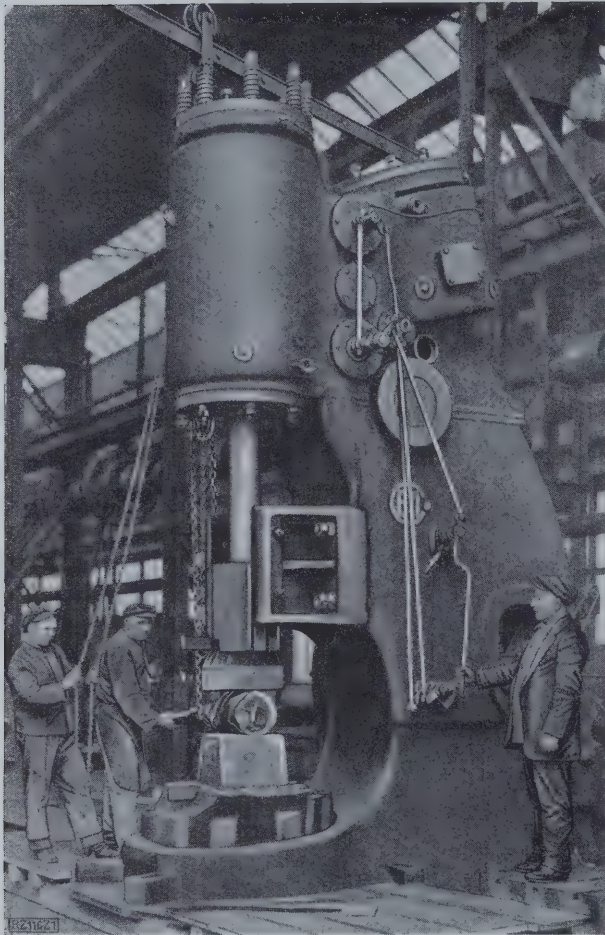


Abb. 1
Lufthammer mit 1500 kg Bärge wicht, erbaut von der Eumuco-A.-G.
für Maschinenbau, Schlebusch-Manfort bei Köln

Metallbearbeitung

Lufthammer mit 1500 kg Bärge wicht

Bis vor kurzem galt ein Bärge wicht von 600 kg als der erreichbare Höchstwert bei Lufthämmern; neuerdings sind jedoch ziemlich gleichzeitig zwei Lufthämmer auf dem Markt erschienen, die bis zu 1500 kg Bärge wicht gehen, und zwar ein englischer Hammer von B. & S. Massey, Ltd., Manchester¹⁾, und ein deutscher Hammer der Eumuco A.-G. für Maschinenbau, Schlebusch-Manfort bei Köln.

Während der Massey-Hammer die Zweiständerbauart zeigt, die die Zugänglichkeit und freie Bewegung des Schmiedestückes beeinträchtigt, ist der Eumuco-Hammer, Abb. 1, in der gleichen Einständerbauart gehalten wie seine kleineren Vorgänger. Die geschlossene neuzeitliche Gestalt des Ständers steht im Gegensatz zu der in Deutschland längst verlassenen Rippenform des englischen Hammers. Zum Unterschied von dem Antrieb durch ein offenliegendes Zahnradgetriebe des Massey-Hammers läuft das Vorgelege des Eumuco-Hammers in einem völlig geschlossenen Ölbad.

Die Leistung des englischen Hammers ist im Schrifttum²⁾ nicht näher angegeben, immerhin kann aus den genannten Abmessungen geschlossen werden, daß die Endgeschwindigkeit des Bärs, die für die Schlagenergie bei gegebenem Bärge wicht allein maßgebend ist, etwa 6 m/s beträgt; das wäre auch der Wert, der sich bei vielen ausländischen Hämmern findet. Hieraus würde man für die Schlagwirkung des englischen Hammers von 1500 kg Bärge wicht mit 2700 kgm/s je Schlag zu rechnen haben. Gewisse deutsche Lufthämmer erreichen die gleiche Energie bereits mit 850 kg Bärge wicht. Dieser geringen Schlagleistung des Massey-Hammers entspricht auch der größte Kraftbedarf von 75 PS bei 75 Schlägen in 1 min.

¹⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 67.

²⁾ „Machinery“ Bd. 28 (1926) S. 341.

Der dargestellte Eumuco-Hammer von 1500 kg Bärge wicht verbraucht entsprechend seiner wesentlich höheren Schlagleistung von 5400 kgm/s etwa 130 PS, seine Schlagzahl beträgt 85/min. Bemerkenswert ist die Ausbildung der Kurzzeitkupplung, die dem Hammerführer ermöglicht bei jeder kleineren Unterbrechung der Schmiedearbeiten den weiter laufenden Motor vom Hammer abzuschalten, damit seine Leerlaufarbeit auf das unvermeidbare Mindestmaß zu beschränken. In den Betriebspausen wird der Motor selbst stillgesetzt. Diese Maßnahmen tragen dazu bei, die Wirtschaftlichkeit des Lufthammers weiterhin zu erhöhen.

Mit dem Bärge wicht von 1500 kg ist die Entwicklung der Lufthämmer mit pendelnder Luftsäule noch nicht abgeschlossen; gegenwärtig befindet sich bei der Eumuco A.-G. ein solcher Hammer mit 2000 kg Bärge wicht im Bau.

Berlin [M 116]

Dipl.-Ing. E. Klapper

Über das Kaltziehen von Stahlrohren

Die wenigen bisher über das Kaltziehen von Stahlrohren veröffentlichten Arbeiten beschränken sich auf allgemeine Beschreibungen des Ziehens, Glühens und Beizen der Rohre. A. Pomp und W. Albert¹⁾ untersuchen den Einfluß des Kaltziehens auf Zugfestigkeit, Dehnung, Härte, Kerbzähigkeit und Gefüge nahtloser Stahlrohre, die in Zahlentafel 1 angegebenen Zusammensetzung. Die Versuchsrohre hatten im Ausgangszustand einen äußeren Durchmesser von 70 mm und eine Wanddicke von 8 mm. Sie wurden vor Aufnahme der eigentlichen Ziehversuche wie folgt vorbehandelt: 1. normalgeglüht, 2. vergütet, 3. Blei abgeschreckt. Die nach diesen Wärmebehandlungen ermittelten Festigkeitswerte sind in Abb. 2 schaubildlich wiedergegeben. Als Zerreißproben dienten Rohrlängsstreifen, bei deren Herstellung besonderer Wert auf d

¹⁾ Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. Bd. 9 (1927) Lfg. 4, S. 53.

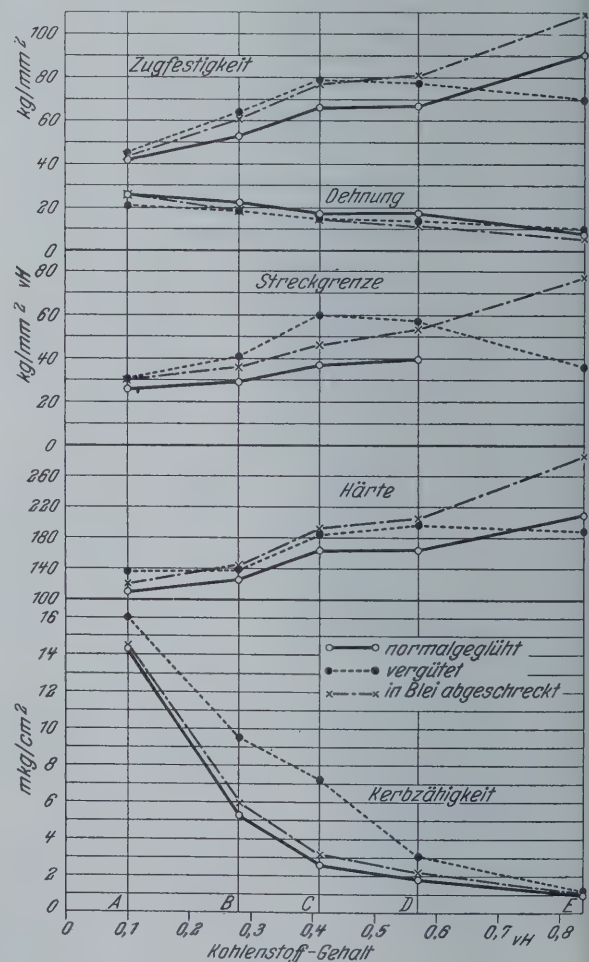


Abb. 2
Festigkeitseigenschaften der verschieden vorbehandelten Werkstoffe in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt

Zahlentafel 1. Analyse der Werkstoffe					
Werkstoff	C vH	Si vH	Mn vH	P vH	S vH
A	0,10	0,14	0,54	0,022	0,028
B	0,23	0,29	0,59	0,024	0,045
C	0,41	0,32	0,54	0,028	0,025
D	0,57	0,09	0,45	0,017	0,031
E	0,84	0,14	0,32	0,014	0,017

Erhaltung des jeweiligen Rohrzustandes im Mittelteil der Zerreißprobe gelegt wurde. Durch Vorversuche war eine geeignete Kerbschlagprobenform — ein Rohrlngsstreifen von 12 mm Breite mit 6 mm tiefer Spitzkerbe, 120 mm Länge und 90 mm Auflagentfernung — ermittelt worden. Die Härteprüfung (5/750/30) wurde an der inneren Rohroberfläche vorgenommen.

Die Ausgangsrohre wurden mit mehreren, ohne Zwischenglühung aufeinanderfolgenden Zügen nach den drei in der Praxis gebräuchlichen Ziehverfahren (Druckzug, Stopfenzug, Stangenzug) bis zur Erschöpfung der Zieh-fähigkeit gezogen und in den einzelnen Ziehstufen in der gekennzeichneten Weise untersucht. Abb. 3 zeigt die Ab-hängigkeit der Festigkeitseigenschaften von der gesamten Querschnittverminderung bei den verschiedenen vorbehandelten Rohren aus Werkstoff A. Die die einzelnen Vorbehand-lungen kennzeichnenden Zugfestigkeits- und Hrteschau-linien steigen mit wachsender Gesamtzunahme nahezu geradlinig an. Sie verlaufen entsprechend den im Aus-gangszustand festgestellten Werten in gleichmäßigen Ab-stnden übereinander. Während die Schaulinie der Kerb-zähigkeit des normalgeglühten Rohres schon bei geringen Querschnittverminderungen stark abfällt, zeigen die vergüteten und die in Blei abgeschreckten Rohre selbst bei starken

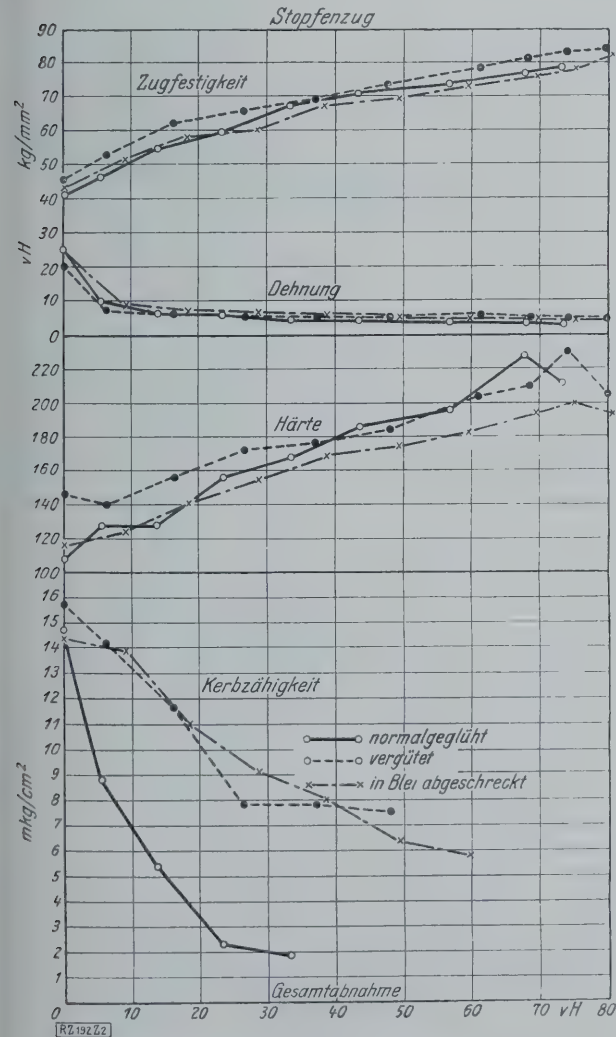


Abb. 3
Festigkeitseigenschaften in Abhängigkeit von der gesamten Querschnittverminderung (Werkstoff A, Stopfenzug)

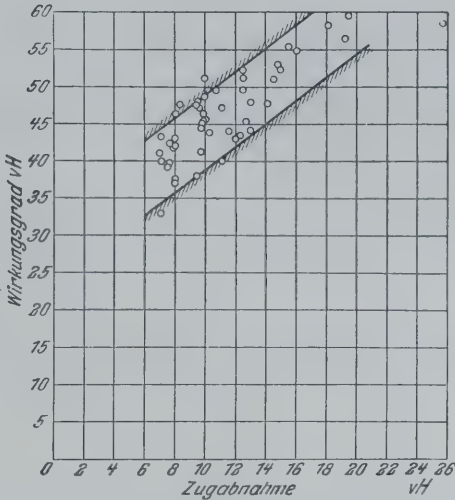


Abb. 6
Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zugabnahme (Druckzug)

Abnahmen noch bedeutend höhere Kerbzähigkeit. Diese hohe Zähigkeit ist für bestimmte Verwendungsgebiete der kaltgezogenen Rohre, wie Kraftfahr- und Flugzeugbau von besonderer Bedeutung. Auf die Wiedergabe der den härteren Werkstoffen entsprechenden Kurvenblätter muß an dieser Stelle verzichtet werden.

Die gewonnenen Ergebnisse der Festigkeitsprüfung ge-statten gleichfalls einen Vergleich der verschiedenen Kalt-ziehverfahren. Im Verlauf der Festigkeits- und Dehnungs-schaulinien zeigten sich bei den einzelnen Ziehverfahren praktisch keine Unterschiede. Gewisse Verschiedenheiten traten dagegen bei der Härte- und Kerbzhigkeitsprfung zutage. Die mit Druckzgen gezogenen Rohre lieferten stets den höchsten Härtewert. Die besten Kerbzhigkeits-werte waren allgemein bei den mit Stangenzgen gezogenen Rohren festzustellen.

Die Vergleiche der durch Kaltziehen bedingten Festig-keitsnderungen von Stahlrohren verschiedener Zusammen-setzung zeigen, daß die Zugfestigkeit- und Hrteschaulinien entsprechend den Ausgangswerten in nahezu gleichmäßigen Ab-stnden übereinander verlaufen. In den Beispielen, Abb. 4 und 5 werden die Festigkeitseigenschaften von nor-malgeglhten und in Blei abgeschreckten und dann mit Stopfenzgen gezogenen Rohren verschiedener Zusammen-setzung schaubildlich wiedergegeben. Die Zugfestigkeit steigt mit zunehmender Gesamtzunahme anfänglich rascher, dann langsamer, nahezu geradlinig an. Bei Querschnitt-verminderungen über 70 vH ist bei den verschiedenen Werk-stoffen ein mehr oder weniger deutliches Abzweigen von der Geraden nach oben festzustellen. Die Dehnung erreicht bei allen Werkstoffen nach rd. 30 vH Abnahme einen gleich-bleibenden kleinsten Wert. Die Kerbzähigkeit der normal-geglhten Werkstoffe ist nach rd. 40 vH Querschnittver-minderung bei allen Werkstoffen gleich niedrig. Die Blei-härtung wirkt nur bei dem weichen Werkstoff A erhöhend auf die Kerbzähigkeit der kaltgezogenen Rohre.

Grundlegende Unterschiede in der Gefügeausbildung der nach verschiedenen Ziehverfahren gezogenen Rohre waren nicht festzustellen. Im allgemeinen ließ sich bis zu Ge-samtzunahmen von 40 vH keine deutliche Streckung des Ge-fges beobachten.

ber die bei den besprochenen Versuchen durchgeführt-ten Kraftbedarfsmessungen wird in einem Anhang zu der eigentlichen Arbeit gesondert berichtet. Die Auswertung geschah auf Grund der von Kiesselbach aufgestellten Formel für die Formänderungsarbeit, aus der ein Ausdruck für die theoretische Zugkraft bei verlustfreier Formgebung abgeleitet wurde. Nach Einführung des Begriffes Wirkungs-grad, durch den das Verhältnis der theoretischen zur ge-messenen Zugkraft bezeichnet wird, ergab sich für die er-forderliche Zugkraft Z die Beziehung

$$Z = F_1 \ln \frac{F_0 k_f}{F_1 \eta} \dots \dots \dots (1),$$

falls F_0 den Querschnitt des Rohres vor, F_1 nach der Um-formung, k_f die Formänderungsfestigkeit, ermittelt als Mittel-wert der Zugfestigkeit des Werkstoffs vor und nach dem Zug, und η den Wirkungsgrad des Rohrziehvorganges be-deutet. Für die Bedürfnisse der Praxis wurde eine verein-

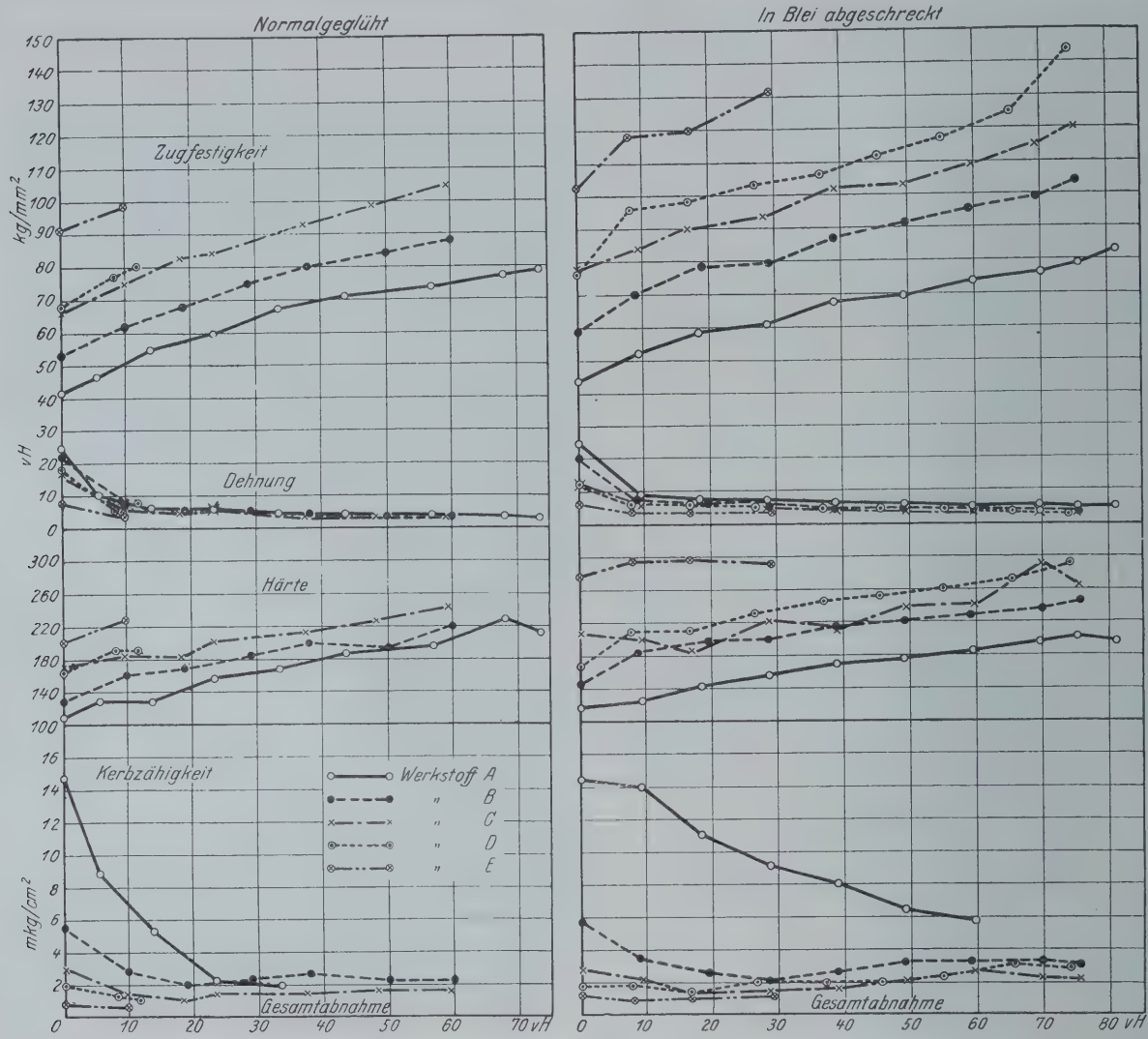


Abb. 4 und 5
Festigkeitseigenschaften der verschiedenen Werkstoffe in Abhängigkeit von der Gesamtzunahme (Stopfenzug)

fachte Näherungsformel entwickelt, die in vielen Fällen noch genügende Genauigkeit haben dürfte:

$$Z = (F_0 - F_1) k_f \frac{1}{\eta} \dots \dots \dots (2).$$

Da bei den ausgeführten Ziehversuchen die Rohrquerschnitte bekannt, die erforderliche Zugkraft sowie die Zugfestigkeit des Rohrwerkstoffes für jede Ziehstufe bestimmt

worden waren, konnten die Wirkungsgrade der einzelnen Ziehverfahren nach beiden Rechnungsarten ermittelt werden. Der Unterschied der mit den beiden Formeln erhaltenen Werte ist bei mäßigen Zugabnahmen gering, nimmt aber mit steigender Querschnittverminderung stark zu. Die mit Gl. (1) berechneten Werte sind in den Abb. 6, 7 und 8 in Abhängigkeit von der Zugabnahme schaubildlich wieder gegeben und erweisen sich als unabhängig von der Festig-

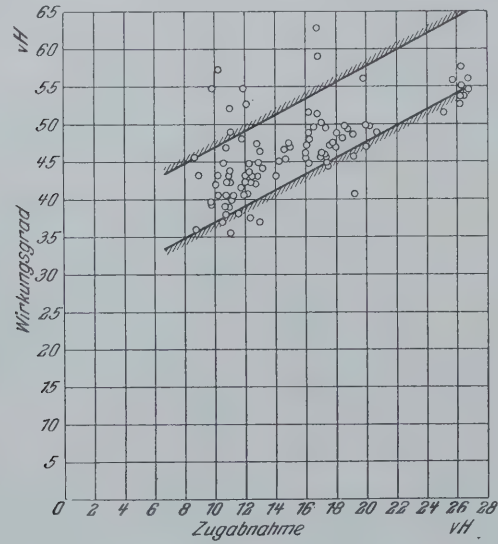


Abb. 7
Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zugabnahme (Stopfenzug)

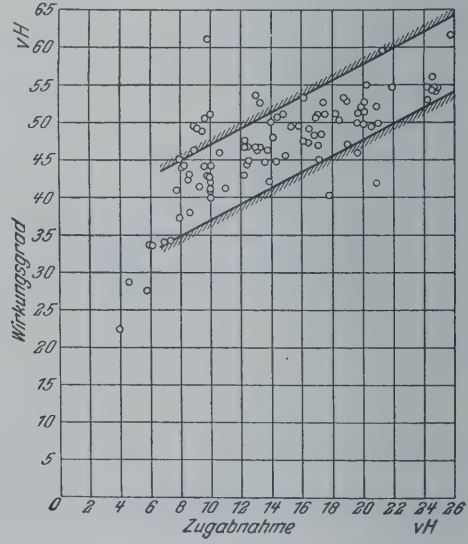


Abb. 8
Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Zugabnahme (Stangenzug)

keit der gezogenen Werkstoffe. Der Wirkungsgrad der Druckzüge liegt jedoch höher und nimmt mit steigender Zugabnahme rascher zu als der Wirkungsgrad der Stopfen- und Stangenzüge. Mit Hilfe der für die untersuchten Ziehverfahren ermittelten Wirkungsgrade kann für bestimmte Abnahme- und Werkstoffverhältnisse die erforderliche Zugkraft berechnet werden. [M 192]

Düsseldorf

A. Pomp

Dampfkessel-Baustoffe

Verhalten der Kesselbaustoffe im Betriebe

Die Kesselbaustoffe müssen sich gut walzen und schmieden lassen und sich zum Warmnieten eignen, also gut warmverarbeitbar sein. Kalt verformt werden die Kesselbaustoffe beim Biegen der Bleche, beim Einwalzen der Rohre, beim Verstemmen der Nieten usw., daher ist auch weitgehende Kaltbearbeitbarkeit zu fordern. Für den Betrieb der Kessel ist dann noch genügende Festigkeit und Streckgrenze sowie gute Zähigkeit des Flußstahls auch bei Temperaturen bis 450 °C nötig¹⁾. Die bisher üblichen Baustoffe erfüllen bei der Abnahmeprüfung diese Anforderungen. Den höchsten Ansprüchen des Kesselbaubetriebes entspricht Nickelflußstahl, doch steht sein hoher Preis seiner allgemeinen Einführung entgegen. Auch die Forderung der Sicherheit gegen Anfrassung erfüllen die heutigen Kesselbaustoffe meist ausreichend.

Von besonderer Wichtigkeit ist, daß nach der Abnahmeprüfung der Werkstoffe, also bei der Herstellung und dem Betrieb der Kessel keine wesentlichen Veränderungen der Eigenschaften des Werkstoffes vorkommen, d. h. seine Festigkeitseigenschaften und die Zähigkeit müssen die bei der Abnahme vor der Kesselherstellung erreichten Werte beibehalten. Die gefürchteten Betriebsrisse, wie Nietlochrisse, Risse an der Stemmkannte, dürfen nicht auftreten. Sprödwerden der Kesselbaustoffe und Rißbildung sind aber trotz allen Bemühungen der Stahlerzeuger nicht verschwunden, so daß durch die bei der Herstellung und im Betriebe der Kessel eintretenden Eigenschaftsänderungen manchmal noch Zerstörungen ganzer Kessel oder einzelner Teile vorkommen.

Die Bleche werden vor der Verwendung geprüft und erleiden dann durch die Kaltschere, das Biegen, Nieten oder Schweißen eine Kaltverformung. Diese Arbeiten sowie die Einwirkungen im Betriebe rufen, wie R. Baumann²⁾ festgestellt hat, Eigenschaftsänderungen hervor. Die bis jetzt übliche Prüfung der Kesselbaustoffe liegt also nicht an der richtigen Stelle des Herstellvorganges. Die durch Kaltverformung entstandenen Schädigungen beseitigt ein deutsches Werk durch nachträgliches Glühen der geschweißten Kessel bei etwa 920 °, doch lassen sich die durch Einwalzen der Rohre und die infolge von Wärmespannungen im Betriebe auftretenden Formänderungen nicht ausgleichen. Die Voraussetzungen für die gefährliche Alterung des Stahles sind stets im Kesselbetriebe gegeben.

Selbst schwache Kaltverformung bei nachfolgender Lagerung oder Erwärmung (Alterung) ruft tiefgreifende Veränderungen des Stahles hervor. Schon die Zerreißprüfung läßt die durch Alterung hervorgerufenen Eigenschaftsänderungen erkennen, und sie werden durch die Kerbschlagprüfung noch deutlicher. Nickellegierter Stahl erleidet, wie P. Goerens³⁾ gezeigt hat, durch die Alterung keine wesentliche Verminderung seiner Kerbzähigkeit, dagegen sinkt die des Stahles von der üblichen Zusammensetzung bei den Untersuchungen von Fry von 25 mkg/cm² auf 2,8 mkg/cm². Solch niedrige Kerbzähigkeiten sind an Kesselblechen, die im Betriebe versagt haben, häufig festgestellt worden. Auch die Empfindlichkeit des Flußstahles gegen Rißbildung unter Einwirkung des Speisewassers hängt mit der Alterung zusammen. Noch stärker als das Speisewasser wirken konzentrierte Laugen. M. Werner zeigte, daß in Mischsäure-Kesseln gerade die Stellen örtlich stark zerfressen waren, an denen Kraftwirkungsfiguren, also Kaltverformungen, vorgelegen hatten.

Nicht alle Flußstahllieferungen erleiden, wie wiederholt beobachtet wurde, durch Kaltverformung gleiche Schädigungen. Ludwik⁴⁾ berichtete über einen Stahl, der durch Alterung nicht spröde wurde. Fry nimmt an, daß unsere heutigen Flußstahlarten in ihren Eigenschaften noch nicht sicher erfaßt sind und daß entgegen der heute üblichen Auffassung die Alterungsempfindlichkeit weichen Stahles nicht eine Eigenschaft dieses Werkstoffes an sich ist, sondern daß irgendwelche bisher unbekannten Verhältnisse die Alterungsempfindlichkeit wesentlich beeinflussen.

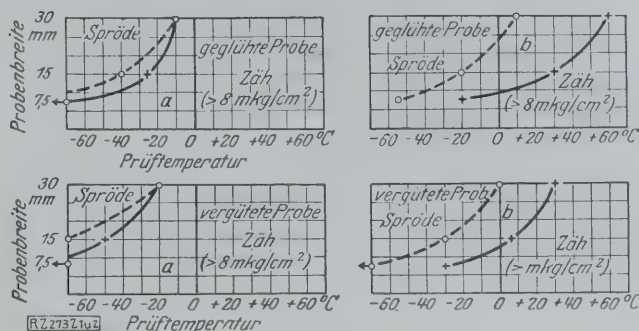


Abb. 9 bis 12

Lage des Abfalls der Kerbzähigkeit bei Kruppschem Sonderflußstahl a und Kesselblech b in Abhängigkeit von Probenbreite und Prüftemperatur. (Normale Charpy-Proben mit Rundkerbe von 4 mm Dmr.)

○ ————— ungereckte Proben
+ ————— um 10 vH gereckte und gealterte Proben

Fry berichtet über einen unlegierten Stahl, der alle an gute Kesselbaustoffe zu stellenden Anforderungen, vor allem hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften und Schweißbarkeit, leicht erfüllt, und der durch 10 vH betragende Kaltverformung und nachfolgendes Anlassen nicht spröde wird. Gealterte Biegeproben dieses Kruppschen Sonderstahles⁵⁾ zeigen bei Tiefätzung auf Kraftwirkungsfiguren, daß dieser Werkstoff, im Gegensatz zu dem üblichen Kesselstahl, praktisch keine solchen Figuren beim Ätzen annimmt. In der Materialprüfungsanstalt zu Stuttgart nach verschiedenen Graden des Reckens vorgenommene Untersuchungen der Kerbzähigkeit des neuen Werkstoffes zeigen klar, daß er sogar nach Recken um 20 vH und nach Anlassen seine ursprüngliche Kerbzähigkeit fast völlig behalten hat. Gewöhnlicher Kesselstahl war dagegen schon bei Recken um 5 vH und darauffolgendem Anlassen spröde geworden.

Will man einen klaren Vergleich der Kerbzähigkeit verschiedener Werkstoffe haben, so muß man in Abhängigkeit von Temperatur und Probenbreite die Grenze darstellen, bei der die Kerbzähigkeit plötzlich abnimmt. Abb. 9 bis 12 zeigen die Untersuchungsergebnisse für den üblichen Kesselstahl und den neuen Sonderstahl. Die Kerbschlagprüfung ist daher wohl geeignet, bei richtiger Anwendung eine sehr klare Kennzeichnung des Werkstoffes zu geben. Für die üblichen Kesselstähle besteht ein starker Unterschied zwischen der Zähigkeit im gegülten und im gealterten Zustande; die gealterten Stähle sind auch bei weit über Zimmerwärme liegenden Temperaturen noch spröde. Die Alterung hat dagegen beim Sonderstahl kaum Einfluß auf die Kerbzähigkeit; sie ist auch in diesem Zustande noch oberhalb 0 °C gut. Vergütet man beide Werkstoffe, so fällt die Kerbzähigkeit bei gealterten und ungealterten Proben erst bei tiefen Temperaturen ab.

Die mit der Kerbschlagprüfung gefundenen Werte wurden mit den Ergebnissen der statischen Kerbbiegeprüfung nachgeprüft und durch sie bestätigt. Man darf daher, statt der schwer ausführbaren statischen Biegeprüfung, die Kerbschlagprüfung zur Kennzeichnung der Werkstoffeigenschaften benutzen. Die vergleichende Prüfung des neuen Kruppschen Sonderstahles und des üblichen Stahles auf die Anfrassung durch Natronlauge an gealterten Biegeproben ergab, daß der neue Werkstoff bei geeigneter Wärmebehandlung nach mehrwöchigen Versuche noch unzerstört war, während Stahl schon nach zwei bis sieben Tagen aufriß. Verdünnte Schwefelsäure (1:40) bewirkte an gealterten Proben bei Zimmertemperatur nach 100 h bei Stahl einen durchschnittlichen Gewichtsverlust von 4 g/m²h, beim neuen Sonderstahl von Krupp dagegen nur 1,3 g/m²h.

Die Kerbschlagprüfung des Flußstahles im gealterten Zustande vermittelt außerordentlich wichtige Aufschlüsse über die Eignung im Kesselbetriebe, und zwar sowohl hinsichtlich der Zähigkeit des Werkstoffes im Betriebe als auch hinsichtlich der Sicherheit gegen Rißbildung unter dem Einflusse des Speisewassers und hinsichtlich der Sicherheit gegen Anfrassung. [M 273]

M. W. N.

⁵⁾ Führt die Handelsbezeichnung Izett-Flußeisen.

Nachtrag zu den Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel¹⁾

Im März d. J. beschloß der Deutsche Dampfkesselausschuß einige Änderungen der 1926 neu herausgegebenen Vorschriften²⁾. Bezüglich der Wasser- und Ankerrohre wurde bestimmt, daß das Werk beim Versagen von Proben berechtigt sein soll, die betreffende Gruppe von Rohren

¹⁾ A. Fry, „Kruppsche Monatshefte“ Bd. 7 (1926) S. 185.

²⁾ Z. Bd. 59 (1915) S. 628. ³⁾ Z. Bd. 68 (1924) S. 41.

⁴⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 382.

¹⁾ Erschienen im Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin S 14. Preis 0,60 Mk.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1675 u. f.

nach Verbesserung des Werkstoffes nochmals zur Prüfung vorzulegen, während bisher die Rohre sofort verworfen wurden; diese und einige weitere Änderungen bringen für die Abnahme gewisse Erleichterungen, die die Sicherheit nicht beeinträchtigen.

In den Bauvorschriften wurde die bisher geltende Art der Berechnung gewölbter, auf Innendruck beanspruchter Vollböden, die schon aus dem Jahr 1908 stammt, endlich durch eine neue ersetzt, die auch die Übergangsbestimmungen für neue Böden vom Jahr 1925 ablöst. Die neue Vorschrift behält die Grenzwerte der sogenannten „Godesberger Formel“ von 1925 (r mindestens $D/10$, R höchstens D) bei; die Wertzahl z (Verhältnis zwischen Kreppe- und Scheitelspannung) dagegen, die bisher nur zum Verhältnis r/D in Beziehung gebracht war, ist ersetzt durch einen Formwert y , der durch Versuche für Böden mit verschiedenen Werten von r/D sowie, und das ist neu, von h/D (h = Höhe der Wölbung) bestimmt wurde. Dadurch wird ausdrücklich der Einfluß der Pfeilhöhe auf die Beanspruchung betont, ohne daß die Bedeutung des Kreppehalbmessers verringert wird. Die Sicherheitzahl x beträgt für Vollböden 3,5, sie erhöht sich für durchbrochene Böden auf 4,25 (Mannloch in der Mitte) und ist für die sehr ungünstig beanspruchten Böden mit seitlichem Mannloch, bei denen Spannungsverlauf und günstigste Form erst durch weitere Versuche geklärt werden müssen, noch entsprechend größer zu wählen.

Gewölbte Flammrohrböden mit Aus- oder Einhalzung werden bis auf weiteres noch nach der bisherigen Formel

$s = \frac{p r}{200 k}$ (s = Blechdicke, p = Betriebsdruck) berechnet, wobei unter bestimmten Voraussetzungen k bis 7,5 kg/mm² zugelassen ist.

Die bisherige Art der Berechnung von Bügel- oder Deckenträgern für Feuerbüsendecken trifft nicht mehr zu, seitdem die Tragfähigkeit des Deckenblechs in Rechnung gestellt werden darf. Obwohl die Träger ausgeführt Kessel, besonders von Lokomobilen, z. T. wesentlich höhere Belastungen als von 900 kg/cm² ohne Anstand ertragen wurde davon abgesehen, höhere Belastungen zuzulassen. Die Formel für die Berechnung der Träger wurde aus den Vorschriften gestrichen und nur als Beispiel in die „Erläuterungen“ aufgenommen, wobei gleichzeitig die höchste Bewertungszahl für die Tragfähigkeit des Deckenblechs angegeben ist.

Wasser- und Teilkammern, bei denen die besonders gefährdete hintere Unterkante nahtlos (ohne Schweißung) hergestellt ist, bieten gegen Aufreißen praktisch ausreichende Sicherheit; für diese Bauart sind daher gewisse Erleichterungen bezüglich des Schutzes durch Mauerwerk und bezüglich der Beobachtungsmöglichkeit zugelassen worden.

Die von einem besonderen Ausschuß herausgegebene „Erläuterungen“ sind ebenfalls ergänzt; hervorzuheben ist besonders die Erläuterung zu den neuen Bodenvorschriften sowie die Empfehlung, nahtlose Vierkantrohre für Überhitzer, Teilkammern (Sektionen) u. dergl. mit dem doppelten Betriebsdruck, mindestens aber mit 40 at zu prüfen.

[N 380]

Spr.

Kleine Mitteilungen

Kompressorlose Großdieselmotoren für Schiffszwecke

Die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin, erhielt von der Deutsche Werft, A.-G., Hamburg, den Auftrag, drei Großdieselmotoren zu liefern, die für Einwellen-Motorfrachtschiffe der Hamburg-Amerika-Linie bestimmt sind. Die Maschinen werden in sechs Zylindern bei 90 Uml./min 4500 Wellen-PS leisten und werden als doppeltwirkende kompressorlose Zweitaktmotoren ausgeführt. Ihre Bauart ist von der AEG nach den Patenten des schwedischen Ingenieurs K. J. E. Hesselman und nach eigenen Schutzrechten entwickelt worden. Die Motoren sollen zu Anfang des nächsten Jahres abgeliefert werden; sie werden die ersten doppeltwirkenden kompressorlosen Zweitaktmotoren von dieser Leistung sein, die im In- oder Ausland in Betrieb kommen werden. [N 586 a] Ls.

Schweizerische Bahnbauten 1926

Unter den vierzehn während des Jahres 1926 im Bau befindlichen Bahnlinien in der Schweiz sind in diesem Jahre vier Linien neu begonnen worden. Acht Bahnstrecken, darunter die 4963 km lange Regelspurstrecke Mendriso – Stabio – Landesgrenze, die Furka-Oberalp-Bahn und die unmittelbare Verbindungslinie zwischen der Aarauer und der Hauensteinlinie in Olten, wurden fertiggestellt und dem Betrieb übergeben. Verschiedene Strecken wurden durch Legen eines zweiten Gleises ausgebaut, z. B. Thalwil – Richterswil und Bruggen – Winkeln, einige Haltestellen eröffnet und Bahnhöfe erweitert.

Eine steinerne Brücke über den Châtelardbach zwischen La Conversion und Grandvaux wurde vollendet, ferner eine Reihe von Brücken umgebaut und verstärkt.

Die Umstellung auf elektrischen Betrieb hat weitere Fortschritte gemacht. So ist die Umstellung auf den Strecken Lausanne – Palézieux, Zürich – Rapperswil und Brugg – Pratteln durchgeführt worden. Auch die an die Schweizer Strecke Buchs – Landesgrenze anschließende österreichische Strecke hat im Dezember 1926 den elektrischen Betrieb aufgenommen. Auf verschiedenen anderen Bahnen wird die Umstellung vorbereitet. Der Bau des Kraftwerkes Vernayaz der Schweizer Bundesbahnen macht weitere Fortschritte, ebenso die 132 kV und 66 kV Spannung führenden Übertragungsleitungen und Unterwerke. („Schweizerische Bauzeitung“ 18. Juni 1927 S. 336) [N 586 b] Krs.

Bremsfragen bei Güterzügen

Die Schlußsitzung der Tagung der amerikanischen Luftbremsen-Vereinigung, die Ende Mai d. J. in Washington stattfand, befaßte sich besonders mit den Güterzugbremsen. Dabei handelte es sich hauptsächlich darum, wie man die Handhabung von Güterzügen verbessern kann. Man legte folgende Punkte als entscheidend für die Bremsung fest: 1. Kenntnis der Zeitspanne zwischen dem Bremsen und

Lösen an den Zugenden; 2. Untersuchung darüber, in welchem Maße bei gleichem Bremsdruck ein leerer Wagen schneller als ein beladener gebremst wird; 3. Untersuchung wie Länge und Gewicht des Zuges die Bremsung beeinflussen; 4. Aufklärung über die Bremswirkung in der Geraden und in Krümmungen; 5. Ermittlung des Einflusses durch die Pufferfederung; 6. Versuche, bessere Bremsklotreibung bei niedrigen Geschwindigkeiten zu erzielen.

Jede fehlerhafte Führung eines Zuges kann infolge der entstehenden Stöße und Zerrungen im Zuge den Ansatz zu späteren Brüchen legen. Auch hier ist die Bremsfrage von Wichtigkeit; denn naturgemäß wird sich jede Undichtheit in den Teilen der Luftbremsen und -leitungen in der Bremskraft bemerkbar machen. Statistisch ist nachgewiesen, daß die weitaus meisten Zugzerreißen im vorderen Zugteil entstehen, und zwar in 40 vH Fällen bei den ersten zehn Wagen hinter der Lokomotive. Daher sollten Wagen mit schwacher Zug- und Stoßvorrichtung stets an das Ende eines Zuges gesetzt werden. Wichtig ist auch die Zusammenstellung der Züge. In jedem Fall ist es falsch, beladene Wagen hinter leeren laufen zu lassen. Die beste Lösung ist ein regelmäßiges Abwechseln von leeren und beladenen Wagen. Ist die Zahl der beladenen Wagen größer als die Hälfte der leeren Wagen, so wird am zweckmäßigsten die Hälfte der leeren Wagen vor die beladenen, die andere Hälfte hinter die beladenen gesetzt („Railway Age“ 4. Juni 1927 S. 1699) [N 586 c] Krs.

Belüftung von Straßentunneln in New York

Die beiden im Bau befindlichen Holland-Tunnel von je rd. 2,75 km Länge unter dem Hudson sollen für den Verkehr in beiden Richtungen zwischen Manhattan und Jersey City dienen. Jeden Tunnel werden stündlich 1900 Kraftwagen durchfahren. Für beide Tunnel sind insgesamt rd. 104 750 m³/min Luft nötig. Hierbei finden in 1 min 42 Luftwechsel statt. Diese Luftmengen werden von insgesamt 84 Lüftern zu- und abgeführt, deren Leistung zwischen 2250 und 6300 m³/min bei 15,2 bis 95 mm W.-S. Druck schwankt, je nach der Länge der Tunnelabschnitte, die sie zu versorgen haben. Die Durchlüftung geschieht von unten nach oben durch parallel zur Straßenrichtung oberhalb und unterhalb geführte Kanäle.

Die Lüfter werden in vier getrennten Gebäuden über der Erde untergebracht werden. Von ihnen führen insgesamt 28 Kanäle, je 14 für Luftzuführung und -absaugung, zu den verschiedenen Tunnelabschnitten. Jeder Kanal wird also durch drei Lüfter bedient. Die Lüfter können parallel geschaltet werden. Sie erhalten Energie mittels Kettenübertragung von Elektromotoren, die insgesamt 6000 PS leisten. 4000 PS werden bei voller Belastung gebraucht, 2000 PS dienen als Aushilfe. („Engineering News-Record“ 9. Juni 1927 S. 934*) [N 586 d] Sd.

Prüfung einer schweren Gußstahlkette

Die englische Admiralität hat vor kurzem sehr weitgehende Abnahmeversuche an einer von Beardmore & Co., Glasgow, hergestellten rd. 23 m langen Gußstahlkette von 76,2 mm Stabdicke mit Steggliedern ausgeführt, die dazu beitragen dürften, das Ansehen dieses Baustoffes in Schiffskreisen zu heben. Der Gußstahl wurde zunächst auf Zugfestigkeit geprüft, wobei er rd. 57 kg/mm² bei 25 vH Dehnung ergab. Auch eine Biegung um 180° verlief einwandfrei. Unter dem 1t-Hammer hielt ferner jedes von den drei Gliedern der Probekette 15 Schläge aus, wobei die Verlängerung rd. 54 mm betrug. Bei der vorgeschriebenen Prüflast von rd. 200 t verlängerte sich die Probe von drei Kettengliedern um rd. 8 mm. Auch bei der Belastung von rd. 300 t traten keine Risse auf. Selbst bei 400 t, der größten Last, die die Prüfmaschine zuließ, trat kein Bruch der Kette ein, obgleich die Verlängerung bereits auf über 171 mm anwuchs. Schließlich wurde die ganze Kette mit der vorgeschriebenen Höchstlast von rd. 200 t geprüft. Die Verlängerung auf die Meßlänge von 22,3 m betrug hierbei 994 mm. Zum Vergleich sei bemerkt, daß die Prüflast einer entsprechenden geschmiedeten Kette nicht mehr als rd. 145 t betragen haben würde. („Engineering“ 17. Juni 1927 S. 734) [N 586 e] H.

Magnettachometer als Schlupfmesser

Die Schlupfmessung bei Induktionsmotoren ist schwierig, wenn man auf Genauigkeit Wert legt, und besonders wenn die Belastung gering ist. Ein einfaches und billiges Verfahren wird von Prof. John E. Lear von der Universität North Carolina angewendet. Zwei gleiche Drehzahlmesser, bei denen die Spannung eines in einem Dauermagnetfeld umlaufenden Ankers benutzt wird, werden gegeneinander geschaltet. Wenn beide mit der gleichen Drehzahl laufen, wird die resultierende Spannung null, bei verschiedener Drehzahl ist die Spannung verhältnismäßig dem Geschwindigkeitsunterschied; sie kann an einem Spannungszeiger abgelesen werden. Bei den Messungen wird der eine Drehzahlmesser durch einen Synchronmotor, der andre durch den Asynchronmotor, der untersucht werden soll, angetrieben; die Kupplungen zwischen den Motoren und den Drehzahlmessern müssen natürlich schlupffrei sein. Wenn man den Spannungszeiger nach der Drehzahl eicht, so kann der Schlupf unmittelbar in Uml./min abgelesen werden. Die beschriebene Meßeinrichtung wird seit Monaten benutzt; es hat sich gezeigt, daß ein Schlupf von 2 Uml./min auf ½ vH genau abgelesen werden kann. („Electrical World“ 4. Juni 1927 S. 1200) [N 586 f] Pa.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

„Hütte“. Des Ingenieurs Taschenbuch. Herausgeg. vom Akademischen Verein Hütte, E. V. 25. Aufl. 4. Bd. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 864 S. m. zahlr. Abb. Preis 18 M.

Das Fehlen einer zusammenfassenden Darstellung der mechanischen Technologie ist von mir oft an maßgebender Stelle als eine der empfindlichsten Lücken des neuzeitlichen technischen Schrifttums bemängelt worden. Der Grund hierfür ist in der Hauptsache darin zu suchen, daß infolge der weitgehenden Arbeitsteilung der Technik auch im wissenschaftlichen Betriebe an unsern technischen Hochschulen Lehrstühle vermißt werden, die die Technik als Ganzes unter besonderer Aufzeigung ihrer Grenzgebiete und Verästlungen behandeln. Auch die Technologie als Wissenschaft wird heute spezialisiert gelesen; das ist gewiß nötig, aber ebenso nötig ist auch die zusammenhängende Darstellung.

Im Schrifttum kann, nachdem man ein Werk wie das Technische Lexikon für Gewerbe und Industrie von Karmarsch und Heeren mit dem Tode seiner Herausgeber und späteren Vollender hat gänzlich veralten lassen, diese Aufgabe nur noch in einem auf systematischer Grundlage bearbeiteten Werke geschehen, das durch ein alphabetisches Register schlagwortartig schnelle und zutreffende Auskunft gibt.

Von dieser allgemein technologischen Auffassung aus kann der IV. Band der „Hütte“ nicht warm genug begrüßt werden; er behandelt für den Maschinenbauer die „Industrielle Technik“, d. h. er zeigt vornehmlich den Maschinenbau in der Verkehrstechnik, im Bergbau, in der Landwirtschaft, im Nahrungsmittelgewerbe, in der Forstwirtschaft, in der Häute- und Lederindustrie, in der Faserstofftechnik, in der keramischen Industrie, im graphischen Gewerbe, in der Apparatechnik (Kino- und Radiotechnik) und in der Verpackungstechnik. So sehr für jeden Fachmann diese Hütte in Ergänzung der ersten drei Bände ein nicht zu entbehrendes Nachschlagewerk sein wird, so sehr ist ihren höheren Wert als pädagogisch vortreffliches Lehrmittel für unsre Studenten, denen auf knappstem Raum der Einblick in alle die Anwendungsgebiete verschafft wird, denen sie nach vollendetem Studium ihr Können und Wissen widmen wollen.

Die inhaltliche Gestaltung und die Bearbeitung selbst ist ausgezeichnet gelungen, was bei dem Stab hervorragender Mitarbeiter nicht zu verwundern ist. Meines Wissens vermag das ausländische Schrifttum über kein Werk, das diesem gleichgestellt werden könnte. [E 436] Schломann

Theorie der Brennkraftmaschinen und deren Brennstoffe vom Standpunkte der chemischen Gleichgewichtslehre. Von Markus Brutzkus. Halle a. d. S. 1926, Wilhelm Knapp. 62 S. m. 11 Abb. Preis 3,80 M.

Die Absicht des Verfassers ist, zu tieferer theoretischer Betrachtung der Verbrennungsvorgänge im Explosions- und

Dieselmotor anzuregen. Er behandelt daher diese Vorgänge vom Standpunkte der physikalischen Chemie aus und versucht, diese Anschauungen auch dem Verständnis des Maschineningenieurs näherzubringen. Bei seinen theoretischen Ausführungen stützt sich der Verfasser im wesentlichen auf Nernsts Lehrbuch der physikalischen Chemie. Die Verhältnisse des Brennstoffmotors sollen danach bei ideeller Durchmischung der reagierenden Stoffe darauf hinweisen, daß die Brennstoffe, die bei der Verbrennung ihre Molekülzahl verringern, am vorteilhaftesten bei steigendem Druck, also während des Verdichtungsstages zu verbrennen sind, während Brennstoffe, die ihre Molekülzahl vergrößern, während des Expansionsstages bei fallendem Druck verbrannt werden sollen. Daraus ergibt sich, daß Gasbrennstoffe im Explosionsmotor, flüssige Brennstoffe im Dieselmotor verarbeitet werden sollen, wie es übrigens auch bereits geschieht.

Den Darlegungen des Verfassers wird man im ganzen beistimmen können. Die neueren Arbeiten von Neumann über den Zündverzöger im Dieselmotor und die Theorie der Verbrennung von Aufhäuser werden in dem Buch noch nicht erwähnt; ebenso ist das Nernstsche Wärmetheorem nicht in den Kreis der Betrachtungen gezogen. Ferner wären der Zeitfaktor der Verbrennung und die Tatsache, daß die chemischen Reaktionen nicht immer bis zum Gleichgewicht ablaufen¹⁾, zu berücksichtigen.

[E 407]

Dr.-Ing. W. Allner

Leitfaden der Technologie der Brennstoffe. Von H. Strache und H. Ulmann. Leipzig und Wien 1927, Franz Deuticke. 471 S. m. 81 Abb. Preis 24,40 M.

Das vorliegende Buch soll das Studium der Technologie der Brennstoffe erleichtern; es soll für den praktischen Wärmeingenieur ein technisches Nachschlagewerk sein und ihm einen allgemeinen Überblick über die technologischen Grundlagen der Brennstoffe geben.

Dieser Aufgabe wird das Werk gerecht. Trotz des schon recht umfangreichen Schrifttums füllt es noch eine gewisse Lücke aus. Die Verfasser haben sich darauf beschränkt, nur die Grundlagen zu geben und zu erläutern, im übrigen auf das Schrifttum hinzuweisen. Diese zahlreichen Hinweise, die noch durch ein Quellenverzeichnis und eine Zusammenstellung der einschlägigen Zeitschriften ergänzt werden, sind besonders wertvoll für den Leser.

Im ersten Abschnitt werden die wichtigsten physikalischen und chemischen Grundlagen, im zweiten die Technologie der wichtigsten festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe behandelt. Hier fällt auf, daß die Veredlung der Braunkohle nur ganz oberflächlich behandelt und ihre Verschmelzung kaum erwähnt wird. Auch die neuen Verfahren der Kohlenverflüssigung hätten wenigstens genannt werden müssen, wenn sie auch noch keine praktische Bedeutung haben.

¹⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 411.

Sehr wertvoll ist der dritte Abschnitt, der die wichtigsten Prüfverfahren (Bestimmung des Wasser- und Aschegehaltes, des Heizwertes, des Kohlenstoff-, Stickstoff-, Schwefelgehaltes usw. (Teer- und Gasuntersuchungen) eingehend behandelt.

Wer sich über allgemeine Fragen der Brennstoffkunde unterrichten will, soll das Buch lesen.

[E 445]

E. Praetorius

Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei. Herausgeg. von C. Geiger. Zweite, erweiterte Auflage. 2. Bd.: **Formen und Gießen.** Von C. Irresberger. Berlin 1927, Julius Springer. 584 S. m. 1702 Abb. Preis 57 M.

Zehn Jahre sind verflossen, seitdem die erste Auflage des Geigerschen Handbuches erschien, die in den interessierten Kreisen der Praxis sowohl wie der Wissenschaft weitestgehend Aufnahme fand. Gerade diese Zeit hat aber besonders durch die zunehmende Verbreitung der Maschine im Gießereibetrieb und durch seine Durchdringung mit wissenschaftlicher Erkenntnis und wissenschaftlichen Verfahren Umwälzungen veranlaßt, wie sie in diesem Ausmaß in früheren Jahrzehnten auch nicht im entferntesten in Erscheinung getreten sind.

Dieser Tatsache Rechnung tragend, hat der verdienstvolle Herausgeber eine Neueinteilung des ganzen umfangreichen Stoffes vorgenommen und ihn statt wie bei der ersten Auflage¹⁾ auf zwei, nunmehr auf drei stattliche Bände verteilt, deren zweiter sich ausschließlich mit dem Formen und Gießen beschäftigt und aus der Feder Carl Irresbergers stammt. Seine große praktische Erfahrung als verantwortlicher Leiter bedeutender Großgießereien und seine langjährigen wissenschaftlichen Studien machten ihn ganz besonders geeignet, diesen bedeutungsvollen Teil des Gießereiwesens von hoher Warte aus erschöpfend zu behandeln. Er hat diese schwierige Aufgabe in vorbildlicher Weise zu lösen verstanden und den umfangreichen Stoff dadurch übersichtlich gemacht, daß er ihn in fünf Hauptteile einordnete, in denen er die Handformerei, die Trocken- und Formmaschinen, Stahl- und Temperguß, Formplatten und Formmaschinen sowie das Gießen und die Gießmaschinen behandelt.

Sämtliche einschlägige Neuerungen wurden berücksichtigt, wobei namentlich auf die Herstellung von Kunstguß und Großguß, die Formerei von Walzen und Zylindern, die Entwicklung der Rüttel- und Schleuderformmaschinen und eine beachtenswerte Zusammenfassung der Stahlgußerzeugung zu erheblichen Erweiterungen gegenüber der ersten Auflage geführt haben.

Die Abbildungen sind sowohl in Darstellungsweise als in Wiedergabe und Auswahl ausgezeichnet, der Text ist bei aller Kürze leicht verständlich und angenehm zu lesen. In Fußnoten und am Ende der einzelnen Unterabschnitte ist eine große Menge Schrifttum angegeben, was dem Leser in bequemer Weise ermöglicht, sich eingehendere Kenntnisse über ein bestimmtes Gebiet oder eine besondere Maschine zu verschaffen. Ein alphabetisches Sachregister erleichtert die Benutzung des Buches.

Das vorliegende Werk zählt zu dem Besten, was über dieses grundlegende Gebiet des Gießereiwesens geschrieben ist, es steht in jeder Weise auf der Höhe der Zeit. Dem Studierenden wird es beim Einarbeiten in dies interessante und weitverzweigte Sondergebiet ein wertvoller Führer sein, den Praktiker versetzt es in die Lage, sich schnell und gründlich über alle Fragen des Formens und Gießens selbst in Sonderfällen klar zu werden, und dem Wissenschaftler bietet es einen guten Überblick über den heutigen Stand der Fortschritte der neuzeitlichen Form- und Gußherstellung. Auch der Maschinenbauer wird wertvolle Anregungen für die Weiterentwicklung des Formmaschinenbaues aus diesem Bande schöpfen können. [E 386] Lohse

Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen. 3. Bd.: **Wärmewirtschaft in der keramischen Industrie.** Von Walter Steger. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. 147 S. m. 48 Abb. Preis 9,50 M.

Die Schrift, die weitere Kreise der keramischen Industrie mit wärmewirtschaftlicher Betrachtungsweise vertraut machen soll, hat vor andern wärmetechnischen Schriften den Vorzug, nicht zu Wärmeersparnissen um jeden Preis anzuregen; sie ordnet der Wärmesparnis mit Recht die technologischen Bedingungen: gute Beschaffenheit der Ware, Verringerung der Ausschußzahlen usw. über. Im ersten Abschnitt wird daher die Wirkung des Trocknens und Brennens auf keramische Erzeugnisse behandelt. Die weiteren Abschnitte befassen sich mit den physikalischen Grundlagen des Trocknens und Brennens, und den dazu dienenden Einrichtungen. Die Verteilung der zugeführten Wärmemengen auf Nutzwärme und Verluste wird auf Grund leider sehr spärlicher Zahlen untersucht.

¹⁾ 2. Bd. 60 (1916) S. 456.

Die folgenden Abschnitte über Verringerung der Verluste durch zweckmäßige Bemessung der Feuerung, Auswahl geeigneter Brennstoffe, Wärmeschutz der Öfen, Ausnutzung des Wärmeinhalts des Brennguts und der Abgase, Kupplung von Kraft- und Heizbetrieb, Verbesserung der Feuerbedienung und meßtechnische Überwachung des Brennbetriebes bilden den umfangreichsten und praktisch wertvollsten Teil des Buches. Ferner behandelt das Buch die wichtigsten Meßgeräte und die bei ihrer Verwendung auftretenden Fehler, die Organisation der Wärmeüberwachung, Beispiele von Wärmebilanzen, Zahlen über den Brennstoffbedarf der Brennöfen; andre Zahlentafeln und ein ausführliches Verzeichnis des Schrifttums beschließen das Buch.

Die leichtfaßliche Behandlung des Stoffes macht das Buch auch für den theoretisch weniger geschulten Betriebsmann brauchbar. Erwünscht wäre eingehendere Behandlung der für die Wärmewirtschaft wichtigen ofenbaulichen Fragen; der erforderliche Raum könnte leicht, z. B. durch Weglassen von Abbildungen und Beschreibungen der Meßvorrichtungen, beschafft werden. Einige veraltete Bücher aus dem Quellenverzeichnis sollten ausgemerzt werden.

[E 392]

Dr.-Ing. W. Friedmann

Fortschritte in der Kautschuk-Technologie. Von F. Kirchhoff. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. 201 S. m. 66 Abb. u. Tab. Preis 13,50 M.

Nach einer kurzen Besprechung der wirtschaftlichen Fragen der Kautschukindustrie geht der Verfasser auf die Technologie des Kautschuks ein. In den zwölf Abschnitten, die die Bearbeitung des Kautschuks vom Latex bis zum fertigen Erzeugnis behandeln, werden auch die Kautschukregeneration, die Herstellung synthetischen Kautschuks und vor allem die mechanisch-technologische Kautschukprüfung eingehend besprochen. Die Buch-, Zeitschriften- und Patenliteratur wird bis Mitte 1926 berücksichtigt.

[E 450]

C. B.

Der moderne Kapitalismus. Von Werner Sombart. 3. Bd.: **Das Wirtschaftsleben im Zeitalter des Hochkapitalismus.** Von Werner Sombart. 1. H.: **Die Grundlagen — Der Aufbau.** München und Leipzig 1927, Duncker & Humblot. 514 S. Preis 17 M.

Dem ersten und zweiten Bande von Sombarts großem Werk „Der moderne Kapitalismus“, nämlich der Darstellung der vorkapitalistischen Wirtschaft (Mittelalter) und des Frühkapitalismus (16. bis 18. Jahrhundert) ist jetzt der dritte und letzte Band (und zwar zunächst der erste Teil) gefolgt mit einer Schilderung der dann eingetretenen hochkapitalistischen Wirtschaftsepoche, die mit Beginn des großen Krieges ihr Ende erreicht hat.

Der vorliegende erste Halbband umfaßt die Grundlagen (mit einem für Techniker besonders lesenswerten Kapitel „Die Technik“) und den Aufbau des Hochkapitalismus. Im „Aufbau“ behandelt Sombart drei große Fragenkreise: das Kapital, die Arbeitskräfte und den Absatz.

Es ist, wie immer, ein hoher Genuß, Sombarts geistvollen Ausführungen zu folgen, auch wenn man nicht in allen Fragen mit ihm einig geht. [E 311] Fr.

Galilei und sein Kampf für die Copernicanische Lehre. Von Emil Wohlwill. 1. und 2. Bd. Hamburg und Leipzig 1909, Leopold Voss. 1. Bd.: 646 S. 2. Bd.: 435 S. Preis je Bd. 18,50 M.

Emil Wohlwill starb am 2. Februar 1912, ohne die Biographie Galileis, deren Abfassung er fast sein ganzes Leben gewidmet hatte, vollendet zu haben. 17 Jahre nach dem ersten Band ist der zweite Band jetzt erschienen und von einer Anzahl von Fachgelehrten aus hinterlassenen Manuskripten des Verfassers und anderweitigen Aufzeichnungen vollendet worden. Während der erste Band durch eine bis auf das äußerste getriebene historische Gewissenhaftigkeit ausgezeichnet ist, die dem Werk einen außerordentlichen wissenschaftlichen Rang zuweist, erkennt man am zweiten Teil doch das Fehlen der einigenden Hand, die die Einfügung von Korrekturen, Ergänzungen usw. einheitlich durchführen konnte.

Das Buch bringt auch viele Einzelheiten aus der Geschichte der Naturwissenschaften, und man erfährt manches über das Wirken Tycho, Keplers u. a. Für den, dem das Leben berühmter Männer Beispiel ist, wird dieses Buch viel Wertvolles geben. [E 361] Wf.

Gußeisentaschenbuch. Von Theodor Klingenstein. Ausgabe 1927, Stuttgart 1927, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. 244 S. m. 87 Abb. Preis 6,50 M.

Flugzeugnavigation und Luftverkehr. Von Hermann Röder. Dresden 1927, Otto Herm. Hörisch. 233 S. m. Abb. Preis 12 M.

Die Statik im Eisenbetonbau. Von Kurt Beyer. Stuttgart 1927, Konrad Wittwer. 609 S. m. zahlr. Abb. Preis 36 M.

Willkür oder mathematische Berechnung beim Bau der Cheopspyramide? Von K. Kleppisch. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 38 S. m. Abb. Preis 1 *M.*

Sammlung Götschen, 961. Bd.: Technische Schwingungslehre. Von L. Zipperer. 2. T.: Schwingungen in Maschinenanlagen. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 123 S. m. 44 Abb. Preis 1,50 *M.*

Der Flotations-Prozeß. Von C. Bruchhold. Berlin 1927, Julius Springer. 288 S. m. 96 Abb. Preis 27 *M.*

Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen, 3. Bd.: Wärmewirtschaft in der keramischen Industrie. Von Walter Steger. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. 147 S. m. 48 Abb. Preis 9,50 *M.*

Asphalt-Straßenbau. Neuere Baustoffprüfungen. Von Karl Krüger. Berichte und Beschlüsse des 5. Internationalen Straßenbaukongresses Mailand-Rom 1926. Leipzig-Gautzsch 1926, F. R. Winter & Co. 44 S. Preis 2,80 *M.*

Wirtschaftswissenschaftliche Gesellschaft z. Studium Niedersachsens, E. V. Forschungen, 1. H.: Der Bergbau im Harze und im Mansfeldischen. Von Kurt Brüning. Braunschweig u. Hamburg 1926, Georg Westermann. 214 S. m. versch. Abb. Preis 10 *M.*

Der Fisch. Mitteilungen über Fischerei, Fischindustrie, Fischhandel und allgemeine Fischverwertung. Herausgeg. von Hanns Lengerich. 2. Bd. Lübeck 1924, „Der Fisch“. 502 S. m. 135 Abb. Preis 18 *M.*

Consorcio del Puerto Franco de Barcelona. 1927. 54 S. mit 1 Karten- und Tabellenmappe.

Das Arbeitsrecht Deutschlands. 8. Bd.: Das Recht der Angestellten. Von Georg Baum. Berlin und Wien 1927, Spaeth & Linde. 256 S. Preis 5,70 *M.*

Die Leipziger Messe und ihre Organisation. Herausgeg. vom Leipziger Meßamt. 86 S. Leipzig 1926, Selbstverlag. Preis 1 *M.*

Sammlung Götschen, 963. Bd.: Finanzierung der Unternehmungen. Von Friedrich Leitner. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 108 S. Preis 1,50 *M.*

Sammlung Vieweg, 89. H.: Der tönende Film. Von J. O. Engl. Braunschweig 1927, Friedrich Vieweg & Sohn. 98 S. m. 59 Abb. Preis 6,50 *M.*

Bayernbuch für Handel, Industrie und Gewerbe. 1927. München 1927, Adreßbuchverlag der Industrie- und Handelskammer München. 2526 S. Preis 15 *M.*

Handwörterbuch des Kaufmanns. Lexikon für Handel und Industrie. Herausgeg. von Karl Bott. Hamburg 1927, Hanseatische Verlagsanstalt. 1. Bd. A—D 946 S. 2. Bd. E—H. 1086 S. Preis je Bd. 30 *M.*

Die Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen G. m. b. H. Dortmund-Bochum-Münster und ihre Entwicklungsgeschichte. Dortmund 1926. 155 S. m. 154 Abb. u. 3 Plänen.

Merkbuch für Werkstudenten und Reichsbahnbauführer im Lokomotivfahrdienst. Herausgeg. v. Verkehrszentralamt der Deutschen Studentenschaft, Technische Hochschule Darmstadt. Bearb. von Hermann Maey und Eduard Koeppe. Darmstadt 1927. 97 S. m. versch. Abb. Preis 2 *M.*

Mitteilungen vom Verband Deutscher Patentanwälte. Herausgeg. von Fritz Warschauer. Sondernummer anlässlich des 50jährigen Bestehens der Deutschen Patentgesetzgebung. Berlin Mai 1927. 226 S. Preis 7 *M.*

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES

Eingabe betreffend Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft

An den

Herrn Reichskanzler Dr. Marx,
Berlin.

Betrifft: Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft.

Der Verein deutscher Ingenieure hat es seit langen Jahrzehnten für eine seiner Hauptaufgaben betrachtet, die technisch-wissenschaftliche Forschung vorwärts zu treiben und — soweit es in seinen finanziellen Kräften lag — mit eigenen Mitteln zu fördern. Die Entwicklung der Technik in den letzten Jahrzehnten lehrt in weit höherem Maß, als dies selbst den Führern unsrer Industrie bewußt zu werden pflegt, wie jedes Ergebnis solcher Forschungen — mag es ursprünglich auch noch so abseits von der Richtung der industriellen Arbeit zu liegen scheinen — diese aufs nachhaltigste befruchtet und ihr oft ganz neuartige, für unser Wirtschaftsleben bedeutsame Wege weist. Es muß zugegeben werden, daß diese Beziehungen zwischen wissenschaftlicher Forschung und wirtschaftlicher Ausbeute nicht für jedermann offen zutage liegen und daher — wie schon erwähnt — selbst den geistigen Führern unserer Industrie oft verschlossen bleiben. Dies ist vor allem darin begründet, daß sich zwischen die wissenschaftliche Forschung und ihre Auswirkung im industriellen Wirtschaftsleben eine beträchtliche Zeitspanne einschleibt, in der sich die Erinnerung an die Ursachen verwischt, die epochemachenden Impulsen des industriellen Schaffens zugrunde lagen. Zumeist muß erst ein heranreifendes neues Ingenieurgeschlecht mit der neuen Erkenntnis vertraut gemacht werden, um dieser die Auswirkung auf die breite technische Betätigung zu ermöglichen. In solchen Fällen ist die Pionierarbeit der ursprünglichen Forscher für das Bewußtsein der Industrieführer zur Selbstverständlichkeit herabgesunken, so daß sie die eigentliche schöpferische Tat nur in der Anwendung bekannter Erkenntnisse auf die Befriedigung eines praktischen Problems erblicken und mehr oder weniger von der Vorstellung getragen werden, daß der Vorrat solcher grundlegenden Erkenntnisse unerschöpflich sei und nur der Männer harre, die von seinem Reichtum den zweckdienlichen Gebrauch für die praktischen Aufgaben der Technik machen.

Im Schoße des Vereines deutscher Ingenieure sind seit langem eingehende entwicklungsgeschichtliche Studien be-

trieben worden, die die Abhängigkeit ganzer großer Betätigungsgebiete der Industrie von grundlegenden Forschungsergebnissen exakter Naturwissenschaft in solchem Maßstabe dargetan haben, daß der entscheidende geistige Fortschritt der Technik unmittelbar bedingt erscheint durch die unausgesetzte Vertiefung der grundlegenden wissenschaftlichen Forschung. Diese Beziehung könnte an ungezählten Beispielen der Technik festgestellt werden. Immer tritt dem Verein deutscher Ingenieure im Zusammenhang mit brennenden Aufgaben des technischen Fortschrittes aus berufenem Munde der Hinweis entgegen, daß unsre Erkenntnis der grundlegenden Vorgänge — wie z. B. der Strömung von Flüssigkeiten und Gasen, des Mechanismus des Verbrennungsvorganges, der Struktur des kristallinen Aufbaus der Metalle usw. — noch nicht ausreicht, um zielsicher die gestellten Aufgaben anfangen zu können.

Seit geraumer Zeit hat daher der Verein deutscher Ingenieure die Wichtigkeit wissenschaftlicher Forschung auf naturwissenschaftlichen und technischen Gebieten betont und sich selbst in den Dienst der Förderung solcher Forschungen gestellt. Leider hat der Krieg all diesen Bestrebungen einen einschneidenden Abbau zugefügt, auf den hier nicht näher eingegangen zu werden braucht. Dieser Abbau schien zunächst erträglich — und weite Kreise der Industrie werden ihn auch heute noch für erträglich halten —, solange das ganze geistige Streben der Industrie auf den Kampf mit den Sorgen des laufenden Tages eingestellt werden mußte und keine Zeit und Ruhe fand, sich mit der Sorge eines kommenden Tages zu belasten. Rationalisierung der Arbeit, Typisierung und wirtschaftliche Fertigung erfüllten die Gemüter aller maßgebenden Industrieführer. Man hatte vergessen, daß jede Fertigung der fortwährenden Nahrungszufuhr durch neue geistige Pionierleistungen bedarf, um auf die Dauer wettbewerbsfähig zu sein. Man hatte vergessen und vergißt es noch heute, daß diese geistigen Leistungen der Technik schließlich gebunden sind an neuartige Kenntnisse, wie sie uns nur die wissenschaftliche Forschung aus dem Erfolg ihrer uneigennütigen und meist auch nicht zweckbestimmten Arbeit zur Verfügung stellt.

Der Verein deutscher Ingenieure hat auf das Betreiben vieler berufener Mitglieder es unternommen, sobald die ersten Nachwirkungen des Krieges überwunden

waren und die Beziehungen zum Auslande wieder aufleben, die für den industriellen Wettbewerb in Frage kommenden Länder durch fachkundige Männer bereisen zu lassen, die die Aufgabe hatten, den Stand der technisch-wissenschaftlichen Forschung festzustellen. Hierbei hat sich mit aller Deutlichkeit ergeben, daß im Auslande der Ansporn zu grundlegender Forschungsarbeit nach dem Kriege wesentlich stärker und nachhaltiger entwickelt ist als vorher. Man sucht planmäßig Forschungsverfahren, wie sie im wesentlichen nur in Deutschland üblich waren, in groß angelegten neuen Instituten selbst zu pflegen und hat in einigen Ländern und auf gewissen — für uns sehr wichtigen — Gebieten zum Teil mit in Deutschland geschulten Kräften bemerkenswerte Erfolge zu verzeichnen, hinter denen unsre eigene Forschung noch zurücksteht.

Der Zeitpunkt ist ohne allen Zweifel nicht mehr fern, an dem sich — gegenüber dem Auslande — bei uns die klaffende Lücke für alle, die davon betroffen werden, auftut, die durch die Unterbrechung der grundlegenden naturwissenschaftlichen Forschungsarbeit in der Kriege- und Nachkriegszeit entstanden ist. Der Deutsche Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine, dem alle bemerkenswerten technisch-wissenschaftlichen Fachvereine Deutschlands angehören, hat sich mit dieser Frage in seiner Hauptversammlung vom 31. Mai 1926 befaßt und die folgende Entschließung gefaßt, die seinerzeit den Reichsbehörden und Länderregierungen unterbreitet wurde:

Entschließung.

„Die gegenwärtige wirtschaftliche Krisis, die ihren lähmenden Druck auf alle Entschließungen der Staatsregierungen und der privaten Wirtschaftskreise ausübt, darf keinesfalls den Anstoß dazu bieten, die wissenschaftliche Ausbildung des akademischen Nachwuchses unter der Not der Zeit leiden zu lassen. Vor allem muß die freie objektive Forschung auf wichtigen technisch-wissenschaftlichen Gebieten, die uns den Ausblick auf eine fortschrittliche Entwicklung unserer Erkenntnis gewähren, mit allen zu Gebote stehenden Mitteln gefördert werden. Das Ergebnis der Studienreisen, die einzelne Vereine des Deutschen Verbandes von berufenen Fachleuten in das Ausland unternehmen ließen, gipfelt in der Tatsache, daß die deutsche technisch-wissenschaftliche Forschung unbedingt ihre in der Vorkriegszeit bewährte Vielseitigkeit und Stoßkraft wiedererlangen muß, um im geistigen Wettkampf der Völker den Anteil deutscher Arbeit nicht in eine zweite Linie zurückdrängen zu lassen. Der deutsche Verband bittet die Regierungen, es im Interesse des deutschen Ansehens und der Einschätzung der deutschen Kraft als ihre besondere Pflicht zu betrachten, dem Forschungsdrange der berufenen Männer, die heute vielfach durch Lehraufgaben überbürdet sind, die Möglichkeit zur ungehinderten Entfaltung zu bieten. Weder mit Mitteln zur Durchführung wichtiger experimenteller Forschungsaufgaben, noch mit der Bereitstellung wissenschaftlicher Hilfskräfte darf gerade jetzt gespart werden,

wo uns der geistige Fortschritt am ehesten über das drückende Bewußtsein unserer materiellen Not hinwegsetzen kann. Die Geschichte der Technik lehrt in tausend Einzelfällen, daß der wissenschaftliche Gewinn von heute, der weit entfernt von wirtschaftlichen Interessen errungen wurde, morgen der Grundstein zu bahnbrechenden Erfolgen unserer wirtschaftlichen Schlagfertigkeit werden kann.“

Der gleichen Sorge hat der Verein deutscher Ingenieure Ausdruck verliehen durch den Hauptvortrag auf seiner diesjährigen Hauptversammlung, dessen Abdruck beigefügt ist¹⁾.

Der Verein deutscher Ingenieure empfand es als eine nationale Tat, daß die Notgemeinschaft deutscher Wissenschaft in weitschauender Weise sich die Aufgabe stellte, nicht nur die in Jahrhunderten erprobte deutsche Mitarbeit auf geisteswissenschaftlichem Gebiet über die trostlose Zeit unserer finanziellen Ohnmacht hinüberzuretten, sondern auch die naturwissenschaftliche und technisch-wissenschaftliche Forschung fortzuführen. Die deutsche Technik verdankt der Notgemeinschaft bereits heute die wertvollsten Ergebnisse zahlreicher Forschungen, die meisten und größten jedoch sind von den Arbeiten zu erwarten, die sie im Rahmen der „Großen Volksaufgaben“ mit Tatkraft und Weitblick aufgenommen hat.

Wenn es zutrifft, daß diese großangelegten Arbeiten durch die unsern geistigen Helfern und Kämpfern wieder Mut gemacht wurde, ihr Können zur Sicherung des weiteren Fortschrittes unserer Technik einzusetzen, jetzt aus etatsrechtlichen Gründen lahmgelegt werden sollen, würde der Verein deutscher Ingenieure einen solchen Schritt der Reichsregierung nur mit ernstester Sorge aufnehmen können. Unsere geistigen Kräfte sind gerade erst im Begriffe, sich zu neuer Arbeit zu sammeln und sich dem von allen Seiten mit einem Gefühl der Erleichterung begrüßten Plane der Notgemeinschaft zur Verfügung zu stellen. Ein Rückschlag muß vernichtend auf alle wirken, die dieser nationalen Aufgabe ihre Kräfte leihen wollten.

Der Verein deutscher Ingenieure unternimmt es daher in letzter Stunde, der Reichsregierung im Einklang mit seinen früheren Entschließungen zur Frage der grundlegenden Forschung aus innerster Überzeugung und aus eingehenden Erwägungen heraus, die dringende Bitte zu unterbreiten, der Notgemeinschaft für die Durchführung ihres verdienstvollen Planes die wirtschaftliche Grundlage ungeschmälert zu belassen.

Verein deutscher Ingenieure

Der Vorsitzende
gez. Wendt

Der Kurator
gez. Dr. G. Lippart

Die Direktoren
gez. C. Matschoß

gez. W. Hellmich

¹⁾ Vergl. E. Heidebroek, Technische Pionierleistungen als Träger industriellen Fortschritts, Heft 23 dieser Zeitschrift vom 4. Juni 1927 S. 809.

Schluß des Textteiles

I N H A L T:		Seite	Seite
Feuerwehr-Drehleitern mit Kraftantrieb. Von Heinrichs	941	Rundschau: Lufthammer mit 1500 kg Bärge- wicht — Über das Kaltziehen von Stahlrohren — Verhalten der Kesselbaustoffe im Betriebe — Nachtrag zu den Werkstoff- und Bauvorschriften für Land- dampfessel — Kleine Mitteilungen	964
Salzgehaltprüfung bei britischen Wasserrohr-Schiff- kesseln	948	Bücherschau: „Hütte“, des Ingenieurs Taschenbuch — Theorie der Brennkraftmaschinen und deren Brennstoffe vom Standpunkt der chemischen Gleich- gewichtslehre. Von M. Brutzkus — Leitfaden der Technologie der Brennstoffe. Von H. Strache und H. Ulmann — Formen und Gießen. Von C. Irresberger — Wärmewirtschaft in der keramischen Industrie. Von W. Steger — Fort- schritte in der Kautschuk-Technologie. Von F. Kirchhof — Das Wirtschaftsleben im Zeit- alter des Hochkapitalismus. Von W. Sombart — Galilei. Von E. Wohlwill. — Eingänge	969
Festigkeit halbkreisförmiger Platten und Dampftur- binen-Leiträder. Von Huggenberger	949	Angelegenheiten des Vereines: Eingabe betreffend Not- gemeinschaft der Deutschen Wissenschaft	971
Fachsitzung Betriebstechnik	954		
Massenanfertigung mittels Abwälzschablone auf einer gewöhnlichen Spitzendrehbank	954		
Städtische Elektrizitätsversorgung in Südafrika mit be- sonderer Berücksichtigung Kapstadts. Von H. Bohle	955		
Die Diesel-Getriebelokomotive und ihre Erprobung. Von N. Dobrowolski (Schluß)	959		
Ordentliche Mitgliederversammlung der Deutschen Ge- sellschaft für Bauingenieurwesen	963		
Krümmungen zylindrischer Kesselteile während des Be- triebes	963		

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

BD. 71

SONNABEND, 9. JULI 1927

NR. 28

Überblick über die bauliche Entwicklung der Webemaschinen

Von Dipl.-Ing. Rud. Roßmann, München

Arbeitsweise und Zweck des mechanischen Webstuhls. An der Hand der beiden Hauptbewegungsarten werden die verschiedenen baulichen Möglichkeiten entwickelt und ihre wichtigsten Eigenschaften besprochen. Die Versuche, die Webemaschine selbsttätig arbeitend zu gestalten. Die verschiedenen grundsätzlichen Wege dabei. Der letzte Stand der Entwicklung.

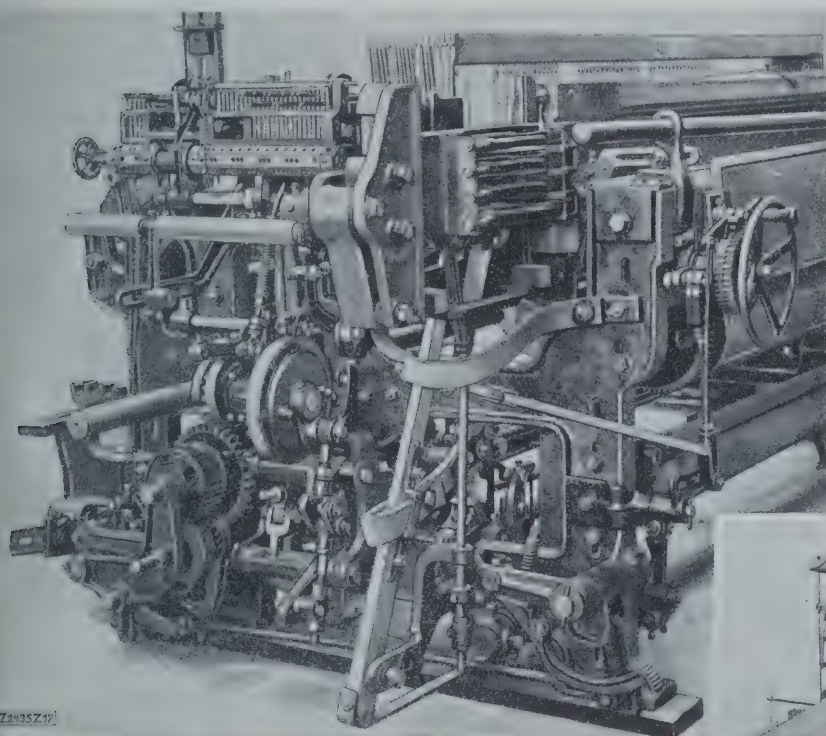
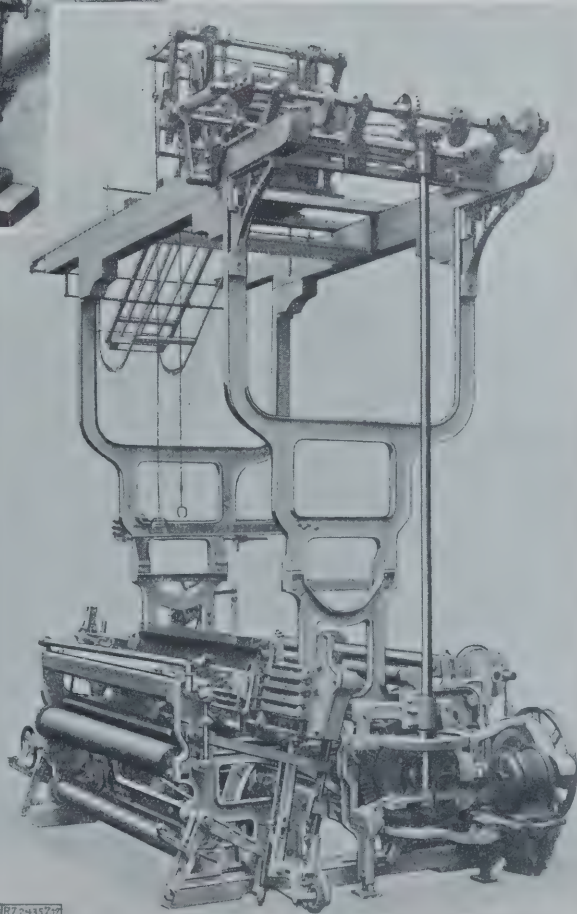


Abb. 17 (links)
Hartmann-Wolfrum-Webstuhl

Vergl. S. 977. Die Schiffe werden durch kleine Pappkarten gesteuert und durch einen seitlichen Antrieb bewegt.

Abb. 18 (unten)
Jacquardwebstuhl mit Übertragung durch stehende Welle (Hartmann)

Vergl. S. 977. Die großen Pappkarten sind durch ein kleines zusammenhängendes Papierband für die Steuerung der Weblitzen ersetzt.



Die grundsätzlichen Anordnungen

Bei allen Webemaschinen sind zwei Hauptarten von Mechanismen vorhanden, die bewegt werden müssen, um das Gewebe zu bilden. Die Schützeintragung und die Fachbildung. Während der Fachbildungsmechanismus die parallel zueinander laufenden Fäden der Kette jeweils so auseinanderspannt, daß ein freier Zwischenraum, das sogenannte Fach gebildet wird, dient die Schützenbewegung dazu, in dieses gebildete Fach den Schußfaden einzutragen. Dazu kommt dann noch die Bewegung des Blattes oder der Lade, wodurch der eingetragene Schußfaden von einem Kamm, der zwischen die Kettfäden eingreift, „angeschlagen“ wird, sowie die langsame Bewegung des Gewebes und verschiedene Nebenbewegungen, Abb. 1.

Es gibt unzählige Möglichkeiten für die Fachbildung aus den Kettfäden. Je nach den verschiedenen Gewearten und deren Aussehen werden andre Bedingungen gestellt. Je verwickelter und größer das Muster des Gewebes ist und je weniger sich die einzelnen Bilder wiederholen, um so umständlicher wird die Fachbildung. So entsteht die ganze Reihe der verschiedenen Fachbildungen und Gewebearbeiten, angefangen von den einfachsten, wo abwechselnd die Zahl der geraden und der ungeraden Fäden gehoben wird (die sogenannte Tuchbindung), und endigend bei den verwickeltsten Mustern, bei denen jeder

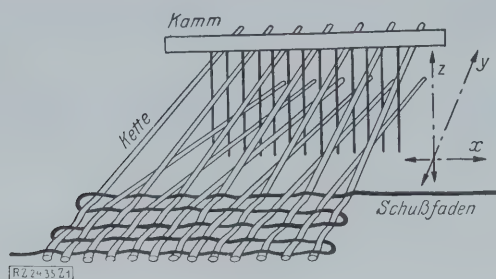


Abb. 1
Schema der Hauptbewegungen zum Gewebeaufbau

x-Achse entspricht der Schützenbahn
y-Achse " " Kammbewegung
z-Achse " " Fachbewegung der Kettfäden

einzelne Kettfäden bei jedem Schuß anders gehoben oder gesenkt werden muß, Abb. 2 bis 4.

Für die Schußeintragung sind die Verhältnisse in der Regel sehr viel einfacher; meist wird nur ein einziger Schußfaden eingetragen, wenngleich auch manchmal mehrere auf einmal oder hintereinander im gleichen Fach verwendet werden. Sollen verschiedene Farben oder Schußfadenarten abwechseln, so müssen ebenso viele verschiedene Schußspulen durch Schützen eingetragen werden. Wenn dies in regelmäßiger Folge geschehen soll, so sind aus baulichen Gründen sehr schnell Grenzen gezogen, weil man nur eine gewisse Anzahl von Webeschützen auf einer Webmaschine unterbringen kann, Abb. 5. Man erzielt infolgedessen besonders verwickelte farbige oder fadenreiche Muster durch einen entsprechenden Aufbau der Kette (z. B. Teppichweberei).

Für die Bewegungen der Kettfäden zur Fachbildung werden bei den verschiedenen Webmaschinenkonstruktionen in der Hauptsache grundsätzlich nur zwei Wege angewendet. In einem Falle werden die einzelnen Kettfäden je auf eine Spule aufgewickelt und diese Spulen gegeneinander hin- und herbewegt, Abb. 6. Da dies Verfahren jedoch bei einer größeren Anzahl von Kettfäden unmöglich wird, und die Kettfäden meist zu zahlreich sind, so wird es nur in ganz seltenen Fällen z. B. zur Herstellung von Gasglühstrümpfen angewandt. Der andre Weg ist der, daß man jeden Kettfaden durch irgendein Häkchen oder eine Öse faßt und quer zu ihrer Länge nach den

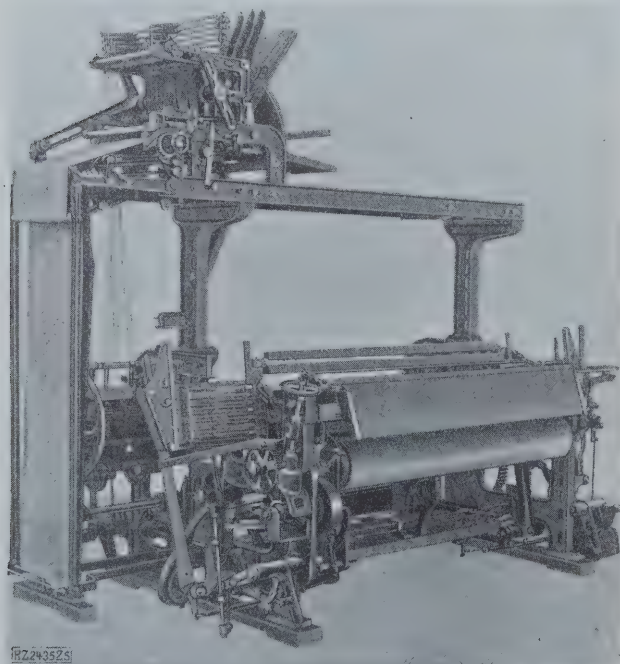


Abb. 5
Webstuhl mit 14 Schützenkästen und Papierstreifensteuerung (Hartmann)

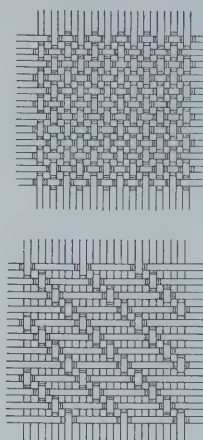


Abb. 2 (links) Tuchbindung

Abb. 2 (links) Tuchbindung

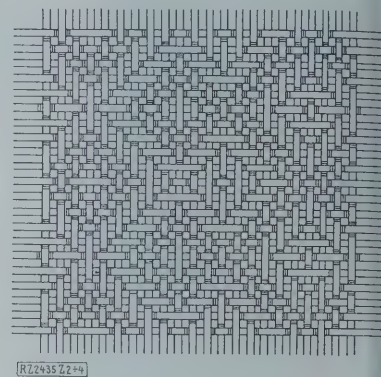


Abb. 3 Köper

Abb. 4 Muster (neugeordneter Köper)

Abb. 2 bis 4
Verschiedene Bindungen

Seiten wegspannt. Meist werden dazu sogenannte „Litzen“ benutzt, die aus einem kleinen Metallringchen das an Schnüren befestigt ist, oder ganz aus Draht bestehen, Abb. 7. Diese Litzen werden einzeln oder in Gruppen auf einmal bewegt. Hat man eine einmal eingestellte, in Gruppen oder Reihen geordnete Bewegung, so spricht man vom Schaffwebstuhl, Abb. 8; wird jedoch jede Litze einzeln bewegt, so handelt es sich um das Jacquard-Verfahren, Abb. 9. Da beim Schaffwebstuhl jede Fadengruppe mit einem Schaff zusammenhängt, so läßt sich die Bildung von Mustern nur durch eine entsprechende Anzahl von Schäften erreichen, wodurch die Grenzen von selbst gezogen werden. Man baut Webstühle mit bis zu 46 Schäften, was ungefähr die praktisch zulässige Grenze darstellt.

Die Schäfte oder die einzelnen Litzen müssen sich beim Jacquard-Verfahren genau nach vorgeschriebenem Gesetz bewegen, damit die gewünschte Gewebe-„Bindung“ erzielt wird. Infolgedessen ist eine fortlaufende Steuerung nötig. Diese Steuerung wird durch Tritte, Exzentriseiben oder eine sogenannte „Karte“ bewirkt und mit den verschiedenartigsten aufgebauten Mechanismen auf die Litzen übertragen. Für die „Karten“ gibt es ebenfalls viele Ausführungsarten; es kommen kettenartige Gebilde mit Rollen, Abb. 10 und 11, und Stiften, besonders aber Pappkarten, Abb. 12, auch Papierbänder mit Löchern, Abb. 5, zur Anwendung. Für Jacquard-Webstühle insbesondere wurde die Steuerung auch noch auf andern Wegen versucht.

Die Weberschiffchen oder „Schützen“ weisen nur geringere grundsätzliche Unterschiede auf. Meist bestehen sie aus einem Holzkörper, der irgendwie bekleidet ist, und tragen im Innern eine Fadenspule, von der der Schußfaden abgezogen wird, Abb. 13. Je nach der Menge Fäden, die der Schützen tragen soll, ist seine Größe verschieden. Da jedoch für die Schützengröße, Abb. 14, bauliche Grenzen gezogen sind, so laufen die entsprechend großen Fadenspulen häufig ab und müssen ersetzt werden, was zu Unterbrechungen des Webens führt. Es wurde infolgedessen schon seit langem versucht, diesen Übelstand zu beseitigen. Dabei wurden verschiedene Wege eingeschlagen.

Da das Weben auf einem mechanischen Webstuhl wegen der Fadenbrüche, besonders aber des jeweils nach wenigen Minuten erforderlichen Schußspulenwechsels usw. ständig überwacht werden muß, war das Ziel der Konstrukteure seit langem, den Webstuhl möglichst selbsttätig arbeiten zu lassen. Vor allem mußten Vorrichtungen geschaffen werden, die das Auswechseln der Schußspulen selbsttätig zu bewirken hatten, sowie Sicherheitseinrichtungen getroffen werden im Fall eines Fadenbruches.

In beiden Fällen wurden Lösungen gefunden.

Die Mechanisierung des Webstuhles

Das erste, was mit der Mechanisierung des Webstuhles dringend erforderlich wurde, war ein Schußfadenwächter¹⁾. Wenn die Spule leergelaufen oder der Schuß-

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 324

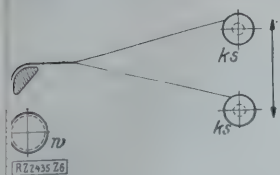


Abb. 6

Fachbildung durch Litzen
ks Kettspule w Warenbaum

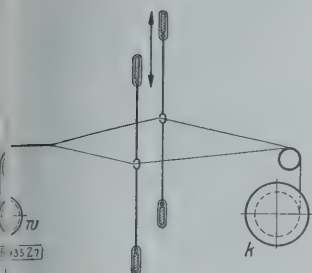


Abb. 7

Fachbildung durch Litzen
k Kettbaum w Warenbaum

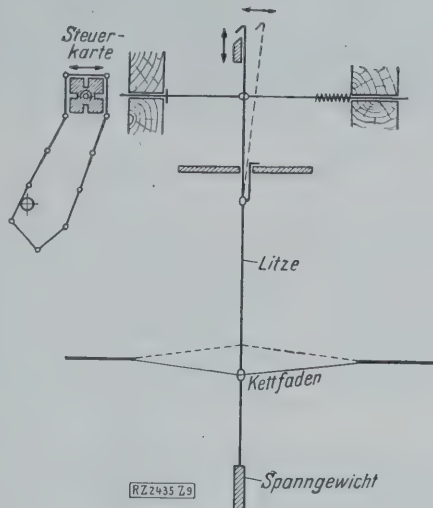


Abb. 9

Grundsätzliche Anordnung der
Jacquard-Steuerung

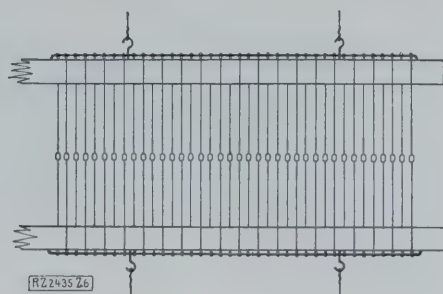


Abb. 8 Schaft mit Litzen

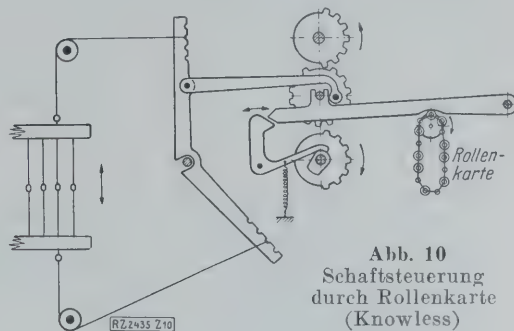


Abb. 10

Schafftsteuerung
durch Rollenkarte
(Knowless)

den gerissen war, so mußte dies sofort auf irgendeine Weise angezeigt werden. Der richtigste und deutlichste Weg ist dabei, den Webstuhl selbständig stillzusetzen, was einleuchtend geschehen muß. Man hat infolgedessen verschiedene Ausführungen von Schußfadenwächtern, die alle mit Hilfe von Hebeln eine aus den bewegten Massen entnommene Kraft auf den Anlaufmechanismus übertragen, die bei fehlendem Schußfaden den Stuhl stillsetzt. Die Einrichtung ist meist eine feine Nadel oder Gabel, die zwischen den Kettfäden oder neben der Kette nach jeder Schußabtragung abtastet, ob ein Schußfaden vorhanden ist, oder ob er im Falle des Fehlens des Schußfadens durchfällt und dabei die Abstellvorrichtung in Gang setzt, Abb. 15.

Bei den verhältnismäßig seltener vorkommenden Kettfadenbrüchen hat sich eine selbsttätige Überwachung weniger dringlich erwiesen. Solange jede Webemaschine durch einen Weber bedient wurde, konnte die selbsttätige Überwachung überhaupt vollständig erspart werden, da ein Kettfadenbruch, der nur kurze Zeit unbeobachtet bleibt, weniger schadet und nur einen kleinen Fehler im Gewebe hinterläßt, und weil außerdem die Kettfadenbrüche überhaupt leichter zu beobachten sind. Erst später hat man in einzelnen Fällen „Kettfadenwächter“ eingeführt, die beim Bruch eines Kettfadens ein Abstellen des Stuhles bewirken. Die Kettfadenwächter bestehen in der Regel aus kleinen Hebelchen, die über jedem Kettfaden hängen, im Falle des Bruches durchfallen und dabei die Abstellvorrichtung in Bewegung setzen.

Da nunmehr eine genaue Überwachung des mechanischen Webstuhls verhältnismäßig leicht möglich war, so konnte man die Wünsche nach selbsttätigem Auswechseln der Schußspulen leichter erfüllen. Der Weber, dessen Tätigkeit größtenteils darin besteht, auf den Augenblick, wo der Schußfaden abläuft, zu warten, sollte entlastet werden und mehrere Webmaschinen gleichzeitig bedienen können. Es wurden infolgedessen viele Versuche gemacht, die Schützen mit abgelassenen Schußspulen von selbst aus dem Webstuhl herauswerfen zu lassen und durch neue zu ersetzen. So ist es teilweise auch vollkom-

men diese Konstruktionen durchdacht wurden, so konnten sie sich doch im allgemeinen nicht einführen.

Ein anderer Weg jedoch hat größere Bedeutung gewonnen. Es werden hierbei lediglich die Schußspulen ausgewechselt, der Schützen bleibt jedoch im Stuhl. Um dies erreichen zu können, müssen die Schußspulen auf besondere Hülsen gespult werden, die mit einem einfachen Druck maschinell im Webschützen befestigt werden können („Northrop-Spulen“). Gleichzeitig muß der Schützen entsprechend beschaffen sein, um die Spulen fest und sicher aufnehmen zu können, Abb. 16.

Die Schußspulen werden in diesem Fall seitlich vom Fach in genauer Anordnung am Webstuhl befestigt. Eine Tastvorrichtung fühlt bei jeder Schußeintragung die Schußspule ab, ob noch genug Garn vorhanden ist. In dem Augenblick, wo der Schußfaden abgelassen ist, wird während des kurzen Wechsels, d. h. während der Zeit, in der das Fach gebildet wird, die alte Schußspule aus dem Schützen herausgestoßen und durch eine neue ersetzt, während das Weben ohne Unterbrechung weitergehen kann.

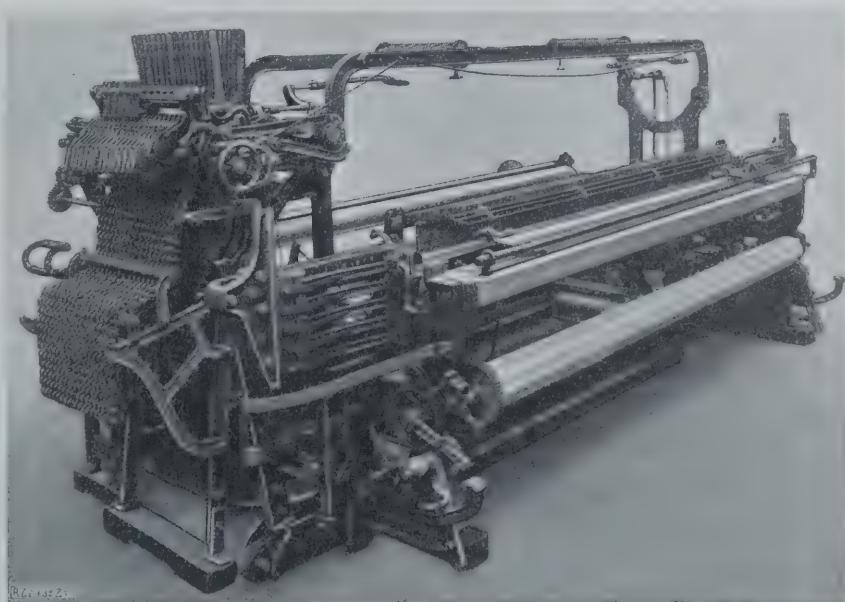


Abb. 11

Schafftwebstuhl mit Rollenkarte (Hartmann)

Man hat also einen völlig selbsttätig arbeitenden Webstuhl vor sich, der fast keine Bedienung erfordert. Hier hat sich nun auch das Bedürfnis nach Kettenfadenwächtern besonders fühlbar gemacht, weshalb in der Regel selbsttätig arbeitende Webstühle mit solchen versehen sind. Diese Webstühle haben seitdem eine ziemlich große, wenn auch immerhin begrenzte Bedeutung erlangt. Allgemein für alle Arten von Fäden sind sie jedoch noch nicht eingeführt worden, da sich gezeigt hat, daß der selbsttätige Webstuhl nur bei festen und ganz gleichmäßigen Garnen befriedigend arbeitet.

Die Webstuhlkonstruktionen sind hiermit zu einer gewissen Entwicklungsgrenze gelangt. Man hat versucht, die Leistung des einzelnen Webstuhls durch verschiedene Mittel erheblich zu steigern, was aber nur in bescheidenem Rahmen möglich war. Allgemein hat sich gezeigt, daß, wenn auch verschiedene konstruktive Verbesserungen möglich waren, doch der selbsttätige Webstuhl mit den oben geschilderten Einrichtungen vorläufig den Abschluß seiner Entwicklung darstellt.

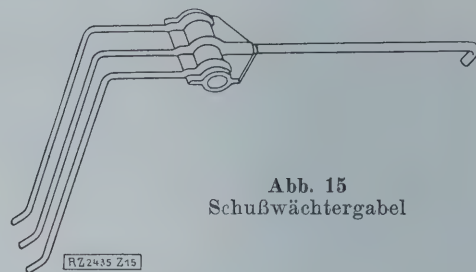


Abb. 15
Schußwächtergabel

Die Webmaschine

Die Entwicklung der Webstühle zur vollkommen selbsttätigen Webmaschine oder auch zu einer erheblich leistungsfähigeren Maschine als der bisherigen mußte folgedessen andre Wege gehen, die jedoch im ganzen noch kaum zu einem praktisch verwendbaren Ergebnis gelangt sind. Der eine Weg war, schnellere Schützenbewegungen dadurch schnellere Schußeintragung und höhere Leistungen bei Verwendung der bekannten Schützen, zu erzielen.

Um den mit dem Schützen bewegenden Maschinenteilen, Schützenschläger usw., die erforderliche Geschwindigkeit ohne Schwierigkeiten erteilen zu können, muß darauf gesorgt werden, daß die Beschleunigungen und Verzögerungen klein bleiben; denn von ihnen hängt die Ausnutzung der Maschinenteile usw. Der Gedanke liegt infolgedessen nahe, diese Teile für den regelmäßigen Lauf der Webmaschine überhaupt auszu-schalten. Man versuchte, dem Schützen nicht eine hin- und hergehende, sondern eine kreisende Bewegung zu geben, die er ununterbrochen, mit stetiger gleicher Geschwindigkeit, behalten sollte. Das führte zu den verschiedenen Bauarten der Rundwebstühle. Hier wurden seit mehreren Jahrzehnten fast ununterbrochen Versuche gemacht und bedeutende Erfindungen geschaffen. Doch konnten sich Rundwebstühle bis heute nicht einführen. Eine Lösung, die grundsätzlichen Mängel, nämlich die hohe Kettfadenbeanspruchung und die verschiedenen Unzuverlässigkeiten

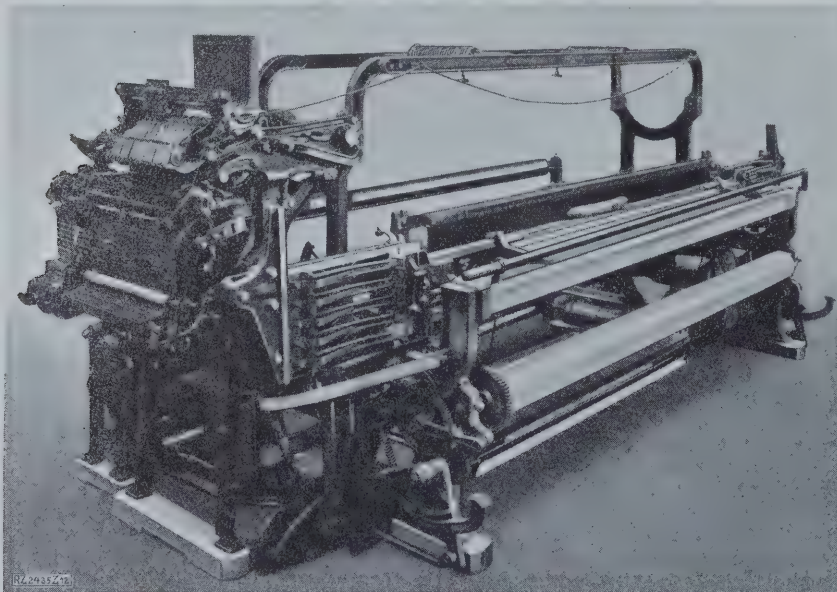


Abb. 12
Schaftwebstuhl mit Pappkartensteuerung (Hartmann)

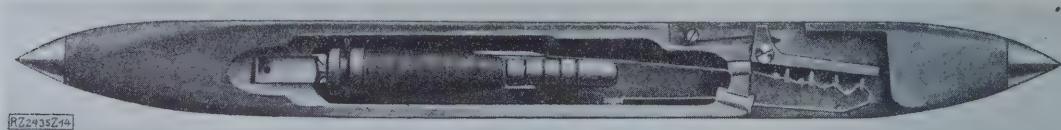


Abb. 13
Webschützen für Seidenweberei (Göhler) mit kleiner Fadenspule

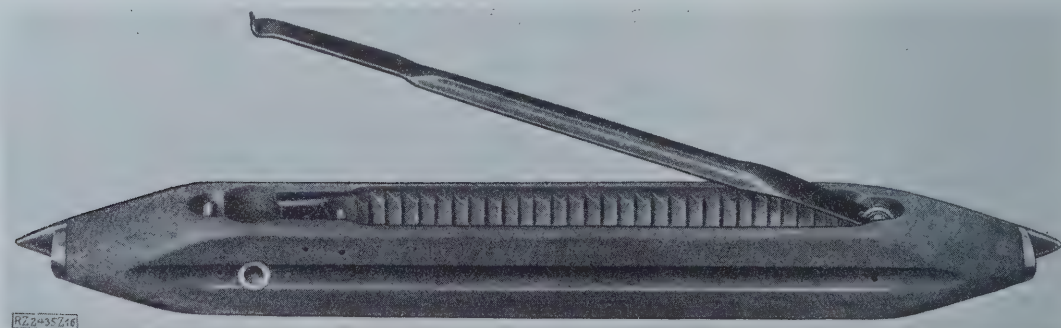


Abb. 14
Webschützen für die sogenannte Schlauchkopfweberei, die die größte Zahl von Schußfäden im Schützen unterbringt (Göhler)

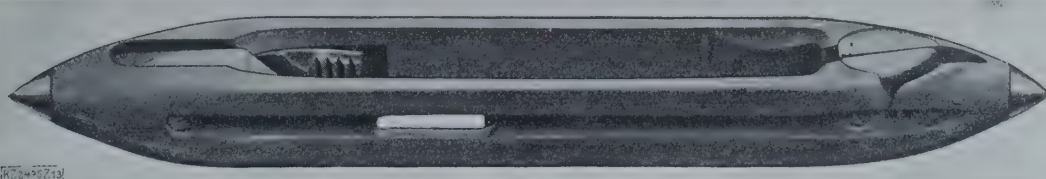


Abb. 16
Webschützen mit Klemmvorrichtung für Northrop-Spulen (Göhler)

seitigen, wurde bisher noch nicht gefunden. Es ist in-
gedessen dieser in gewisser Hinsicht ideale Weg noch
icht über die Stufe des Versuches hinausgekommen.

Der andre Weg, die Leistung der Webmaschine zu
röhnen, war der: Der Schußfaden sollte nicht von einer
om Schützen getragenen Schußfadenspule ablaufen, son-
ern auf einer großen Spule aufgespult sein, die seitlich
m Webstuhl befestigt wird. Der Schützen oder der
Mechanismus zum Eintragen des Schußfadens sollte dann
ur diesen ergreifen und in das gebildete Fach eintragen.
Diese Art der Schußeintragung hat zweifellos ganz er-
ebliche grundsätzliche Vorteile. Doch ist auch sie lange
ber den Versuchszustand nicht hinausgekommen. Erst
n allerjüngster Zeit scheint bei einer neuen Webe-
maschine²⁾ dieser alte Weg mit Erfolg (Gablersche Webe-
maschine) wieder beschritten zu werden. Wie weit jedoch
iese Konstruktion die bisher bestehenden Schwierig-
keiten überwunden hat und ob eine allgemeine Einfüh-
ung möglich ist, läßt sich noch nicht sicher voraussagen.

Auch die Konstruktionsgedanken bei der Bildung des
aches durch Bewegung der Litzen können wieder in
ruppen eingeteilt werden. Die große Gruppe der Schaft-
ewegung weist im ganzen nur unwesentliche grundsätz-
iche Unterschiede auf, die in der Art der Steuerung und
eren Übertragung auf die Webelitzen bestehen. Hier
ürfte das Ende der Entwicklung heute der Wolfrum-Web-
stuhl sein, Abb. 17, S. 973, bei dem die Schäfte durch ver-
hältnismäßig kleine Pappkarten gesteuert und durch einen
eitlichen, unmittelbaren Antrieb gehoben und gesenkt wer-
en, so daß der Webstuhl einen übersichtlichen und ein-
achen Eindruck erweckt. Da jedoch die ganze Steuerungs-
rage bei den Schaftwebstühlen als recht gut gelöst be-
rachtet werden kann und wirtschaftlich geringere Be-
eutung hat, so hat man sich hier mit Änderungen und
nit den Entwicklungsmöglichkeiten weniger befaßt. Anders
iegen die Verhältnisse bei den Jacquardmaschinen.

Hier ist wegen der Vielseitigkeit der Muster, die ge-
webt werden müssen, also der Anzahl der verschieden zu
ildenden Webfächer, eine größere Anzahl von Konstruk-
tionen der Steuerungsteile (wie Pappkarten usw.) zu
inden. Dabei handelt es sich immer nur um das gesetz-
mäßige Anheben der richtigen Webelitzen, das rein mecha-
nisch auch gut gelöst ist, Abb. 18 S. 973 und Abb. 9. Le-
glich der Steuerungsanstöße, die Karte, spielt hier eine
olle. Da man zu jedem Schußfaden eine einzelne Karte
braucht, so müssen bei verwickelten Mustern mit vielen
ausenden von verschieden einzutragenden Schüssen ebenso
iele einzelne Karten hergestellt werden. Dies ist eine sehr
ühsame und kostspielige Arbeit, die man infolgedessen
chon seit langem zu vereinfachen suchte. Von der Um-
nderung der einzelnen großen Pappkarten zu einem ver-
hältnismäßig kleinen zusammenhängenden Papierband,
Abb. 5 und 18, das aber ebenso wie früher Löcher enthält,
st an sich kein weiter Weg.

Bemerkenswerter sind die Konstruktionen, die die Her-
stellung der gelochten Karten als steuernde Teile vermeiden
und andre Wege einschlagen. Hier sind mehrere Verfah-
en bekanntgeworden, die aber bisher nicht allgemein in
ie Praxis eingeführt werden konnten. Das eine Ziel war,
as sogenannte „Patronieren“, d. h. die Herstellung der
arten durch mechanische Übertragung eines Musters
zu verbilligen. Hierzu wurden Metallplatten, Papier-

bänder usw. benutzt. Trotz der großen Erwartungen, die
teilweise darauf gesetzt wurden, konnten sich alle der-
artigen Erfindungen bisher nicht einführen, woran vor
 allem die oft unzuverlässige Arbeitsweise schuld war.

Neuerdings kommen meist elektrisch arbeitende Erfin-
dungen, die die Litzen unmittelbar steuern sollen, wieder
in die Öffentlichkeit. Zwei Verfahren sind davon beach-
tenswerter:

Das eine besteht darin, daß auf den Streifen der Steue-
rung Punkte mit einer Farbe oder Flüssigkeit aufgetragen
werden, die den elektrischen Strom leiten. Durch ent-
sprechende Abtaster ist es dann möglich, durch diese
stromleitenden Punkte mit Hilfe elektrischer Übertragung
die entsprechenden Litzen auszuheben. Da die Punkte
maschinell aufgezeichnet werden können, so bleibt jeden-
falls ein gewisser Fortschritt zu verzeichnen. Über die
Sicherheit der Konstruktion ist jedoch noch wenig bekannt.

Der andre Weg ist das in letzter Zeit viel genannte
Verfahren von Deiner. Das infolge seiner außerordent-
lichen Feinheit und Empfindlichkeit für den praktischen
Betrieb unsicher erscheinende Verfahren vermag bei den
Fachleuten noch keinen Anklang zu finden. Es wird
hierbei das gesamte Muster, das früher in Pappe durch
Löcher festgelegt war, auf eine Wachswalze übertragen,
die nur ganz feine Einkerbungen (wie bei der früheren
Edisonschen Grammophonwalze) erhalten soll. Diese Ein-
kerbungen wiederum sollen die Steuerung des Webstuhls
bewirken. Wenn auch der grundsätzliche Fortschritt, der
in der Herstellung der Wachswalze und der Übertragung
des Musters auf die Wachswalze liegen soll, in keiner
Weise zu bestreiten ist, so kann man sich doch nicht
verhehlen, daß das neue Verfahren in praktischen Be-
trieben wegen seiner der Feinmechanik entnommenen
äußerst genauen Arbeit doch mit recht vielen Schwierig-
keiten zu kämpfen haben wird.

Wir stehen also am Ende einer gewissen Entwicklung
der Webmaschine, die im wesentlichen aber schon vor
mehreren Jahrzehnten ihren Abschluß gefunden hat. Die
Arbeit des mechanischen Webstuhles scheint nun durch
ganz neue Verfahren der Stoffherstellung abgelöst werden
zu müssen. [B 2435]

Dauerversuche mit Schweißverbindungen

Die amerikanische Behörde für Heeresluftfahrt (army
air service) hat Dauerversuche mit Schweißverbindungen
ausgeführt. Die meisten Proben waren ½- und 1zöllige
Rohre mit einer Stoß-Schweißverbindung in der Mitte der
Versuchslänge; die Längen betrugen rd. 90 bis 350 mm. Die
Versuche wurden auf einer umlaufenden Maschine ausge-
führt. Die Verbindungen stellte man mittels Gasschweißung,
gewöhnlicher Lichtbogenschweißung und solcher mit ato-
marem Wasserstoff her. Diese drei Verfahren lieferten gleich-
artige Ergebnisse. Für die Lichtbogenschweißung wurden
verschiedene Elektrodenstäbe benutzt. Die Dauerfestigkeit
der Schweißverbindungen war in allen Fällen viel niedriger
als die statische Zerreißfestigkeit. Das Verhältnis Dauer-
festigkeit : Zugfestigkeit schwankte zwischen 0,13 und 0,35;
eine Probe mit einem Stahlgußrohr ergab 0,41. Verschie-
dene länger dauernde Versuche sind noch im Gange. Aus
Proben, die nach dem Bruch untersucht wurden, ließ sich
schließen, daß mangelhafte Verschmelzung den größten Ein-
fluß auf die Dauerfestigkeit hat. Durch statische Zerreiß-
versuche ließ sich die mangelhafte Verschweißung offenbar
nicht deutlich nachweisen. („Engineering News-Record“
16. Juni 1927 S. 975). [N 613 g] Pa.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 325.

Einiges über Sperrholz¹⁾

Von Direktor L. M. Cohn-Wegner, Civil-Ingenieur B. D. C-I., Berlin

Was ist Sperrholz? — Art des Aufbaues — Festigkeitswerte — Veredlung des Holzes — Festigkeitszahlen für Lignostone — Festigkeitswerte der Leimbindung und ihre Beurteilung — Prüfverfahren — Scherfestigkeiten in der Trocken- und Naß-Zerreißprüfung

Deutsches Schrifttum über Sperrholz ist im eigentlichen Sinn erst seit etwa zwei Jahren in einzelnen verstreut erschienenen Aufsätzen und Vorträgen im Entstehen. An dem Dunkel, das nicht zu seinem Vorteil dadurch so lange über dem Werkstoff Sperrholz schwebte, ist nicht zuletzt die Geheimnistuerei schuld, die jahrelang manche seiner Hersteller getrieben haben, die jedoch nur dadurch möglich war, daß die exakte Forschung noch nicht eingesetzt hatte.

Angaben, durch die wir heute gewohnt sind, andre Werkstoffe, auch solche organischer Natur, so zu kennzeichnen, daß der Konstrukteur Zahlen erhält, mit denen er zu rechnen in der Lage ist, können auch heute noch nicht für Sperrholz gegeben werden. Holz als gewachsener, organischer Baustoff ist so grundverschieden, sogar in zwei Stämmen, die aus derselben Wurzel kommen, daß selbst bei gleichmäßigster Verarbeitung mit den heute üblichen Verfahren nicht dasselbe Ergebnis in annehmbaren Grenzen erzielt werden kann. Erst in den allerletzten Wochen ist der Weg für eine planmäßige Zusammenarbeit zwischen dem Forstchemiker und dem Technologen gefunden worden, als Vorbedingung für den Versuch, die durch die Natur bedingten Ungleichmäßigkeiten des Ausgangstoffes auszugleichen. Und zwar so weit, daß man zu einer wenigstens begrenzten Gleichmäßigkeit des Enderzeugnisses kommen kann, die die technische Verwertung in größerem Maßstab ermöglicht. Daß ein solcher Versuch die besten Aussichten auf Erfolg hat, beweisen die weiter unten angegebenen Zahlen für das chemische und physikalisch veredelte Holzzeugnis, Lignostone. Bei dieser Lage der Dinge können in der vorliegenden Arbeit nur die Anläufe gezeigt werden, die an verschiedenen Stellen gemacht worden sind, um der Schwierigkeit beizukommen und um Mittel zu finden, die die Beurteilung des Enderzeugnisses ermöglichen.

Was ist Sperrholz?

Die Ungewissheit beginnt schon im Gebrauch des Wortes Sperrholz. Es ist eine irrtümliche Annahme, daß alles, was aus Holz kreuz und quer verleimt ist, nun auch Sperrholz ist. Vielmehr verdient vieles, was im Handel als Sperrholz angeboten wird, streng genommen, diesen Namen nicht.

Um den Begriff Sperrholz verständlich zu machen, ist es notwendig, in groben Umrissen die fabrikmäßigen Herstellungsarten des Sperrholzes von heute wenigstens kurz zu skizzieren.

Von den geringen Dicken, die im Flugzeugbau zur Anwendung kommen, von etwa 0,3 mm bis zu 40 mm wird Sperrholz fabrikmäßig hergestellt. Man unterscheidet sogenannte „schwache Platten“ von den geringsten Dicken bis zu etwa 10 mm, ferner „starke Platten“ von 10 mm hinauf bis 40 mm. „Schwache Platten“ werden aus Furnieren aufgebaut, das sind sehr dünne Blätter aus Holz. Diese werden heute kaum noch durch Furniersägen, sondern vornehmlich mit Hilfe von Messermaschinen und vorwiegend mit Schälmaschinen erzeugt.

Auf Messermaschinen wird der durch Dämpfen oder Kochen vorbereitete, entrindete und roh zugeschnittene Stamm gegen ein unter einem bestimmten Winkel zur Bewegungsrichtung stehendes Messer bewegt und dadurch in etwa 0,1 bis 10 mm dicke Furniere geschnitten. Solche Furniere zeigen die natürliche Maserung des Holzes.

Bei Schälmaschinen wird das Furnier von dem sich um seine Längsachse drehenden Stamm in ähnlicher Weise abgeschält wie der Span auf der Drehbank, nur daß hier Spanbreite = Stammlänge ist. Während ein gemessertes Furnier im allgemeinen flach liegt, hat selbstverständlich ein geschältes Furnier, dessen Innenseite stets kürzer ist

als die Außenseite, das Bestreben, sich in die ursprüngliche Lage am Stamm entsprechend zurückzuwölben. Wollte man also ein solches Furnier gezwungen, flach zu liegen, werden entsprechende Spannungen in ihm erzeugt, die zum kleinen Teil durch sich bildende kleine Risse auf der kurzen Seite ausgelöst werden.

Es ist bekannt, daß Holz das Bestreben hat — und zwar hauptsächlich quer zu seiner Faserichtung — bei Änderungen von Feuchtigkeit und Temperatur zu quellen oder zu schrumpfen, d. h. sich bei zunehmender Feuchtigkeit z. B. auszudehnen und bei abnehmender Feuchtigkeit zusammenzuziehen. Bei den zur Breite und Länge der Furniere verhältnismäßig geringen Stärken kann man bei der vorliegenden Betrachtung die Einwirkungen auf die Stärke meist unberücksichtigt lassen. Das Formänderungsbestreben wirkt sich hauptsächlich quer zur Faserichtung, mithin in der Richtung der geringsten Festigkeit aus.

Unter Sperrholz versteht man nun eine Verbindung einzelner Holzelemente durch Verleimung in der Art, daß sie sich gegenseitig daran hindern, die Bewegungen auszuführen, die sie unter der Einwirkung von Feuchtigkeit- oder Temperaturänderung, die auf die ganze Verbindung wirkt, als einzelne Elemente ausführen würden, d. h. die Elemente sperren gegenseitig die Auslösung der Spannungen ab, die durch das Bestreben, zu quellen oder zu schrumpfen, auftreten.

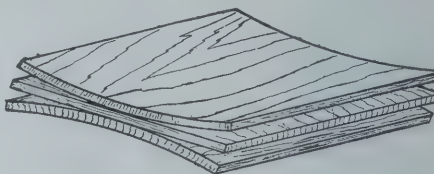


Abb. 1
Dünne Sperrplatte

Arten des Aufbaues

Wie diese Aufgabe gelöst ist, zeigt für die dünne Platte in einfachster Form Abb. 1. Die Furniere sind in richtigen Dickenverhältnis so miteinander verleimt, daß die Faserichtung der beiden Außenfurniere möglichst senkrecht steht zu der des Mittelfurniers. Weicht man wesentlich vom rechten Winkel ab, so zeigt sich, daß die Verbindung nicht mehr der oben angeführten Erklärung genügt. Der Fachmann sagt dann: „die Sperrplatte steht nicht“; besser wäre es, zu sagen: „das ist keine Sperrplatte“. Dasselbe trifft zu, wenn das Verhältnis der Stärken und Festigkeiten der verleimten Furniere nicht richtig ist, d. h. nicht so gewählt ist, daß die auftretenden Spannungen sich aufheben. Handelt es sich um ein Messerfurnier von geeigneten Stämmen, oder ist zum mindesten das Mittelfurnier ein flachliegendes Messerfurnier, so wird bei richtiger Lage der Außenfurniere (bei Schälurnieren bei den Innenseiten der Mittellage zugewendet) auch eine gerade Platte erzielbar sein. Verwendet man nur Schälurniere, so muß entweder die Mittellage aus zwei Furnieren mit gleicher Faserichtung hergestellt sein, die die in infolge der Schälung (siehe oben) herrschenden Spannungen gegeneinander aufheben, oder die dünne Sperrplatte wird nicht gerade sein.

Meist werden trotz allem aus wirtschaftlichen Gründen Sperrplatten nur aus Schälurnieren in überragender Menge mit ungleichen Furnierzahlen in 3- bis 7fache Verleimung aufgebaut, so daß sich je ein Paar Außenfurniere mit gleicher Faserichtung um ein stärkeres Mittelfurnier anordnen, wobei die Faserichtungen der unmittelbar miteinander verleimten Furniere sich möglichst rechtwinklig kreuzen.

Als allgemein bekannt darf vorausgesetzt werden, welche große Wichtigkeit dem Trocknen des Holzes vor seiner Verwendung zukommt. Diese Frage spielt hier ein

¹⁾ Eingegangen am 12. Dezember 1926.

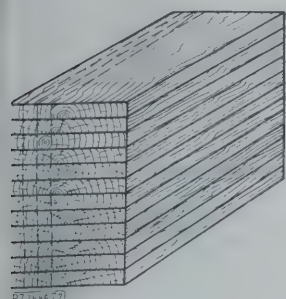


Abb. 2
Block zur Herstellung von
Mittellagen für dicke
Sperrplatten nach Kummel

mußte, infolge des hohen, auf ihnen lastenden Druckes nicht schrumpfen. In solchen Platten entstehen Spannungen; diese lösen sich in zahlreichen Oberflächenrissen aus, die die Platten für höhere Verwendungszwecke unbrauchbar machen.

Die Naßverleimung ist daher zum größten Teil verlassen worden, sie wird nur noch für untergeordnete Verpackungszwecke verwendet. Im allgemeinen nehmen alle Werke, mit Ausnahme einiger osteuropäischer, das Trocknen der Furniere vor der Verleimung vor. Beim Verleimen wird bei den heute üblichen Verfahren jedoch wieder ein Teil der Trockenwirkung dadurch aufgehoben, daß die meisten Leime sehr hohe Feuchtigkeitsgehalte haben. Das Holz nimmt diese Feuchtigkeit gierig auf. Wird nun nicht dafür gesorgt, daß die Leimfeuchtigkeit nach Möglichkeit wieder entfernt wird, so kann eine sehr wesentliche Beeinträchtigung in der Güte des Endzeugnisses eintreten.

So sieht man, daß man auch bei dünnen Platten, wenn sie auf kaltem Wege verleimt sind, wie es vorzugsweise in Amerika üblich ist, nachtrocknen muß. Bei den in Deutschland gebräuchlichen geheizten Pressen wird in Teil der Leimfeuchtigkeit durch die Einwirkung der Hitze beseitigt, bei mehrfacher Verleimung zwingt jedoch der Einfluß der Feuchtigkeit dazu, wenn man nicht sehr üble Nebenerscheinungen hervorrufen will, zunächst dreifach zu verleimen, sodann erst das vierte und fünfte Furnier im gesonderten Arbeitsgang aufzubringen und so fort, bis man die Dicke erreicht hat, die man zu haben wünscht. Wird anders gearbeitet (das geschieht leider immer noch), so darf man sich nicht darüber wundern, wenn kein ausgeglichenes Sperrholz erzielt wird²⁾.

Nicht zuletzt haben diese Schwierigkeiten auch dazu geführt, für den Aufbau dicker Platten andre Wege zu gehen, die R. Kummel angegeben und zuerst beschritten hat. Bekannt ist, daß der Holzstamm in seinem Querschnitt keinen gleichmäßigen Aufbau zeigt. Wie aus dem typischen Bild der Jahresringe z. B. hervorgeht, ist der Abstand der festeren Schichten voneinander durch den ganzen Querschnitt verschieden. Da dieser Abstand, ganz roh gesprochen, in gewissem Sinne die Höhe der bei Feuchtigkeitsänderung entstehenden Bestreben zur Ausdehnung und zur Zusammenziehung, also beim festgehaltenen Holz zum Auftreten von Spannungen beeinflusst, so ist man ja bereits in der Schaffung des Furniers dazu übergegangen, das Grundholz möglichst weit zu unterteilen. Kummel hat erkannt, daß auch ein Aufbau dicker Platten zu gutem Sperrholz möglich ist dadurch, daß man, wie von altersher handwerksmäßig geübt, dicke Mittellagen verwendet, jedoch in der Unterteilung dieser dicken Mittellagen so weit wie möglich geht.

Er leimte, Abb. 2, geschnittene Dicken zu einem Block zusammen und trennte diesen Block (Abb. 2 gestrichelt) wieder auf. Damit erhielt er eine Mittellage, bei der eine weitgehende Unterteilung der Holzelemente auf wirtschaftliche Weise geschaffen war. Diese Mittellage wird dann auf beiden Seiten mit Furnieren bedeckt, und so entsteht

besonders große Rolle. Bekannt ist ferner, daß man in den ersten Anfängen der Sperrholzindustrie ungetrocknete Furniere verleimte und das hieraus hergestellte Sperrholz nachher, trockenete. Da diese Verleimung unter sehr hohen Drücken (bis zu 24 kg/cm²) vor sich ging und eine Warmverleimung war, konnten während der Verleimung die Furniere, durch die die Wärme von den Heizplatten der Pressen zum Leim dringen

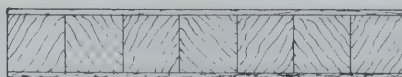
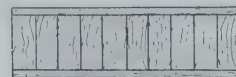


Abb. 3
Dicke Sperrplatte, sogenannte Kummelplatte

Abb. 4
Stäbchenplatte



die Kummelplatte, Abb. 3, die heute bereits in Dicken von 10 bis 40 mm fabrikmäßig hergestellt wird. Abb. 4 zeigt denselben Aufbau, bei dem in der Unterteilung der Mittellagen noch weitergegangen ist. Hier sind statt gesägter Dicken zunächst Furniere zu einem Block zusammengeleimt und dann in derselben Weise aufgetrennt worden. Diese Platte hat den Namen Stäbchenplatte erhalten. Die Mittelfurniere sind meist 5 mm dick.

Natürlich muß bei dieser Fertigung, in der die Verleimung zum Block auf kaltem Wege geschieht, durch geeignete Maßnahmen die Leimnässe unschädlich gemacht werden; doch das sind Einzelheiten, auf die einzugehen hier zu weit führen würde. Werden die einzelnen Elemente der Mittellage mit ihrer Faserrichtung in der richtigen Weise angeordnet, d. h. so, daß nicht etwa aufrecht stehende und liegende Ringe in einer Platte nebeneinander liegen, so wird man auch hier vor allen Dingen, wenn der Trocknung in allen Arbeitsgängen genügend Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, ein Sperrholz erhalten, das der oben angegebenen Erklärung genügt. Ich lege Wert darauf, zu betonen, daß diese Verfahren deutsche Verfahren sind. Obschon sie in Deutschland bereits jahrelang geübt werden, sind sie jetzt erst in Amerika in der Fachliteratur als Neuigkeit behandelt worden.

Im Gegensatz zu den dünnen Platten wird man bei den dicken Platten nicht nur stehende Sperrplatten, sondern auch gerade Sperrplatten ohne Schwierigkeit erzeugen können. Platten diesen Aufbaues werden fabrikmäßig heute schon in Abmessungen bis zu 1,60 m Breite bei 4,60 m Länge laufend hergestellt. Vielfach werden beide Ausführungen auch unter dem Namen Tischlerplatte geführt.

Festigkeitswerte

Es ist bekannt, daß die Festigkeit von Holz, je nachdem man es in der Faserrichtung oder quer zur Faserrichtung verleimt, verschiedene Werte ergibt, daß z. B. die Zugfestigkeit, quer zur Faserrichtung gemessen, nur einen geringen Bruchteil derjenigen in der Faserrichtung beträgt. Betrachtet man eine dünne Platte, die nach Art von Abb. 1 hergestellt ist, so ist es ohne weiteres verständlich, daß es bei einer genügenden Bindung des Leimes durchaus leicht möglich ist, durch richtige Bemessung der Furnierdicken eine Platte zu erzeugen, die in der Faserrichtung der Außenfurniere wie auch quer dazu, also in beiden Richtungen die gleiche Festigkeit aufweist.

Es ist weiter leicht verständlich, daß auch hinsichtlich der Biege-, Druck- und Knickbeanspruchungen durch die gegenseitige Abstützung der Fasern in beiden Richtungen gleiche Werte erhältlich sein werden. Da bei den starken Platten die Fasern der Außenfurniere senkrecht zu den Fasern der Mittellagen liegen, wird es erklärlich sein, daß man auch bei diesen Platten von z. B. 20 mm bei geeignetem Verhältnis der Stärke der Außenfurniere zu der der Mittellagen und vor allen Dingen bei der Verwendung eines guten Leimes auch bei diesen hinsichtlich der Festigkeit keine großen Unterschiede gefunden hat, gleichgültig, ob man die Zugfestigkeit in der Faserrichtung der starken Mittellagen oder in der Faserrichtung der schwächeren Außenfurniere geprüft hat. Diese Versuche sind noch nicht soweit geführt worden, daß man sich hierüber ein endgültiges Urteil erlauben könnte. Jedenfalls kann man jedoch heute schon folgern, daß bei einer baulichen Verwendung des Sperrholzes ganz wesentliche Querschnittverminderungen gegenüber Vollholz zulässig sind. Weiter unten soll noch gezeigt werden, daß die leichte Gestaltung von Sperrholz

²⁾ Sehr bemerkenswerte Veröffentlichungen über den Einfluß der Leimfeuchtigkeit und ihre Auswirkung finden sich in der Zeitschrift Veneers, Indianapolis U. S. A. Bd. 20 (1926) S. 19. Eine ausführliche deutsche Besprechung dieser Arbeit ist erschienen in der „Wirtschaftlichen Technik“, Berlin, Bd. 7/14 (1926) S. 135.

zu Querschnitten mit großen Widerstandsmomenten diesen Unterschied noch wesentlich zugunsten des Sperrholzes verschieben läßt.

Die heute in den Anstalten für Werkstoffuntersuchung üblichen Maschinen und Verfahren sind nicht ohne weiteres für Sperrholz verwendbar. An dieser Stelle braucht hierauf wohl nicht noch näher eingegangen zu werden, es genügt vielleicht der Hinweis, daß z. B. die sonst für Eisen- und Stahluntersuchungen üblichen Normen auf Weichmetalle nicht anwendbar sind, und vor allen Dingen ist wohl heute der Grundsatz als anerkannt zu betrachten, daß das Untersuchungsverfahren auch dem wirklichen Verwendungszweck des Werkstoffes anzupassen ist und daß es verfehlt wäre, nur weil man gewohnt ist, mit bestimmten Begriffen zu arbeiten, nun zu versuchen, auch andersgeartete Werkstoffe in das übliche Schema zu zwingen.

Die Arbeiten zur Schaffung von Untersuchungsverfahren und Kennzahlen für Sperrholz sind erst vor kurzem begonnen worden, und zwar an der Technischen Hochschule zu Berlin in der Abteilung für Technologie des Holzes. Es wäre verfrüht, hierüber irgend etwas mitteilen zu wollen, um so mehr, als gegenwärtig, wie oben bereits erwähnt, gerade der Anfang dazu gemacht worden ist, durch die Mitarbeit des Forstchemikers die Unregelmäßigkeiten auszuschalten, die bisher die Schaffung eines einwandfreien Untersuchungsmaterials behindert haben. Es soll damit nicht gesagt werden, daß Sperrholz über die Möbelindustrie und den Schiffbau hinaus (z. B. für Kabinenzwischenwände) noch keine weitergehende bauliche Verbreitung gefunden hätte, und daß Werke, die Sperrholz zu Bauzwecken verwandt haben, nicht auch für ihre Sonderfälle versucht haben, Unterlagen für eine rechnerisch richtige Auswertung der Konstruktion zu schaffen.

Im Gegenteil werde ich zeigen, daß man bereits vor dem Krieg und während des Krieges Sperrholz für recht verwickelte Konstruktionen mit Erfolg verwendet hat, jedoch hat man hierbei immer wieder, um sicher zu gehen, auf den praktischen Versuch an fertigen Konstruktionsteilen zurückgreifen müssen, um die Unsicherheiten auszugleichen, die durch die Unmöglichkeit einer einigermaßen zuverlässigen konstruktiven Berechnung entstanden sind. So z. B. hat im Schütte-Lanz-Luftschiff das Sperrholz in sehr großem Maßstabe zur Erbauung von Trägern Verwendung gefunden, die die Hauptbestandteile des ganzen Gerippes des Schütte-Lanz-Schiffes dargestellt haben⁹⁾. Es hat sich gezeigt, daß Sperrholz für Träger und tragende Platten sehr gut geeignet war, nicht jedoch für Diagonalen, für die Stahldraht oder auch Duralumin oder Stahlbänder benutzt wurden. In der Versuchsanstalt der Schütte-Lanz-Werke sind sehr eingehende Versuche gemacht worden, aus denen ich noch weiter unten Zahlen nennen werde. Die gewonnenen Zahlen wurden jedoch immer nur als Annäherungswerte betrachtet, und jede einzelne Trägerart wurde, wie erwähnt, durch Aufbringung der im Gebrauch zu erwartenden Belastung praktisch auf ihre richtige Bemessung an Stichproben geprüft. Daß es hierbei bei Sperrholz leichter ist, gefährdete Querschnitte zu verstärken als z. B. bei Metallausführungen, sei nebenher erwähnt.

Aus den Untersuchungen, die in den Werkstätten der Schütte-Lanz-Werke gemacht worden sind, sind einzelne Werte auch für die Allgemeinheit von Belang; sie sollen hier erwähnt werden. Vor allen Dingen sind wertvoll die Vergleichszahlen der Beanspruchungen von Vollholz und Sperrholz gleichen Gewichts. Sie zeigen den hohen wirtschaftlichen Wert des Sperrholzes, der sich in der Ersparnis des immer seltener werdenden Rohstoffes Holz ausdrückt. Sperrholz läßt sich unschwer entweder während der Verleimung, bei Verwendung genügend wasserfester Leime auch nach der Verleimung, zu flachen Platten in Formen bringen, und zwar nach der Verleimung dadurch, daß das Holz in warmem Wasser oder Dampf erweicht, gebogen und in der gebogenen Form

so lange festgehalten wird, bis es wieder getrocknet ist. Es lassen sich Winkel, U-Profile herstellen, deren Schenkel sich, wenn gewünscht, durch Aufleimen von Furnieren oder Sperrholzauflagen verstärken lassen. Es können auch T-Profile aus Sperr- und Doppelholz leicht aufgebaut werden. Gentzke gibt in der angezogenen Arbeit für eine ganze Anzahl von Profilen Vergleichszahlen, z. B. hinsichtlich der Knicklasten mit Vollhölzern derselben Holzart und desselben Gewichtes aus denen ich einige Zahlen hier wiedergeben will, um die Möglichkeiten zu zeigen, die Sperrholz in dieser Beziehung bietet.

Für z. B. 80 cm Länge des Knickstabes ergibt sich bei einem quadratischen Vollholzquerschnitt von $13,1 \times 13,1 \text{ mm}^2$, d. h. $1,7 \text{ cm}^2$ Fläche, verglichen mit einem Sperrholzwinkel von 30 mm Schenkellänge bei 3 mm Dicke (d. h. $1,8 \text{ cm}^2$ Fläche) und vorausgesetzter Knickrichtung senkrecht zu einem Schenkel das Verhältnis der Knicklasten zu 50 kg gegenüber 220 kg. Ein quadratischer Vollquerschnitt, $27,1 \times 27,1 \text{ mm}^2$, also $7,35 \text{ cm}^2$, verglichen mit einem U-Träger gleichen Querschnittes mit 100 mm Steghöhe, 35 mm Schenkellänge und 3 mm Dicke, dessen Schenkel beiderseitig durch 5 mm Sperrholz verstärkt sind, ergibt die Knicklasten zu etwa 750 kg für Vollholz und 1350 kg für das Sperrholzprofil. Hierbei steht die vorausgesetzte Knickrichtung auf dem liegenden U-Träger senkrecht zum Steg.

Die Versuche bei Schütte-Lanz mit den dort gefertigten Sperrholzträgern haben ergeben, daß die Elastizitätsgrenze nicht ausgeprägt und schwer bestimmbar ist. Die Streck- und Quetschgrenze ist bei Sperrholz kaum feststellbar, weil sie mit der Bruchgrenze fast zusammenfällt. Man fand, daß Träger aus Sperrholz beim Untersuchen ohne vorherige Anzeichen des Bruches plötzlich zusammenfielen. In der Ermüdung konnte man zwischen Stahl, Duralumin und Sperrholz keine nennenswerten Unterschiede bei Beanspruchungen von 10 bis 15 vH unter der Elastizitätsgrenze bzw. mit 0,6 der Bruchfestigkeit beobachten. Es muß hier jedoch erwähnt werden, daß es sich bei allen diesen Untersuchungen nicht um Sperrholz in gewöhnlichem Sinne handelte, sondern um Sperrholz, dessen Furniere bereits vor der Verleimung einem gewissen Veredelungsvorgang unterworfen wurden, sie waren geharzt und lackiert. Auf den Einfluß dieses Veredelungsvorganges komme ich auch noch zu sprechen.

Die Festigkeit des Sperrholzes, gleichgültig, wie es verleimt und wie es aufgebaut wird, hängt selbstverständlich ab von der Festigkeit der einzelnen Holzelemente, der Festigkeit des Leimes und seiner Bindung. Der Einfluß, den der Feuchtigkeitsgehalt auf die Festigkeitseigenschaften des Holzes hat, ist bekannt. Man findet in jedem guten Taschenbuch neben Festigkeitszahlen auch Angaben, bei welchem Feuchtigkeitsgehalt diese erzielt worden sind. Diese Zahlen beziehen sich jedoch meist auf luftgetrocknetes Holz. Kommt man zu künstlich getrocknetem Holz, wo stets der Trocknung eine Dämpfung vorausgegangen ist, so kann man unter Umständen schon wesentlich verschiedene Zahlen erhalten.

In der Sperrholzherstellung wird nun, wie eingangs kurz erwähnt, das Holz durch einen Koch- oder Dämpfvorgang vorbereitet, und zwar wird nicht nur gedämpft, um gewisse Bestandteile dem Holze zu entziehen und um die Trocknung zu erleichtern, sondern auch um das Messern und Schälen überhaupt erst wirtschaftlich zu ermöglichen. Daß die Festigkeit der Furniere wesentlich von der Art der Vorbehandlung durch Dämpfen oder Kochen beeinflusst wird, ist bekannt. Zahlen, die einwandfrei diese Verhältnisse klarlegen, sind meines Wissens nicht vorhanden. Ich habe erst vor kurzem in einem Vortrag im Reichsforst-Wirtschaftsrat die Anregungen geben müssen, in dieser Beziehung endlich wissenschaftliche Forschung einsetzen zu lassen. Man weiß, daß das Holz durch wiederholtes Kochen außerordentlich in seinen Festigkeitseigenschaften geschädigt werden kann, ebenso durch Anwendung zu hoher Dämpftemperaturen. Man ist bisher z. T. in dieser Beziehung auf Werte angewiesen, die als Geheimnisse von den einzelnen Betriebsleitern gehütet werden.

⁹⁾ Vergl. die Arbeit von Dipl.-Ing. G e n t z k e, Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt Bd. 15 (1924) S. 77, der auch die weiteren Zahlen entnommen sind, die für Teile dieses Luftschiffes hier gegeben werden.

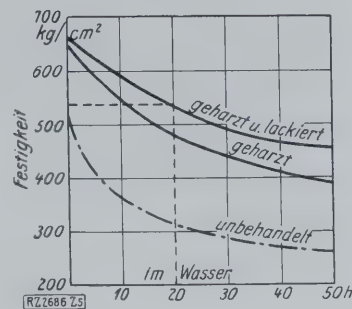
Natürlich kann man durch Verbindung von Furnieren aus verschiedenen Holzarten Sperrholz der verschiedensten Eigenschaften erzielen, jedoch muß immer dabei beachtet werden, daß bei Anwendung verschiedener Holzarten in der Bemessung der Dicken der Gleichgewichtstand erhalten bleibt, der das Sperrholz als solches kennzeichnet. Man verwendet allgemein z. B. für die äußeren Mittellagen der starken Platten Weichholz, während man als Außenfurnier Harthölzer benutzen kann. Man kann auch schwache Platten aus verschiedenen Holzarten aufbauen, z. B. solche mit weicher Mittellage und Außenlagen mit verhältnismäßig hohen Oberflächenhärten. Man kann also durch Anwendung verschiedener Hölzer auch die Festigkeitseigenschaften und die Bearbeitungsfähigkeiten z. B. beim Biegen, Drücken und Ziehen entsprechend beeinflussen. Man kann sogar noch weitere Holzarten zum Sperrholzaufbau verwenden, die als Vollholz für ähnliche Zwecke überhaupt nicht in Frage kommen können. So werden z. B. in überwiegendem Maße zur Zeit in Europa das afrikanische Gaboon oder auch kumé mit Erfolg zu Sperrplatten verarbeitet, die wegen ihrer geringen Festigkeitseigenschaften als Vollholz gar nicht in Frage kommen. Nebenbei sei hier darauf hingewiesen, welche wichtige Aufgabe hierdurch das Sperrholz löst in der Frage der Verwertung minderwertiger Hölzer für höhere Zwecke, eine Frage, die um so dringlicher wird, je mehr die Holzknappheit auf der ganzen Welt fortschreitet.

Veredlung des Holzes vor der Verleimung

Man hat nicht ohne Erfolg versucht, das Holz vor seiner Verarbeitung, wie bereits erwähnt, einer Verleimung zu unterwerfen, um durch diese einen Teil der Ungleichmäßigkeiten auszuschalten, die dem Holz als solchem innewohnen und die durch die Vorbehandlung bei der Verarbeitung zum Furnier in den Werkstoff gelangen werden können. Beim Schütte-Lanz-Luftschiff hat man durch Harzen mit Paraffin und Räuchern mit Formaldehyd und Lackieren nicht nur eine Verbesserung bezüglich der geringeren Wasseraufnahme des Holzes, sondern auch eine Steigerung der Festigkeit erzielt, Abb. 5 und 6.

Mannigfache Versuche sind gemacht worden, das für Sperrholz verarbeitete Holz zu tränken. Diese Ver-

Abb. 5
Einfluß der Feuchtigkeit auf die Festigkeit von schwachen Sperrplatten in unveredeltem und veredeltem Zustande



suche haben nur dann zufriedenstellende Ergebnisse gezeigt, wenn man entweder bei der darauf folgenden Verleimung oder vorher das Holz unter starken Druck gesetzt hat.

Auf Grund jahrelanger Versuche auf diesem Wege ist es gelungen, ein Verfahren auszuarbeiten, das die Festigkeitseigenschaften des Holzes außerordentlich steigert und vor allen Dingen die unverwüstliche Lebenskraft des Holzes erhält, die sich in dem Quellen und Schrumpfen unter dem Einfluß von Feuchtigkeitsänderung äußert — auch wenn es noch so oft von zahlreichen Patentinhabern totgesagt wird —, es jedoch in Grenzen eindämmt, die eine verhältnismäßig große Gleichmäßigkeit der Furniere erwarten läßt. Dieses so behandelte Holz ist unter dem Namen Lignostone bekannt geworden. Es wird vorzugsweise aus deutscher Buche gefertigt durch eine Tränkung unter einer bestimmten Temperatur und gleichmäßiger, allseitiger Zusammenpressung des Holzes senkrecht zu seiner Wuchsrichtung. Die Zusammenpressung ist so stark, daß bei verschiedenen Arten das spezifische Gewicht auf etwa das Doppelte seines ursprünglichen Wertes steigt.

In Zahlentafel 1 habe ich einige Festigkeitszahlen angegeben, die zeigen, was man mit einer derartigen Vorbehandlung des Holzes erreichen kann. Man sieht, daß Werte erzielt werden, die weit über denen der wertvollsten ausländischen Harthölzer, wie Pockholz und Teakholz, liegen. Die Bearbeitung dieses Lignostones erfordert freilich etwas andre Werkzeuge als diejenigen, die man bei unbehandeltem Holz zu gebrauchen gewohnt

Zahlentafel 1
Einfluß der Veredlung auf das Holz
Mechanische Eigenschaften verschiedener Hölzer und von Lignostone
(Versuche unter 10 vH Feuchtigkeit, berechnet auf die Trockensubstanz)

Holzart	Spez. Gewicht	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Biegeproben					Schlagbiegeprobe	σ_B axial	Härte			Spaltfestigkeit	
		σ_B	σ_E	$\frac{\sigma_E}{\sigma_B}$	E	f_m			nach Janka	nach Ago	nach Brinell	radial	tangential
Lotbuche	0,67	1300	610	0,47	134,0	0,29	2,8	610	—	—	—	45	26
Irke	0,69	1180	400	0,34	129,5	0,24	3,0	570	660	30	—	43	32
Erle	0,54	950	400	0,42	97,4	0,45	2,1	420	550	25	—	27	18
Pockholz	1,21	2090	1380	0,61	160,0	0,20	4,6	1080	2400	104	—	55	47
Teakholz	0,68	1090	660	0,61	124,2	0,26	1,7	530	570	26	—	31	18
Lignostone	1,35	2610	1260	0,48	242,8	0,15	7,1	—	—	150	27	106	92

Diese Zahlen sind den Berichten der Untersuchungsstelle der N. V. Maatschappij „Ago“ in Ter-Apel entnommen.

Es bedeutet:

Spalte 1 σ_B Bruchspannung in kg/cm²,

„ 2 σ_E Last an der Elastizitätsgrenze in kg/cm²,

„ 3 $\frac{\sigma_E}{\sigma_B}$ Wert der Biegsamkeit,

„ 4 E Elastizitätsmodul in kg/cm²,

„ 5 f_m Biegungspfeil berechnet auf 100 kg. Wert für Biegebarkeit in cm,

„ 6 Dynamische Arbeit bei der Schlagbiegeprobe in mkg beim Bruch eines Stabes von 4 cm² Querschnitt und 24 cm Länge,

„ 7 σ_B Bruchspannung bei Druckbelastung in kg/cm²,

„ 8, 9, 10 Härte senkrecht zur Faserrichtung. Das Verfahren nach Brinell und auch das von Janka versagen hier bei den weicheren Hölzern. Die Maatschappij „Ago“ hat in Anlehnung an Janka ein eigenes Verfahren ausgebildet, bei dem statt einer Halbkugel ein Stahlzylinder von 2 mm Dmr. und 1 mm Höhe verwendet wird. Die Härtezahl nach Brinell verhält sich zu der nach „Ago“ wie 1:5,5 bis hinauf zu Brinellhärten von 100. Das Verhältnis von Janka zu Ago beträgt 1:22,

„ 11, 12 Spaltfestigkeit. Kraft in kg, die notwendig ist, um 4 cm² zu trennen (Verfahren Nördlinger).

ist, es hat auch für die Untersuchung, wie dies z. B. die der Härtebestimmung zeigt, die Konstruktion eigener Geräte bedingt.

Die Tatsache, daß man im allgemeinen bei Lignostone Kennzahlen feststellen kann, die man von Metallen her gewohnt ist, und zwar, wie ich feststellen konnte, mit großer Sicherheit und Gleichmäßigkeit, zeigt zunächst die außerordentliche Veränderung, die das Holz durchgemacht hat. Es kann hieraus aber nicht etwa ein Gegensatz zu dem herausgelesen werden, was ich für gewöhnliches Sperrholz vorher ausgeführt habe. Wie erwähnt, arbeitet jedoch auch dieses Lignostone noch, weil es eben Holz ist, d. h. es quillt und schrumpft, wenn auch außerordentlich viel langsamer als unbehandeltes Holz. In Abb. 6 ist zum Vergleich mit geharzt und lackiertem Holz auch die Schaulinie von Lignostone dargestellt.

Man sieht also, daß man durch Veredlung einen großen Teil der Ungleichmäßigkeiten ausschalten kann, die der Werkstoff Holz in die Verbindung Sperrholz bringt. Ich habe mich davon überzeugen können, daß man bei Lignostone bei einer richtigen Nachprüfung, trotz der Verschiedenheiten des Ausgangstoffes, sehr leicht außerordentlich gleichmäßige Endergebnisse erzielen kann, ohne daß das Holz als solches zerstört wird. Natürlich kann man mit geeigneten Werkzeugen Lignostone auch messern, Furniere daraus herstellen und hieraus ein Sperrholz aufbauen, das zumindest die Festigkeitseigenschaften zeigt, die in Zahlentafel 1 angegeben sind. Die Frage ist jedoch, ob sich dies wirtschaftlich ermöglichen läßt, was zur Zeit untersucht wird.

Festigkeit der Leimbindungen

Das Bindemittel, der Leim, ist eines der trübsten Kapitel, das vielleicht mit der Rolle des Härtepulvers in den verflossenen Jahrzehnten verglichen werden kann. Für industrielle Zwecke kommt Leder- oder Knochenleim nicht in Frage. Es müssen Leime verwendet werden, die wenigstens als einigermaßen feuchtigkeitsbeständig angesehen werden können. Aus diesem Grunde scheidet auch der in Amerika übliche Stärkeleim aus. Es bleiben lediglich die Leime übrig, die auf Kasein und Albumin aufgebaut sind, oder sogenannte Harzleime.

Der Flugzeugindustrie ist es zu verdanken, wenn sich gewisse Normen ausgebildet haben, mit denen man versucht, die Wertigkeit der einzelnen Verleimungen miteinander zu vergleichen. Wie früher die Feile beim Härten so häufig zur falschen Beurteilung der zweckmäßigsten Härte gedient hat, so dient heute noch das große Taschenmesser des Leimmeisters, mit dem er zwischen die verleimten Furniere eindringt und sie voneinanderreißt, dazu, um irrümliche Begriffe über die Güte einer Verleimung hervorzubringen. Diesem Irrtum soll hier zum erstenmal entgegengetreten werden.

Je nach der Zusammensetzung, der Dickflüssigkeit des Leimes und der Porosität oder Dichte sowie der Vorbereitung des Furniers dringt der Leim mehr oder minder in die Poren der Furnierfläche ein. Dringt er tief ein, so nimmt man an, daß eine recht feste Verankerung des Leimes mit dem Holz stattgefunden hat. Es tritt dann eine sogenannte Transversalverbindung ein, das, was der

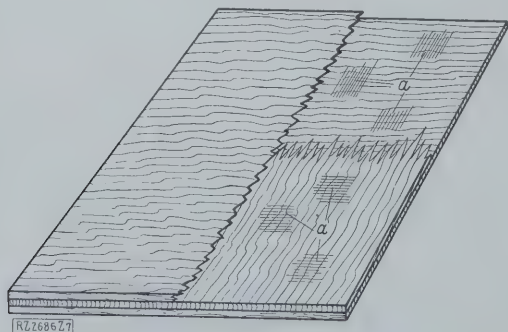


Abb. 7

Schema des Holzbruchs

a Stellen, auf denen Faserchen der darüberliegenden abgerissenen Platte haften

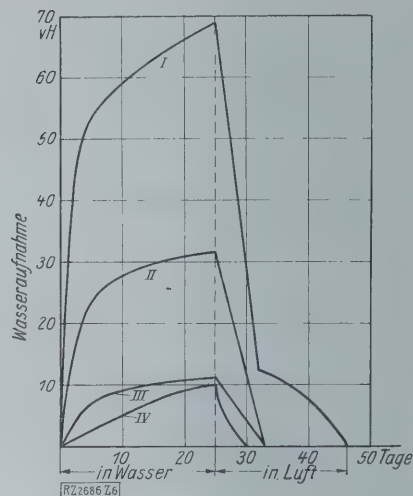


Abb. 6

Wasseraufnahme von Sperrholz, unbehandelt und veredelt sowie von Lignostone

I unbehandeltes Tannenholz, dreifach verleimt in Seewasser
II geräuchertes Tannenholz, dreifach verleimt in Seewasser
III im Kessel geharztes Tannenholz, dreifach verleimt in Seewasser
IV Spezial-Lignostone in Süßwasser

Leimmeister Leimen nennt. Bleibt der Leim nach seiner Abbinde elastisch, so wird sich unbedingt hierbei eine größere Leimfestigkeit zeigen, als wenn derselbe Leim z. B. auf einem Holz verwendet wird, das eine dicht harte Oberfläche, in das er nicht eindringen kann; bei dem also nur eine Filmbindung (ein „Kleben“) stattfinden würde. Leider zeigt es sich nun, daß diejenige Leime, die für industrielle Leimungen jetzt meist benutzt werden, vornehmlich das Kasein, nach dem Abbinden spröde werden; man merkt das leicht, wenn man mit Kasein verleimte Platten trocken biegt. Hierbei reißen die kleinen Zapfchen, die in das Holz gedrungen sind, von der Leimhaut los, es verbleibt eine schlechtere Leimbindung, als wenn der Leim überhaupt nicht eingedrungen wäre, weil an den Bruchstellen der vom Leim ausgehenden Zapfchen keine Verbindung mehr mit dem Holz vorhanden ist und die Gesamtheit der kleinen Bruchflächen einen nicht unbeträchtlichen Teil der noch verbleibenden Berührungsfläche zwischen Leim und Holz darstellt. Nun zeigt sich, daß bei denjenigen Leimen, die nach dem Verleimen elastisch bleiben, wie z. B. bei Yavan, eine Transversalbindung nur in sehr geringem Maß eintritt, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß, während Kasein z. B. bei Auftrage einen Gehalt von etwa 70 bis 80 vH Wasser hat, Yavan nur etwa 10 vH zu enthalten braucht.

In Abb. 7 ist schematisch und roh dargestellt, was sich ereignet, wenn man die Platten eines Sperrholzes gewaltsam voneinander löst. Es bleiben Faserchen der abgerissenen Platte auf der darunterliegenden haften; a so derartige Stellen zeigen. Nun urteilt zur Zeit der Meiste so, daß er die Verleimung für um so besser hält, je mehr Fläche der verbliebenen Platte von den Faserchen der abgerissenen bedeckt ist. Diese Fläche ist ein Maßstab der vorhandenen Transversalbindung, sofern nicht vorher durch starkes Biegen ein Abbrechen der kleinen Leimzapfchen eingetreten ist. Sie ist bei Leimen, die mit Alkalien angesetzt sind, ferner ein Maßstab dafür, inwieweit ein Angriff auf die für die Festigkeit wertvollen Bestandteile des Holzes erfolgt ist, also eine Schwächung des Holzes an den Stellen, an denen es mit dem Leim in Berührung kommt⁴⁾. Daß sie keinesfalls zur Beurteilung der Güte der Verleimung selbst herangezogen werden kann, werde ich sogleich an einigen Untersuchungen des Forest Products Laboratory, bekanntlich der Forschungsstelle der Forstabteilung des Landwirtschaftsministeriums der Vereinigten Staaten, zeigen. Vorher will ich noch kurz

⁴⁾ Näheres hierüber, besonders über die chemischen Vorgänge ist zu finden in meiner Arbeit „Einiges über Sperrholzleime“, „Wirtschaftliche Technik“ Bd. 7/17 (1927) S. 198.

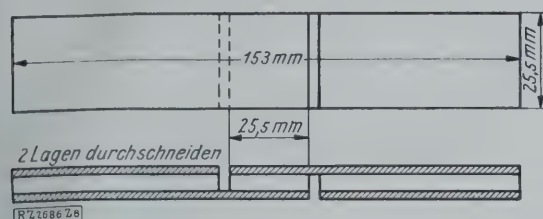


Abb. 8

Normalstab für die Untersuchung der Scherfestigkeit der Leimbindung an Sperrplatten nach den Normen des Forest Products Laboratory

eine Beschreibung des Leimprüfverfahrens geben, das zur Zeit in den Vereinigten Staaten und in England als Norm für die Lieferung von Flugzeugplatten anerkannt ist und das neuerdings auch allgemein vom Sperrholzhändler zur Beurteilung der Leimung herangezogen wird.

Prüfverfahren

Abb. 8 zeigt den normalen Zerreißstab. Aus einer Sperrplatte wird ein Stab von 153 mm Länge und 25,5 mm Breite herausgeschnitten. Im Abstande von 25,5 mm wird senkrecht zur Längsachse des Stabes, wie in Abb. 8 gezeigt, einmal das obere Furnier und das Mittelfurnier bis zum Unterfurnier durchgeschnitten, das andre Mal das Unterfurnier und das Mittelfurnier bis zum Oberfurnier, so daß also eine Leimprüffläche von 6,5 cm² (entsprechend 1 Quadrat Zoll englisch) verbleibt, an der die Zerreißkraft angreift. Das Sperrholz ist so hergestellt, daß die Faserrichtung der Außenfurniere parallel liegt mit der Richtung der angreifenden Kraft.

Mindestens drei derartige Stäbe sollen bei jedem Versuch zerrissen werden. Die Bruchfestigkeit (Scherfestigkeit) darf bei mindestens zweien nicht weniger betragen als 14 kg/cm² für Güte A und 10,5 kg/cm² für Güte B.

Als übliche Zerreißmaschine wird in England und Amerika die Avery-Maschine, Abb. 9, benutzt, die für 1500 kg Höchstbelastung gebaut ist. Die Einspannbacken des Probestabes sind deutlich zu sehen. Der links hängen-

gende Blecheimer hängt beim Zerreißversuch als Belastung auf der rechten Seite des Wagebalkens, dort, wo jetzt mehrere Belastungsgewichte an einem Haken hängen. Aus dem oberen Behälter fließt dauernd feines Schrot in den Blecheimer, bis der Bruch eintritt. In diesem Augenblick schnellert der Eimer etwas nach unten und schließt selbsttätig den Schrotzufluß ab. Alsdann werden Eimer und Gewichte in die Lage gebracht wie in Abb. 9. Das Gewicht des Eimers mit Schrotbelastung wird an dem Wagebalken gewogen, der mit einer Skala bis zu 100 kg in Abständen von je 5 kg geeicht ist. Die Zusatzgewichte hängen rechts an dem Haken, damit man die volle Belastung abwiegen kann. Das untere Handrad dient zur Erzeugung der Prüfspannung und wird jeweils so eingestellt, daß der Wagebalken immer in Nullstellung steht, und daß die Schrotlast der eingestellten Prüfspannung entspricht.

Die zahlreichen Versuche in dem Forest Products Laboratory haben gezeigt, daß besonders bei Albumin, Kasein wie auch bei den sonstigen Verleimungen, die Ansprüche auf eine relative Feuchtigkeitsbeständigkeit machen, die Leimfestigkeit abnimmt, wenn das Sperrholz während einer längeren Zeit einer gewissen Feuchtigkeit ausgesetzt ist. Als Norm hat sich eine Untersuchung herausgebildet, die wie folgt durchgeführt wird. Die Probestücke werden in zwei gleiche Teile geschnitten; aus der ersten Hälfte werden sofort Probestäbe genommen, und zwar liegen in jeder Untersuchungsreihe fünf Probestäbe, von denen der Durchschnitt genommen wird. Diese werden dann zerrissen. Die Zerreißfestigkeit (es handelt sich hier stets um die Scherfestigkeit) wird nach der oben angegebenen Norm festgestellt; sodann wird der Anteil des Holzbruches ermittelt, d. h. es wird die Fläche gemessen, die mit haftengebliebenen Holzsplitterchen des abgerissenen Stückes versehen ist, und ins Verhältnis gesetzt zur gesamten Zerreißfläche. Einmal werden die Versuche an Probestäben vorgenommen, die ohne weitere Behandlung bei Raumtemperatur zerrissen werden. Zweitens werden die Stäbe 48 Stunden in Wasser gelegt und dann zerrissen. Die zweite Hälfte der genommenen Probestäbe wird ein Jahr lang in einem Raum aufbewahrt, in dem eine gleichmäßige Temperatur von 22 °C bei einem gleichmäßigen Feuchtigkeitsgehalt von 30 vH gehalten wird, eine ungemein harte Probe für Verleimungen. Nach

Zahlentafel 2

Aus den Prüfungen Blatt 1382 Versuch 5157-4 der Forest Products Laboratory, Wisconsin U.S.A., vom 21. Oktober 1926 (umgerechnet auf kg/cm²) Dreimal verleimte Birkenfurniere von je 1,6 mm Dicke mit Yavan nach einjährigem Verweilen bei 22 °C unter 30 vH relativer Feuchtigkeit

Reihe	Stab Nr.	Scherfestigkeit in kg/cm ²	Holzbruch in vH	Scherfestigkeit in kg/cm ²	Holzbruch in vH
		bei Raumtemperatur		beim Naßzerreißversuch nach 48 h Wässerung in Wasser von Raumtemperatur	
Y. B. 3	1	33,8	100	32,2	0
	2	31,7	95	27,2	100
	3	32,0	100	29,8	100
	4	26,8	100	27,8	100
	5	26,4	100	29,6	100
	Mittel	30,1	99	29	80
Y. B. 4	1	34,2	100	34,5	0
	2	34,6	5	29,2	0
	3	36,3	0	31,0	0
	4	35,7	0	34,5	0
	5	28,6	0	29,2	0
	Mittel	33,9	21	31,5	0
Y. B. 5	1	33,5	0	29,2	0
	2	30,7	20	32,8	0
	3	38,5	25	31,3	0
	4	32,8	0	30,7	0
	5	30,7	50	32,7	0
	Mittel	33	19	31	0

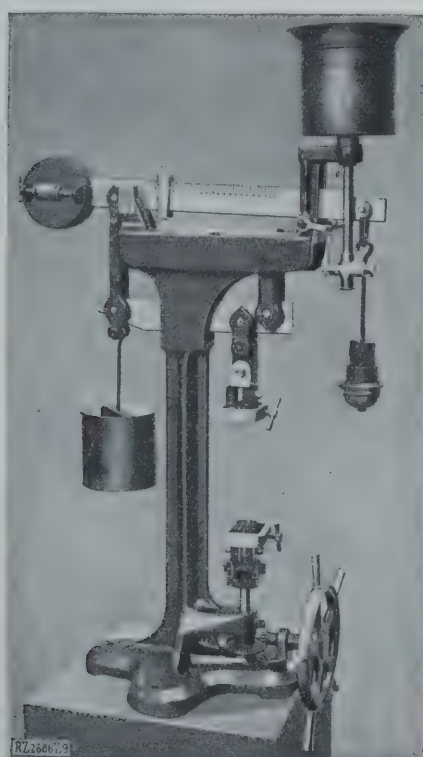


Abb. 9

Sperrholz-Prüfmaschine von Avery

Zahlentafel 3

Aus den Prüfungen Blatt 1382/83, Versuch 5157-4 vom 21. Oktober 1926 und dem entsprechende Versuch vom 26. Oktober 1925 der Forest Products Laboratory Wisconsin (umgerechnet auf kg/cm²)

Dreimal verleimte Birkenfurniere von je 1,6 mm Dicke mit Yavan; jeder Wert ist der Durchschnitt von fünf Einzelproben

Leimsorte	Platte Nr.	Versuche an der ersten Hälfte der Proben nach Verleimung bei 130 °C				Nach Lagerung der zweiten Hälfte der verleimten Proben vom 26. Oktober 1925 bis 21. Oktober 1926 bei 30 vH relativer Feuchtigkeit und 22 °C			
		Trockenzerreiversuch bei Raumtemperatur		Nazerreiversuch nach 48 h Lagern in Wasser von Raumtemperatur		Versuch bei Raum- temperatur		Nazerreiversuch nach 48 h Lagern in Wasser von Raumtemperatur	
		Scherfestig- keit kg/cm ²	Holz- bruch vH	Scherfestig- keit kg/cm ²	Holz- bruch vH	Scherfestig- keit kg/cm ²	Holz- bruch vH	Scherfestig- keit kg/cm ²	Holz- bruch vH
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yavan B (Holzverleimung)	1	35,7	2	28,6	67	31,7	0	27,3	30
	2	31,3	40	26,5	95	26,8	10	26,3	82
	3	33,2	19	28,6	10	30,2	99	29,2	80
	4	31,5	14	33,8	8	33,7	21	31,7	0
	5	29,5	2	24,2	41	33,2	19	31,2	0
	mittel	32	15	28,3	44	31	30	29	40
Yavan W (Holz- auch Metall- verleimung)	1	32,9	86	22,6	2	30,9	86	25,7	78
	2	31,3	45	25,7	13	29,8	37	20,7	16
	3	23,8	41	23,2	99	29,7	80	21,5	41
	4	30,0	43	26,3	10	28,0	60	26,2	26
	5	31,2	0	26,3	2	24,3	0	20,2	23
	mittel	32,7	43	23,3	25	28,4	55	22,8	37

Ablauf des Jahres werden sodann die Versuche in der-
selben Weise wiederholt.

Wenn nun die Proben der Leimmeister für die Be-
urteilung der Leimfestigkeit allgemein maßgebend wären,
so müßte man bei 100 vH Holzbruch die höchste Festig-
keitszahl erhalten. Aus mir vorliegenden Versuchen ge-
he ich in Zahlentafel 2 einige Zahlen, und zwar von einem
Birkensperrholz, das aus drei Furnieren von je 1,6 mm
Dicke mit Yavan verleimt worden ist, also dem Leim, der
hauptsächlich Filmbindung ergibt und doch die höchsten
Festigkeitswerte zeigt.

Zahlentafel 2 zeigt keinen irgendwie gearteten geset-
zmäßigen Zusammenhang zwischen Holzbruch und Leim-
festigkeit. Im Gegensatz zur Leimmeisterregel ist gerade
bei der geringsten Festigkeit die ganze Fläche mit an-
haftenden Teilen des abgerissenen Furniers belegt (Y. B. 3
Nr. 5), während die höchste Festigkeit (Y. B. 4 Nr. 3) bei
reiner Filmbindung ohne Bruch gemessen wurde.

Aus Zahlentafel 2 geht hervor, wie der genau durch-
geführte wissenschaftliche Versuch wieder einmal be-
wiesen hat, daß eine jahrelang gebrauchte Faustregel
nicht zu Recht besteht, und daß vielleicht so manches
Werk bei Versuchen mit Leimen auf falsche Bahnen
gelenkt worden ist, weil die exakte Forschung noch nicht
die Grundlage für die richtige Beurteilung gefunden
hatte.

Der Begriff der Feuchtigkeitsbeständigkeit ist
natürlich nicht eindeutig. Es hat sich gezeigt, daß von
den bisher meist gebräuchlichen Leimen der Kaseinleim
in dieser Beziehung noch die besten Ergebnisse erzielen
ließ, daß aber auch bei ihm nach längerer Feuchthaltung
eine Zersetzung unter Herabminderung der Festigkeit
eintritt. Diese Tatsache ist nicht, wie man irrmlich
lange Zeit angenommen hatte, auf Bakterien zurück-
zuführen, sondern wie das Forest Products Laboratory fest-

stellen konnte, auf eine chemische Zersetzung des Kaseins
durch Einwirkung von Feuchtigkeit.

Zahlentafel 3 zeigt die Festigkeit des auch den
Kasein an Festigkeit und Feuchtigkeitsbeständigkeit
überlegenen Yavans B, das für Holzverleimung benutzt
wird, und des Yavans W, das für Verleimung von Sperr-
holz mit Metallen verwendet wird, bei dem, wie auch
aus Zahlentafel 3 hervorgeht, eine Beeinträchtigung der
Festigkeit durch Einwirkung von Feuchtigkeit nicht ha-
festgestellt werden können. Es zeigt sich, daß z. B. die
Bindung mit einem derartigen Leim mehr als doppelt
so stark ist, wie diejenige, welche von der Britischen
Admiralität vorgeschrieben worden ist.

Vergleicht man die Mittelwerte der entsprechenden
Spalten 3 und 4 mit 7 und 8, ferner 5 und 6 mit 9 und 10
so sieht man, daß auch die für Verleimungen so scharfe
Probe, die Verbindung ein Jahr lang 30 vH Feuchtigkeit
auszusetzen, an der Festigkeit der Verleimung nichts ge-
ändert hat. Das besagt, daß die Leimfrage gelöst ist und an-
ihr der Versuch, gleichmäßiges Sperrholz zu schaffen, nicht
scheitern wird. Letztthin verlangen der Kraftwagenbau und
auch der Eisenbahnwagenbau Verbindungen von Metallen
mit Sperrholz. Auch diese Frage ist, wie Zahlentafel 3
für Yavan W zeigt, gelöst.

Ich möchte nochmals betonen, daß der knappe Raum
hier natürlich nur gestattet hat, den Gegenstand schlag-
lichtartig zu behandeln. Wer in der Industrie die Ge-
eignetheit von Sperrholz für den einen oder anderen
Zweck feststellen will, sieht aus dem Obigen, daß es falsch
wäre, aus dem Handel irgendein Sperrholz für Versuche
zu beziehen. Man muß sich mit gut eingerichteten Fabriken
in Verbindung setzen und ihnen genau sagen, was man
haben will. Nur dann können Versuche zur Ausnutzung
der Eigenheiten des Sperrholzes für die Technik zum Er-
folge führen.

[B 2686]

Die Brennstoffausnutzung im Bäckereigewerbe

Von Prof. Chr. Eberle, Darmstadt

Die üblichen Backofenbauarten — Eingehende Versuche der Hauptstelle für Wärmewirtschaft zur Feststellung des Wärmeverbrauches und der Wärmeverluste

Die Brennstoffnot der Kriegs- und Nachkriegsjahre hat die Aufmerksamkeit weitester Kreise des Gewerbes auf die Frage der bestmöglichen Brennstoffausnutzung gelenkt. War bis dahin die sparsame Verwendung des Brennstoffes nur unter dem Gesichtspunkt der Kostenverminderung geboten, so galt es jetzt mit einer zugewiesenen Kohlenmenge eine möglichst hohe Heizwirkung zu erzielen, um die Aufrechterhaltung des Betriebes im bisherigen Umfang zu ermöglichen. Die Durchführung eines Betriebes und seine Leistungsfähigkeit waren Brennstofffragen geworden, und so ist es sehr verständlich, daß sich in dieser Zeit die volle Aufmerksamkeit der Gewerbetreibenden der Brennstoffausnutzung und dem Wirkungsgrad der Brennstoffverwendung zugewendet hat.

Der unermüdlichen Belehrung, der regen Mitarbeit der Feuerungstechnik und der Gewerbetreibenden ist es in vielen Fällen auch gelungen, den Brennstoffverbrauch bedeutend herabzusetzen; ein besonderer Erfolg war es, daß es gelang, Arbeitsvorgänge, die früher nur mit bestimmten hochwertigen Brennstoffen durchgeführt werden konnten, auf minderwertige Kohlen umzustellen. Untersuchungen am Küchenherd¹⁾ zeigten, daß im allgemeinen kaum 10 vH der Kohlenwärme für das Kochen ausgenutzt werden, und daß durch entsprechende Bemessung der Feuerung und geeignete Bedienung die Nutzwärme verdoppelt werden kann. Die von verschiedenen Seiten durchgeführten Versuche an Schmiedöfen²⁾ verschiedener Art und Größe lehrten, daß die Wärmeausnutzung bei diesem für Gewerbe und Industrie so bedeutsamen Arbeitsvorgang ganz erschreckend gering ist und sich zwischen 3 und 20 vH bewegt.

Diese auf vielen Gebieten der Brennstoffverwendung gewonnenen Erfahrungen haben die Erbauer von Feuerungseinrichtungen aller Art zu einer rührigen und erfolgreichen Verbesserungsarbeit angeregt, die sich über die Zeiten der Kohlennot hinaus fortgesetzt hat, und es ist im Sinne der wirtschaftlichen Vervollkommenung aller Vorgänge unseres Volks- und Wirtschaftslebens zu wünschen, daß diese Arbeit im Gange gehalten wird und durch weitere Untersuchungen immer neue Anregungen erhält. Diese Erwägungen veranlaßten das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit in Industrie und Handwerk auch Mittel für diesen Zweck zur Verfügung zu stellen. Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung dieser Zuwendung.

Allgemeines

Einteilung und Kennzeichnung der Backöfen

Die Entwicklung des Backofens ist im wesentlichen bestimmt durch die Entwicklung seiner Heizeinrichtung. Nach der Art der Beheizung lassen sich die verschiedenen, heute gebräuchlichen Backofenbauarten unterscheiden in unmittelbar und mittelbar beheizte Öfen. Bei den unmittelbar beheizten sogenannten „Deutschen Öfen“ streichen die Heizgase durch den Backraum, werden dann in mehreren Zügen um den Herd geführt und ziehen nach dem Schornstein ab. Solange man nur Holz verheizte, brannte das Feuer unmittelbar auf dem Herd selbst ab. Mit der Einführung der Kohlenheizung wurde seitlich oder unterhalb des Herdes ein besonderer Rost eingebaut. Die weiteren Verbesserungen am Deutschen Ofen erstreckten sich auf die zweckmäßige Ausbildung von Rost und Feuerraum und den dichten Abschluß der Einschießöffnungen und des Rauchgasabzuges.

Da ein ununterbrochenes Beschicken des Deutschen Ofens wegen der Zwischenheizung nicht möglich und damit seine Leistungsfähigkeit begrenzt war, suchte man diesen Nachteil durch den Bau von mittelbar beheizten Öfen zu vermeiden.

Im „Kanal- oder Unterzugofen“ trennte man Heizraum und Backraum vollständig und erwärmte den Backherd durch Feuerzüge, die unterhalb und oberhalb des Backherdes verliefen. Der Ofen konnte damit unabhängig vom Einschießen geheizt werden; er gestattete eine weit stärkere Ausnutzung seiner Backfläche.

Zu den mittelbar beheizten Öfen ist auch der „Dampfbackofen“ oder „Röhrenofen“ in seinen verschiedenen Bauarten zu zählen. Der Backraum wird hier durch Stahlrohre, die teilweise mit Wasser gefüllt sind und von denen ein Ende in den Feuerraum ragt, geheizt. Die Rohre sind mit Gefälle nach dem Feuerraum zu verlegt, damit das geheizte Ende stets mit Wasser gefüllt ist und der kondensierende Dampf sich in diesem Teil sammelt. Die Röhrenöfen sind durchweg mit zwei übereinanderliegenden Backherden ausgerüstet. Oft ist zur besseren Ausnutzung der Abgase noch ein dritter, von Kanälen beheizter Herd über den andern angeordnet. Die verschiedenen Bauarten der Röhrenöfen unterscheiden sich hauptsächlich in der Art ihrer Beschickung mit Backgut, der Anordnung der Herde, sowie der Anlage und den Zügen der Feuerung.

Die Backofenfeuerung und ihre Besonderheiten

Durch die besonderen Verhältnisse beim Backvorgang unterscheiden sich die Backofenfeuerungen grundsätzlich von andern industriellen Feuerungen. Die Backofenfeuerung hat die Aufgabe, den Ofen so zu erhitzen, daß während des Backens der Backraum auf einer bestimmten Temperatur gehalten wird. Dies ist nur möglich, wenn größere Massen an der Erwärmung teilnehmen, so daß die Wärme weitgehend gespeichert wird. Andererseits gilt es, den Wärmeverlust der erhitzten Steinmassen nach außen zu vermindern, also für gute Isolierung des Ofens Sorge zu tragen, wenn die mit einer starken Abkühlung verbundenen Nachteile langer Anheizzeit und erheblicher Wärmeverluste und entsprechend vermehrten Brennstoffverbrauches vermieden werden sollen. Man ging daher beim Bau der Backöfen bereits in früher Zeit vom einfachen Ziegelstein zu hartgebrannten Steinen mit geringem Wärmeleitvermögen über. Der eigentliche Wärmebedarf zum Backen ist im Verhältnis zu der zur Erwärmung des Ofens benötigten Wärmemenge gering. Das eingeschossene Backgut wird zunächst auf 100 °C erwärmt und gibt dann im Verlaufe des Backvorganges einen Teil seines Wassergehaltes ab. Durch die im Backraum erforderliche Temperatur von mindestens 240 °C wird der äußere Teil der Ware, die Rinde, auf 200 °C und mehr erhitzt, während die Krume, der innere Teil, infolge seines Wassergehaltes kaum mehr als 100 °C annimmt.

Der Wärmebedarf ist demnach kurz nach dem Einschießen am größten, um dann mit fortschreitender Gare des Brotes kleiner zu werden. Diesen Bedingungen entspricht der alte, unmittelbar geheizte Backofen am besten, da die höhere Wandtemperatur der inneren Mauer-schichten des Backraumes eine erhöhte Wärmeabgabe im Beginn des Backens ermöglicht. Auch bei den mittelbar beheizten Backöfen wird diesem Umstande Rechnung getragen, indem man den Ofen vor jeder neuen Brotbeschickung stark heizt und das Feuer während des Ausbackens zurückgehen läßt. Dazu kommt, daß auch backtechnisch die etwas höhere Temperatur des Ofens beim Einbringen des Brotes gefordert wird, um rasches Anbacken und schnelle Krustenbildung zu erreichen.

¹⁾ Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 4 (1923) S. 136 ff.

²⁾ Archiv für Wärmewirtschaft Bd. 3 (1922) S. 99 ff.

³⁾ Die Untersuchungen wurden von der Hauptstelle für Wärmewirtschaft durchgeführt.

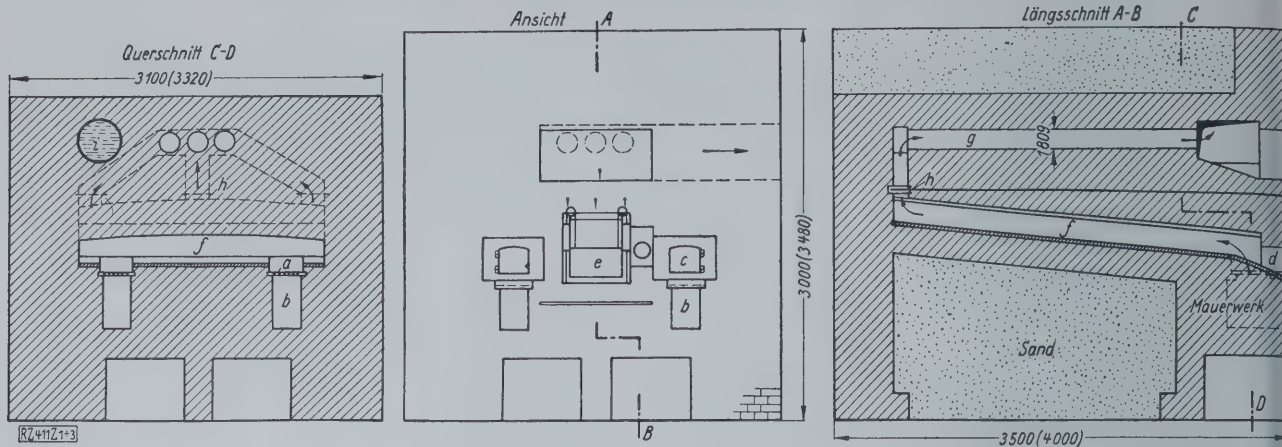


Abb. 1 bis 3. Deutscher Ofen.

Herd $2,40 \times 1,90$ [$3,00 \times 2,20$] m²Rost zweimal $0,28 \times 0,27$ [zweimal $0,3 \times 0,26$] m²

a Rost

b Aschenfall

c Feuertür

d Einschießöffnung (Mundloch)

e Schiebetür (Schruff)

Backraum

g Rauchkanal

h Schieber

i Warmwasserkessel

Die theoretisch an das Backgut übergehende Wärmemenge ergibt sich für 1 kg Brot aus folgender Rechnung:

Wird der Ausbackverlust mit 12,75 vH des fertigen Brotes angenommen, so entspricht 1 kg Brot eine Teigmenge von $\frac{1}{1-0,1275} = 1,132$ kg. Das Brot bestehe aus

30 vH Rinde mit 18 vH Wassergehalt, die beim Verlassen des Ofens auf 200 °C erhitzt sei und 70 vH Krume mit 43 vH Wassergehalt, die eine Temperatur von 100 °C habe.

Beim Herausziehen ist an fühlbarer Wärme im Brot enthalten:

in der Rinde:
 $0,30 (0,18 \cdot 1 + 0,82 \cdot 0,3) \cdot (200 - 20) = 23,0$ kcal,

in der Krume:
 $0,70 (0,43 \cdot 1 + 0,57 \cdot 0,3) \cdot (100 - 20) = 33,6$ kcal.

Zur Verdampfung des Verlustwassers sind nötig, wenn der abziehende Dampf auf 230 ° erhitzt ist:

$0,132 (701 - 20) = 90$ kcal.

Insgesamt sind demnach für 1 kg Brot aufzuwenden $23,0 + 33,6 + 90,0 = 146,6$, d. h. rd. 150 kcal, für 1 kg Teig rd. 130 kcal.

Im Schrifttum sind oft höhere Werte angegeben, indem die Verdampfwärme des beim Backen auftretenden Wassers mitberücksichtigt wird oder Zuschläge für die Ofenauskuhlung gemacht werden. Für Kleingebäck ist infolge des größeren Ausbackverlustes der Wärmebedarf höher, für schwerere Brote etwas geringer; auch sind natürlich die Art des Mehles und seine Verarbeitung auf den Wärmebedarf von Einfluß.

Einer vollkommenen Verbrennung stehen bei allen Backofenfeuerungen der unterbrochene Betrieb und die unregelmäßige Brennstoffaufgabe entgegen; denn selbst bei stark beanspruchten großen Öfen wird nur zeitweise geheizt. Das häufige Öffnen der Feuertür bei der Brennstoffaufgabe läßt kalte Luft eintreten, die den Luftüberschuß erhöht und die Verbrennungstemperatur erniedrigt. Durch die hohe Brennstoffschicht, besonders beim Anheizen des Ofens, das verhältnismäßig schnell erfolgen soll, wird bei den durchweg sehr gashaltigen Brennstoffen die Kohlenoxydbildung begünstigt. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß nur in den größten Betrieben erfahrene Heizer das Feuer bedienen; meist muß der durch Teigbereitung und Backen stark beanspruchte Bäcker nebenbei die Feuerung versehen. Diese Schwierigkeiten, die durch die Eigenart des Bäckereibetriebes gegeben sind, sind zu beachten, wenn man den folgenden Ergebnissen der Untersuchungen im praktischen Betriebe gerecht werden will.

Durchführung der Untersuchung und Auswertung der Ergebnisse

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Backöfen wurde Wert darauf gelegt, daß, soweit es die örtlichen Verhältnisse erlaubten, jede der verschiedenen Ofenbau-

arten vertreten war. Die Untersuchungen wurden in Darmstädter Bäckereien in der Zeit von Juli 1926 bis Mai 1927 durchgeführt und erstreckten sich nur auf Backöfen mit Kohlenheizung. Die Öfen wurden in dem Zustande, in dem sie sich gerade befanden, untersucht; Brennstoffe und Backgutmengen waren normal. Die Bedienung des Ofens und der Feuerung wurde durchweg dem Bäcker überlassen, um die Verhältnisse, unter denen tatsächlich gearbeitet wird, zu erfassen. Die gewonnenen Brennstoffverbrauchszahlen stellen daher weder Mittel- noch Grenzwerte für die betreffende Ofenart dar; sie sollen nur einer Anhalt über die im praktischen Betrieb erreichten Zahlen geben⁴). An den Versuchstagen wurden die verbackenen Teigmenngen sowie die dazu erforderlichen Brennstoffmengen gewogen und zugleich von dem Brennstoff Durchschnittsproben genommen, die in der Hessischen Chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe in Darmstadt auf ihren Gehalt an Asche und Wasser untersucht sowie einer kalorimetrischen Heizwertbestimmung unterzogen wurden. Die anfallenden Herdrückstände wurden ebenfalls gewogen und eine Mittelprobe jeder Versuchsreihe auf ihren Gehalt an Verbrenlichem geprüft. Während der Heizzeit wurde die Temperatur der abziehenden Rauchgase in kurzen Zeitabständen abgelesen und Proben der Rauchgase im Orsatgerät auf ihren Gehalt an CO₂ und O₂ geprüft. Außerdem wurden Zug, Raumtemperatur und Außentemperatur festgestellt. Den CO-Gehalt der Abgase ermittelte man aus dem CO₂- und O₂-Gehalt unter Berücksichtigung der Brennstoffzusammensetzung. Bei der Berechnung der in den folgenden Zahlentafeln enthaltenen Tagesmittelwerte wurden die Beobachtungen der einzelnen getrennten Heizzeiten entsprechend den jeweils verheizten Brennstoffmengen verwertet. Wurde am Sonntag oder an Werktagen abends vorgeheizt, so wurde der Brennstoffverbrauch dem folgenden Backtag zugeschrieben. Die Brennstoffbedarfzahlen sind auf Teig bezogen, weil dessen Gewicht am einfachsten vor dem Einbringen festzustellen war. Beim Vergleich mit andern im Schrifttum aufgeführten Werten sind die starken Unterschiede im Heizwerte der Brennstoffe zu beachten. Zur Umrechnung der Ergebnisse auf 100 kg Brot kann für freigeschobenes, gemischtes Brot mit 1,13 bis 1,115 kg Teigeinlage für 1 kg Fertigware, je nach dem Brotgewicht, gerechnet werden. Wegen des höheren Ausbackverlustes ist bei Kleingebäck eine Teigmenge von 1,20 bis 1,24 kg zugrunde zu legen. Will man den Brennstoffbedarf auf die verarbeitete Mehlmenge beziehen, so sind 100 kg Mehl etwa 150 kg Teig gleichzusetzen.

⁴ Es sei an dieser Stelle auf die Erhebungen verwiesen, die die Brennkrafttechnische Gesellschaft E. V., Berlin, 1921/22 unter Mitwirkung des Bäckerzentralverbandes „Germania“ in einer Reihe von Bäckereien in Berlin, Hamburg und Frankfurt a. M. durchgeführt hat. Die Ergebnisse sind in der „Zeitschrift für Brennstoff und Wärmewirtschaft“ (Mitteilungen der Brennkrafttechnischen Gesellschaft) Bd. 4 (1922) S. 67 veröffentlicht.

Ergebnisse der wärmetechnischen Untersuchungen Der unmittelbar beheizte Backofen (Deutscher Ofen)

Die beiden untersuchten Deutschen Öfen, Abb. 1 bis 3, d nahezu von der gleichen Bauart und beide seit etwa Jahren ohne wesentliche Veränderungen ihrer Feuerung Betrieb. Die freien Maße gelten für Ofen I, die einge- mmert für Ofen II. Die Herdfläche beträgt bei Ofen I $0 \times 1,90 = 4,56 \text{ m}^2$, bei Ofen II $3,00 \times 2,20 = 6,60 \text{ m}^2$, Rostfläche zweimal $0,28 \times 0,27 = 0,151$ bzw. zweimal $\times 0,26 = 0,156 \text{ m}^2$. Wie aus der Zeichnung ersichtlich wird der Herd durch zwei gleichausgebildete, seitliche uerungen geheizt. Die von dem Rost *a* abziehenden igase streichen durch den Backraum *f*, ziehen durch i drei Heizkanäle *g* über dem Backraum nach vorn und hen seitlich nach dem Kamin ab. Zur Regelung des ges und der Ofentemperatur dienen die Schieber *h*. Das ckgut wird durch die Einschießöffnung *d* (Mundloch) ebracht, die mittels einer Schiebetür *e* (Schruff) ver- lossen werden kann. Der Aschenfall *b* ist bei beiden Her- i offen, doch kann der Rost nach dem Heizen durch eine itte abgedeckt werden.

Zahlentafel 1 enthält die Ergebnisse der Versuche am ckofen I. Als Brennstoff wurden rheinische Braun- alenbriketts mit 5,8 vH Aschen- und 18,4 vH Wassergehalt feuert. Der untere Heizwert wurde durch Kalorimetrie- ng zu 4507 kcal/kg bestimmt. Der Ofen wurde morgens 5 Uhr mit durchschnittlich 25 kg Brennstoff angeheizt, rze Zeit stehen gelassen und dann mit Brötchen be- ickt. Um 10 Uhr wurde wieder geheizt und anschließend ot eingeschossen. Die Temperatur des Ofens am Nach- tag reichte aus, um nach Bedarf Kleingebäck und chen zu backen. Die Teigmengen waren an den ein- nen Tagen wenig verschieden; sie betrugen 104 bis 0 kg. Der Wärmehaufwand für 1 kg Teig war bei Ver- h 1 mit 130 kg Backgutmenge am niedrigsten, nämlich 0 kcal; er stieg mit kleiner werdender Belastung bis 2120 kcal bei 104 kg Teig am zweiten Versuchstag. Ein

Einfluß der Auskühlung des Ofens über Sonntag auf den Brennstoffverbrauch am Montag war nicht festzustellen. Die Herdrückstände, die 6 bis 8 vH des Brennstoffgewich- tes ausmachten, enthielten im Mittel noch 31,9 vH Verbrenn- liches. Die Untersuchung der Abgase ergab mittlere CO₂- Gehalte von 9,5 bis 10,5 vH und CO-Gehalte von 0 bis 0,9 vH. Bei 250 bis 280 °C Abgastemperatur bestimmen sich damit die Verluste durch freie Wärme der Rauchgase zu 14,3 bis 18,8 vH, die Verluste durch Unverbranntes in den Abgasen zu 0 bis 4,9 vH. In den Herdrückständen gingen rd. 4 vH der Brennstoffwärme verloren. Die durch- schnittliche Wärmebedarfszahl für 1 kg Teig für die ganze Woche wurde zu 1950 kcal ermittelt; dabei wich das Wochenmittel ohne Einrechnung des Montags von dieser Zahl praktisch nicht ab.

Wird mit einem theoretischen Wärmebedarf von 130 kcal für 1 kg Teig gerechnet, so ergibt sich somit ein thermischer Nutzungsgrad von 6,7 vH.

In Zahlentafel 2 sind die Ergebnisse der Untersuchung von Backofen II zusammengestellt.

Als Brennstoff dienten mitteldeutsche Braunkohlenbri- ketts, mit 9,9 vH Aschen- und 14,3 vH Wassergehalt, deren unterer Heizwert 4972 kcal betrug. Die Bedienung des Ofens erfolgte ähnlich wie die bei Ofen I. Zum Anheizen morgens wurden normalerweise 15 bis 16 kg, Montags jedoch 20 bis 21 kg Kohle aufgegeben. Zum zweitenmal wurde bereits um 8 Uhr geheizt. Mußte zweimal am Tage Brot gebacken werden, so wurde vor dem zweiten Ein- schießen nochmals geheizt. Die tägliche Teigmenge schwankte zwischen 109 und 250 kg, der Brennstoffver- brauch zwischen 42 und 75 kg. Die durchschnittliche Wärmebedarfszahl für 1 kg Teig errechnet sich hier für die Woche vom 2. August bis 7. August zu 1845 kcal, ohne Berücksichtigung des Montags zu 1790 kcal. Diese Zahlen entsprechen einem thermischen Wirkungsgrad von 7,05 bzw. 7,26 vH.

Betrachten wir nun die Ergebnisse der beiden Versuchs- reihen im Zusammenhang, so ergibt sich, daß wir es bei

Zahlentafel 1
Ergebnisse der Versuche an einem Deutschen Ofen
Brennstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 5,8 vH, Wassergehalt 18,4 vH, unterer Heizwert 4507 kcal/kg

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6
	Mittwoch 4. August 1926	Donnerstag 5. August	Freitag 6. August	Sonnabend 7. August	Montag 9. August	Dienstag 10. August
Herdtemperatur °C	18	16	17	14	17	20
Teigmenge kg	130	104	108	128	120	117
von Brot vH	76,9	65,6	71,0	66,5	74,8	73,8
„ Kleingebäck „	23,1	34,4	29,0	33,5	25,2	26,2
Zahl der Brotschüsse „	1	1	1	1	1	1
Brennstoffmenge kg	50,0	49,0	49,0	50,0	51,0	50,5
gl. für 100 kg Teig „	38,4	47,1	45,3	39,7	42,5	43,2
Wärmeverbrauch für 1 kg Teig kcal	1730	2120	2045	1790	1920	1950
Herdrückstände, bez. a. d. Brennstoff vH	7,9	6,7	7,9	8,0	8,0	8,0
Wovon verbrennlich „			31,9			
Abgas: { Mittl. CO ₂ -Gehalt „	9,7	9,5	9,6	10,5	10,0	10,4
„ O ₂ „	10,5	10,3	10,5	9,1	9,7	9,1
„ CO „	0,0	0,5	0,0	0,6	0,6	0,9
Überschußzahl „	1,98	1,91	1,98	1,71	1,80	1,69
Mittl. Abgastemperatur °C	273	279	281	249	251	266
Mittl. Raumtemperatur „	27	26	25	26	23	25
W. g. mm W.-S.	4,3	2,8	2,8	1,7	2,2	2,3

Wärmebilanz

	Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend		Montag		Dienstag	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
Verlust durch Herdrückstände	204	4,5	173	3,8	204	4,5	206	4,6	207	4,6	207	4,6
Verlust durch freie Abgaswärme	801	17,8	810	18,0	845	18,8	645	14,3	686	15,2	684	15,2
Verlust durch gebundene Wärme	—	—	138	3,1	—	—	148	3,3	155	3,4	218	4,9
Restige Verluste und Nutzwärme	3502	77,7	3386	75,1	3458	76,7	3508	77,8	3459	76,8	3398	76,3

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	115	43,2	1950
Dienstag bis Sonnabend	114	43,5	1960

Zahlentafel 2

Ergebnisse der Versuche an einem Deutschen Ofen

Brennstoff: Mitteldeutsche Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 9,9 vH, Wassergehalt 14,3 vH, unterer Heizwert 4972 kcal

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tag	Freitag 30. Juli 1926	Sonnabend 31. Juli	Montag 2. August	Dienstag 3. August	Mittwoch 4. August	Donnerstag 5. August	Freitag 6. August	Sonnabend 7. August	Montag 9. August
Außentemperatur °C	14	15	15	18	18	16	17	14	17
Teigmenge kg	198	250	109	141	176	112	126	166	194
Davon Brot vH	44,6	75,3	62,5	70,5	77,9	69,1	68,6	61,6	78,5
„ Kleingebäck „	55,4	24,7	37,5	29,5	22,1	30,9	31,4	38,4	21,5
Anzahl der Brotschüsse	3	3	2	3	3	2	2	2	3
Brennstoffmenge kg	60,9	66,7	47,1	56,7	68,2	42,1	45,5	48,1	75,5
desgl. für 100 kg Teig „	30,6	26,7	43,2	40,1	38,7	37,7	36,2	29,0	38,5
Wärmeverbrauch f. 1 kg Teig kcal	1520	1325	2140	2000	1925	1875	1800	1440	1930
Herdrückstände, bez. a. d. Brenn- stoff vH	10,7	10,2	12,0	11,4	10,0	9,3	11,6	12,6	10,5
Hiervon verbrennlich „					36,9				
Abgas: { Mittl. CO ₂ -Gehalt „	9,0	9,6	8,2	6,9	8,2	7,8	8,0	7,7	8,5
„ „ O ₂ „	9,8	9,9	10,9	12,3	11,0	11,6	11,3	11,4	10,5
„ „ CO „	0,6	—	0,4	0,6	0,3	0,1	0,2	0,6	—
Luftüberschußzahl	1,75	1,86	2,00	2,28	2,03	2,17	2,10	2,08	2,2
Mittl. Abgastemperatur °C	249	227	220	214	213	226	224	239	239
Mittl. Raumtemperatur „	20	22	20	21	20	22	19	19	20
Zug mm W.-S.	6,1	4,8	5,2	4,8	3,8	4,4	3,6	3,9	4,5

Wärmebilanz

Tag	Freitag		Sonnabend		Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend		Montag
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal
Verlust durch Herdrückstände .	320	6,4	305	6,1	359	7,2	341	6,9	299	6,0	278	5,6	347	7,0	377	7,6	314
„ „ freie Abgaswärme .	739	14,9	663	13,3	703	14,1	771	15,5	763	15,3	797	16,0	759	15,2	797	16,0	767
„ „ gebundene Wärme .	167	3,4	—	—	123	2,5	213	4,3	95	1,9	34	0,7	65	1,3	191	3,8	—
Sonstige Verluste und Nutzwärme	3746	75,3	4004	80,6	3787	76,2	3647	73,3	3815	76,8	3863	77,7	3801	76,5	3607	72,6	3891

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend .	138,5	37,1	1845
Dienstag bis Sonnabend	144,1	36,1	1790

der ersten Versuchsreihe mit einem ausgesprochen kleinen Betrieb zu tun haben. Bei den geringen Schwankungen der täglichen Backgutmenge gibt der Bäcker praktisch jeweils dieselben Brennstoffgewichte auf. Die auf die Einheit bezogenen Brennstoff- und Wärmeverbrauchszahlen stellen sich sonach als Abhängige der Ofenbelastung dar. Die Ausnutzung des Ofens ist nur gering und die zum Anheizen erforderliche Brennstoffmenge im Verhältnis zur Backgutmenge so groß, daß selbst die Ofenauskuhlung über Sonntag sich nicht im Brennstoffverbrauch bemerkbar macht.

Bei Ofen II liegen die Verhältnisse anders. Die täglich sich ändernde Backgutmenge bedingt ein Anpassen des Brennstoffgewichtes an die Teigmenge, was beim zweiten und dritten Heizen in Erscheinung tritt. Die Belastung des Ofens ist durchschnittlich höher als die des Ofens I. Ein Vergleich des Wärmeverbrauches für 1 kg Teig an verschiedenen Tagen zeigt seine starke Abhängigkeit von der Gesamtbackgutmenge. So beträgt die Wärmeverbrauchszahl 1875 kcal am 5. August gegenüber 1325 kcal am 31. Juli, wobei 250 bzw. 112 kg Teig verbacken wurden. Deutlich war beim Backofen II auch der Einfluß der Auskühlung des Ofens über Sonntag zu erkennen. Der Wärmeverbrauch betrug bei gleicher Backgutmenge am Freitag, dem 30. Juli, nur 1520 kcal gegenüber 1930 kcal am Montag, dem 9. August. Auffallend ist das stetige Sinken der Wärmeverbrauchszahl von Montag bis Samstag trotz des störenden Einflusses der Ofenbelastung. Die großen Stein- und Sandmassen des alten Deutschen Ofens stellen einen sehr wirksamen Wärmespeicher dar, der im Verlauf der Woche sich langsam auflädt und einem Wärmegleichgewicht zustrebt. Diese Massen bewirken einerseits eine sehr gleichmäßige Temperatur im Backraum, begünstigen jedoch andererseits eine erhöhte Wärmeabgabe des Ofens in den Ruhezeiten wegen der großen darin aufgespeicherten Wärmemengen. Je größer die Betriebspausen sind, um so stärker macht sich auch der ungünstige

Einfluß der großen Massen bemerkbar. Es ist daher vorteilhaft, das Mauerwerk nur so stark zu machen, wie es die gleichzuhaltende Backtemperatur verlangt, die Isolierwirkung hauptsächlich jedoch durch hochwertiges Baustoff zu schaffen, der bei gleichem Wärmeschutz geringere Massen erfordert.

Der hohe Gehalt an Verbrennlichem in den Herdrückständen bei beiden Ofen ist auf die Besonderheit der mittelbaren Feuerung zurückzuführen. Das Feuer wird vollständig vom Rost entfernt, wenn es stark heruntergebrannt ist, wobei unverbrannte Kohle gleichzeitig mitgeführt wird. Da bei den Deutschen Ofen Backraum und Züge in unmittelbarer Verbindung stehen, so muß ein dichter Abschluß der Einschießöffnung und besonders der Rauchgasabzüge geachtet werden. Die vom Schornstein angesaugte Luft streicht unmittelbar durch den Backraum und kühlt ihn dadurch aus. Um die Größe der Auskühlung des Backraumes festzustellen, baute man an einem Versuchstag nach Beendigung des Backens in eine Feuerherdes von Ofen II ein Thermoelement ein. Die Temperatur der Meßstelle betrug um 18 Uhr 45 Min. 193 °C und am nächsten Morgen um 5 Uhr, kurz vor dem Aufheizen, 184 °C. In der folgenden Nacht wurde einer der drei Rauchgasschieber etwa 1 cm weit geöffnet; die Wandtemperatur an der Meßstelle war am nächsten Morgen von 195 °C auf 178 °C gesunken, d. h. fast doppelt soviel wie am Vortag. Um einen sicheren Abschluß der Züge zu erreichen, werden oft Doppelschieber eingebaut, oder man verschließt jeden der Züge durch eine besondere Verschlussklappe.

Der Unterzugbackofen

Die Versuche an den mittelbar beheizten Backöfen wurden mit der Untersuchung des in Abb. 4 bis 6 dargestellten älteren Kanalofens begonnen. Die beiden Herde haben zweimal $2,15 \times 2,00 = 8,6 \text{ m}^2$ Backfläche und $0,75 \times 0,40 = 0,30 \text{ m}^2$ Rostfläche. Die Feuerung ist so

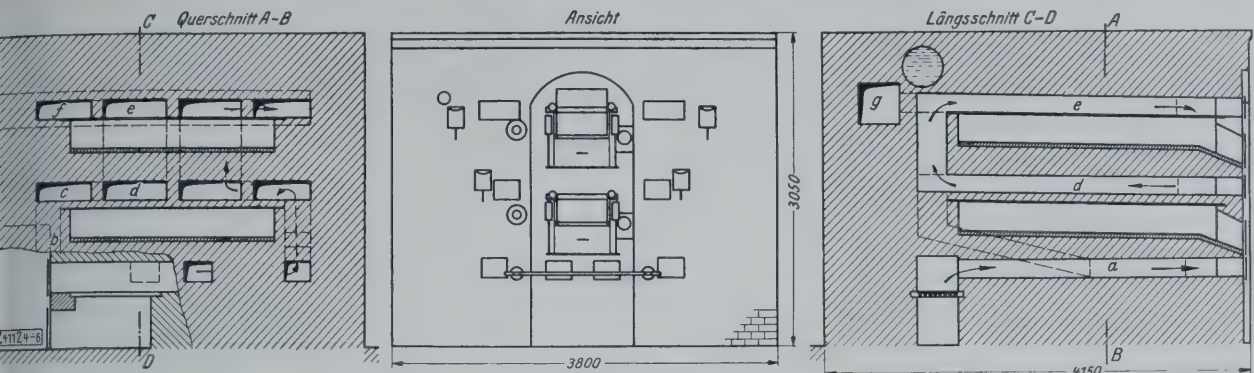


Abb. 4 bis 6. Alterer Kanalofen
Herd zweimal $2,15 \times 2,00 \text{ m}^2$ Rost $0,75 \times 94 \text{ m}^2$
a) Kanäle unterhalb und b) seitlich des Herdes c) Kanäle zwischen den Herden e) Kanäle für den Oberherd f) Kanäle für den Unterherd g) Fuchs

angebracht und die Feuergase streichen in einer Reihe Heizkanälen um die beiden Herde. Gleich hinter dem Rost verteilen sich die Rauchgase in zwei symmetrisch angeordnete Zugreihen, um erst im Fuchs wieder zusammenzutreffen. Zur Veranschaulichung des Verlaufes der Züge ist die linke Reihe mit fortschreitenden Pfeilen versehen. Die Kanäle a und b ziehen unterhalb und seitlich des Herdes vor und zurück, die Kanäle c und d verlaufen zwischen den beiden Herden, die Kanäle e und f heizen den Oberherd von oben und münden dann im Fuchs g.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind aus Zahlentafel 3 zu entnehmen. Der Ofen wurde mit rheinischen Braunkohlenbriketts geheizt, die 5,4 vH Aschengehalt und 14,9 vH Wassergehalt hatten; der untere Heizwert betrug 2030 kcal/kg. Zum Anheizen am Morgen wurden 45 bis 60 kg Brennstoff aufgegeben, die für das Backen der Bröt-

chen und eines Teiles des Brotes ausreichten. Nach abermaligem Heizen um 11 Uhr vormittags wurde das übrige Brot eingeschossen. Die Backgutmengen hielten sich zwischen 219 und 260 kg, die notwendigen Brennstoffmengen zwischen 90 und 135 kg. Damit ergeben sich für 1 kg Teig Wärmeverbrauchszahlen von 1740 bis 2980 kcal.

Da bei diesem Ofen eine besondere Vorheizung am Sonntag nötig war, um die zu starke Auskühlung in der Betriebspause zu vermeiden, ist die Wärmeverbrauchszahl am Montag sehr hoch. Im Wochenmittel ergaben sich 42,1 kg Brennstoffverbrauch auf 100 kg Teig, entsprechend einem Wärmeverbrauch von 2020 kcal für 1 kg Teig. Wird das Wochenmittel ohne Berücksichtigung des Montags gebildet, so ergeben sich 38,6 kg Kohle bzw. 1860 kcal/kg. Daraus bestimmt sich die Wärmeausnutzung zu 6,4 bzw. 7,0 vH. Die abziehenden Heizgase enthielten im Mittel 5,2 bis 6,0 vH CO_2 und 0,4 bis 0,8 vH CO und hatten eine

Zahlentafel 3^{4a)}

Ergebnisse der Versuche an einem Kanalofen. I. Versuchsreihe
Brennstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 5,4 vH, Wassergehalt 14,9 vH, unterer Heizwert 4810 kcal/kg

Nr.	1	2	3	4	5	6
	Mittwoch 1. Septemb. 1926	Donnerstag 2. September	Freitag 3. September	Sonabend 4. September	Montag 27. September	Dienstag 28. September
Ofentemperatur °C	21	21	21	21	11	10
Backgutmenge kg	247	260	237	275	219	219
von Brot vH	59,6	57,6	58,3	50,6	62,6	62,6
„ Kleingebäck „	40,4	42,4	41,7	49,4	37,4	37,4
Anzahl der Brotschüsse	2	2	2	2	2	2
Brennstoffmenge kg	98	94	94	102	135	90
z. für 100 kg Teig „	39,8	36,1	39,6	37,1	61,8	42,2
Wärmeverbrauch für 1 kg Teig kcal	1920	1740	1910	1790	2980	2030
Druckstände, bez. a. d. Brennstoff. vH	6,3	5,5	6,0	6,5	—	—
von verbrennlich				17,8		
Gas: { Mittl. CO_2 -Gehalt „	5,2	5,8	6,0	6,0	—	—
„ „ O_2 -Gehalt „	15,1	14,4	14,0	13,9	—	—
„ „ CO-Gehalt „	0,4	0,5	0,7	0,8	—	—
Überschußzahl	3,41	3,05	2,84	2,78	—	—
l. Abgastemperatur °C	220	230	227	228	—	—
l. Raumtemperatur „	20	20	20	20	—	—
l. W.-S. mm W.-S.	4,4	4,1	4,2	4,2	—	—

Wärmebilanz

	Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonabend	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
Wärme durch Herddruckstände	90	1,9	79	1,6	86	1,8	93	1,9
Wärme durch freie Abgaswärme	1228	25,5	1149	23,9	1072	22,3	1057	22,0
Wärme durch gebundene Wärme	214	4,5	237	4,9	313	6,5	357	7,4
Wärmeverluste und Nutzwärme	3278	68,1	3345	69,6	3339	69,4	3303	68,7

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonabend	243	42,1	2020
Dienstag bis Sonabend	247	38,6	1860

^{4a)} s. a. Zahlentafel 1.

Zahlentafel 4

Ergebnisse der Versuche an einem Kanal-Ofen. (2. Versuchsreihe)

Brennstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 4,7 vH, Wassergehalt 16,3 vH, unterer Heizwert 4726 kcal/kg

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Tag	Mittwoch 5. Jan. 1927	Donnerstag 6. Januar	Freitag 7. Januar	Sonnabend 8. Januar	Montag 10. Januar	Dienstag 11. Januar	Mittwoch 12. Januar	Donnerstag 13. Jan
Außentemperatur °C	1	3	5	3	8	7	6	5
Teigmenge kg	260	280	278	319	279	265	287	266
Davon Brot vH	63,5	59,7	60,3	59,4	64,0	62,3	64,2	58
„ Kleingebäck „	36,5	40,3	39,7	40,6	36,0	37,7	35,8	41
Anzahl der Brotschüsse	2	2	2	2	2	2	2	2
Brennstoffmenge kg	94	94	94	94	137	90	90	90
desgl. für 100 kg Teig „	36,2	33,6	33,8	29,5	49,2	33,9	31,4	33
Wärmeverbrauch für 1 kg Teig kcal	1710	1590	1600	1390	2320	1600	1480	1600
Herdrückstände, bez. a. d. Brenn- stoff vH	5,3	5,9	4,9	5,4	4,9	5,9	5,5	5
Hiervon verbrennlich „				5,0				
Abgas: { Mittl. CO ₂ -Gehalt „	8,0	8,1	8,3	8,4	8,3	9,2	9,5	9
„ O ₂ „	12,0	12,2	11,8	11,8	11,8	10,4	10,2	10
„ CO „	0,5	0,2	0,3	0,2	0,3	0,8	0,8	0
Luftüberschußzahl	2,25	2,34	2,22	2,24	2,22	1,89	1,86	1
Mittl. Abgastemperatur °C	175	181	196	188	197	193	195	189
„ Raumtemperatur „	13	13	13	13	13	13	13	13
Zug mm W.-S.	3,5	3,3	3,5	3,3	3,9	3,4	3,7	3

Wärmebilanz

Tag	Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend		Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal
Verlust durch Herdrückstände . .	21	0,4	24	0,5	20	0,4	22	0,5	20	0,4	24	0,5	22	0,5	20
„ „ freie Abgaswärme .	650	13,7	683	14,4	725	15,3	694	14,6	728	15,4	620	13,1	610	12,9	585
„ „ gebundene Wärme .	172	3,6	72	1,5	105	2,2	70	1,5	105	2,2	220	4,7	233	4,9	230
Sonstige Verluste und Nutzwärme	3883	82,3	3947	83,6	3876	82,1	3940	83,4	3873	82,0	3862	81,7	3861	81,7	3891

Wochenmitttelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	279	35,0	1653
Dienstag bis Sonnabend	279	33,2	1570

Temperatur von 220 bis 230 °C. In den Herdrückständen, die 5,5 bis 6,5 vH des Brennstoffgewichtes darstellten, war noch 17,8 vH Verbrennliches nachweisbar. Wie sich aus der Wärmebilanz ergibt, gingen 22,0 bis 25,5 vH als freie und 4,5 bis 7,4 vH als gebundene Wärme in den Abgasen verloren; der Herdverlust betrug durchschnittlich 2 vH.

Auch bei diesen Versuchen zeigte sich wieder der Einfluß der Menge des Backgutes auf die Höhe des Wärmebedarfes für 1 kg Teig, wenn sich auch die Belastung des Ofens nicht sehr stark änderte. So stehen dem Wert von 2030 kcal am 28. September bei 219 kg Teig die Werte von 1740 und 1790 kcal am 2. und 4. September bei 260 bzw. 275 kg Teig gegenüber. Zu beachten ist bei diesen Ergebnissen, daß das Kleingebäck 30 bis 40 vH der Backgutmenge betrug. Der Einfluß der Betriebspause über Sonntag auf den Brennstoffverbrauch ist verhältnismäßig groß, wie ein Vergleich von Versuch 5 und 6 zeigt.

Die hohen Abgasverluste der Versuche 1 bis 4 sind auf den schlechten Zustand der Feuerung zurückzuführen. Rost und Feuerraum waren seit Jahren nicht mehr nachgesehen worden. Das Mauerwerk des Feuerraumes war stark ausgebrannt; die Feuertür konnte nicht mehr dicht geschlossen werden, so daß ständig kalte Luft unmittelbar in den Verbrennungsraum eintrat. Während der Weihnachtstage 1926 wurden die Feuerung ausgebessert und die Ofenzüge gründlich gereinigt. Eine zweite, eingehende Untersuchung im Januar 1927 (8 Versuche) ergab eine wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrades. Zahlentafel 4 enthält die Ergebnisse dieser Versuchsreihe. Der nach dem Umbau verheizte Brennstoff war derselbe wie bei der ersten Versuchsreihe, jedoch mit 4,7 vH Aschengehalt, 16,3 vH Wassergehalt und 4726 kcal/kg unterem Heizwert. Der Ofen wurde ebenso bedient, wie bereits oben besprochen. Die tägliche Teigmenge war gegenüber der ersten Versuchsreihe etwas gestiegen, die Brennstoffmenge jedoch fast die gleiche.

Bei Versuch 1 bis 4 betrug die Kohlenmenge jedesmal 94 kg; bei Versuch 6 bis 8 wurde sie bei sorgfältiger Bedienung des Schiebers auf 90 kg herabgesetzt. Die Brennstoff- bzw. Wärmeverbrauchszahlen sind daher unmittelbar abhängig von der Belastung und für die letzten Versuche etwas niedriger als für die ersten. Der Wärmeaufwand für 1 kg Teig bewegt sich zwischen 1390 und 2320 kcal. Das Wochenmittel ergab sich eine Wärmeverbrauchszahl von 1653 kcal mit und 1570 kcal ohne Berücksichtigung des Montags.

Der Wirkungsgrad der Heizung betrug somit 7,9 bzw. 8,3 vH.

Der mittlere CO₂-Gehalt der Abgase wurde zu 8,0 bzw. 8,4 vH bei Versuch 1 bis 5 und 9,2 bis 9,6 vH bei Versuch 6 bis 8 bestimmt. Bei 175 bis 197 ° Rauchgastemperatur errechnet sich der Verlust an fühlbarer Wärme der Abgase zu 12,4 bis 15,4 vH. Durch Unverbranntes in den Abgasen gingen 1,5 bis 4,9 vH verloren. Durch das rasche Schließen des Rauchgasschiebers mit fortschreitender Verbrennung bei Versuch 6 bis 8 wurde wohl der Luftüberschuß verringert, gleichzeitig jedoch der CO-Gehalt etwas erhöht, so daß die Abgasverluste etwa gleich blieben, eine bessere Verbrennung also nicht erzielt wurde. Die Herdrückstände enthielten noch 5,0 vH Verbrennliches und verursachten damit einen Verlust von 0,4 bis 0,5 vH der zugeführten Brennstoffwärme.

Nach dem Umbau machte sich der bessere Zustand der Feuerung in einer beträchtlichen Verminderung der Verluste bemerkbar. Mit dem höheren CO₂-Gehalt der Abgase sinkt die Luftüberschußzahl von 2,8 bis 3,4 bei der ersten Versuchsreihe auf 1,8 bis 2,3 bei der zweiten. Gleichzeitig, auch infolge des besseren Wärmeübergangs in den gereinigten Kanalwänden, die Abgastemperatur um etwa 30 °C kleiner wurde, gingen die Abgasverluste durch freie Wärme von 22,0 bis 25,5 vH auf 12,4 bis 15,4 vH zurück. Das Verbrennliche in den Feuerungsrückständen betrug nach dem Erneuern der schadhafte Roststäbe nur

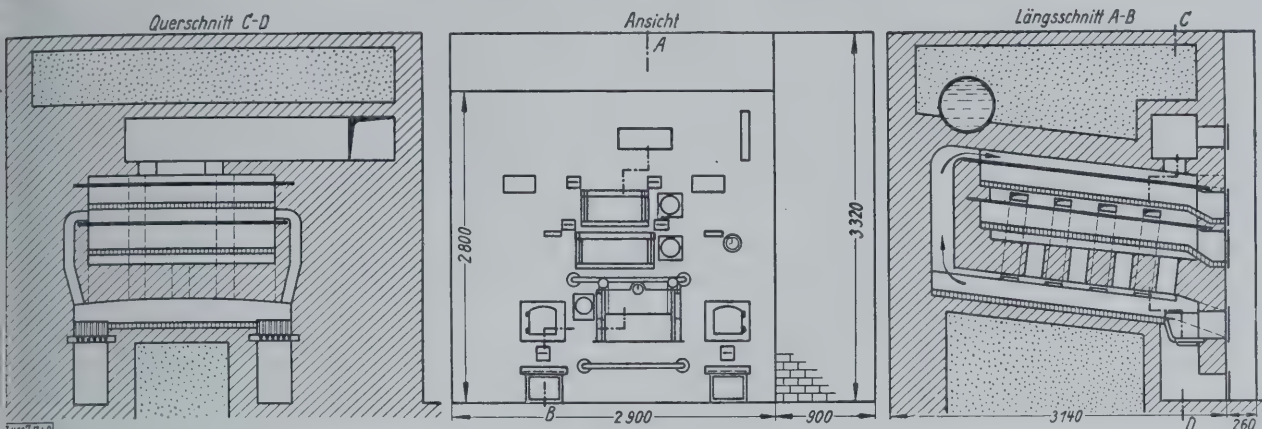


Abb. 7 bis 9

Vereinigter Deutscher Ofen und Kanalofen

Unterherd $2,20 \times 1,95 \text{ m}^2$

Zwei Oberherde von je $1,90 \times 1,70 \text{ m}^2$

Zwei Roste von je $0,30 \times 0,30 \text{ m}^2$

ch 5,0 vH gegenüber 17,8 vH vorher. Ergaben sich zu-
st Brennstoffverbrauchszahlen von 42,1 bzw. 38,6 kg für
g Teig, so betrugen sie nachher nur 35,0 und 33,2 kg
r das Wochenmittel.

Der mittlere Wärmeverbrauch für 1 kg
eig war somit von 2025 auf 1653 kcal, also um
3 vH zurückgegangen. Im Schrifttum findet man
r die Kanalöfen als Kohlenfresser bezeichnet; wie die
zten Versuche zeigten, lassen sich bei richtiger Bedie-
ng und Ausnutzung des Ofens und einer gut in Ordnung
halten Feuerung Brennstoffverbrauchszahlen erzielen,
e durchaus mit den Zahlen anderer Öfen in Wettbewerb
ten können. Auch beim Kanalofen ist, wie im übrigen
i allen in unterbrochenem Betrieb arbeitenden Feuerun-
en, auf guten Abschluß von Feuer- und Aschenfalltür

sowie Dichtheit der Feuerzüge und des Rauchgasschie-
bers besonderer Wert zu legen.

Vereinigter Deutscher Ofen und Kanal- ofen (Ago-Ofen)

Die nächste zu besprechende Versuchsreihe wurde an
einem Backofen, Abb. 7 bis 9, vorgenommen, der in eigen-
artiger Weise mittelbar und unmittelbar beheizte Back-
räume verbindet. Vor dem Backen wird der untere Back-
raum, der als „Deutscher Herd“ mit zwei Seitenfeuerungen
ausgebildet ist, angeheizt. Die Heizgase ziehen nach dem
Verlassen des Backraumes über dem Oberherd, der nur
durch eine Eisenplatte abgedeckt ist, nach vorn und werden
seitlich zum Kamin geführt. Der mittlere Herd sowie der
Boden des oberen Herdes werden nur mittelbar durch

Zahlentafel 5

Ergebnisse der Versuche an einem vereinigten Deutschen und Kanalofen

Brennstoff: Mitteldeutsche Braunkohle; Aschengehalt 10,4 vH; Wassergehalt 16,5 vH; unterer Heizwert 4810 kcal/kg.

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7
.....	Sonnabend 28. Aug. 1926	Montag 30. August	Dienstag 31. August	Mittwoch 1. September	Donnerstag 2. September	Freitag 3. September	Sonnabend 4. September
Ofentemperatur °C	14	18	20	21	21	21	21
Teigmenge kg	293	253	253	259	245	249	304
von Brot vH	66,0	78,0	77,5	79,1	79,9	79,6	54,0
„ Kleingebäck „	34,0	22,0	22,5	20,9	20,1	20,4	46,0
„ zahl der Brotschüsse „	3	3	3	3	3	3	4
Brennstoffmenge kg	78,1	140,6	76,0	78,4	77,5	76,0	75,0
„ gl. für 100 kg Teig „	27,2	56,8	30,7	30,8	32,2	31,0	25,1
Wärmeverbrauch für 1 kg Teig kcal	1320	2735	1480	1480	1500	1490	1210
Herddruckstände, bez. a. d. Brenn- stoff vH	16,6	12,4	15,1	12,4	14,2	13,2	14,7
„ davon verbrennlich „					23,5		
gas: { Mittl. CO ₂ -Gehalt „	10,1	10,7	9,5	9,6	9,1	9,2	11,4
„ „ O ₂ „ „	9,4	8,5	9,0	10,1	10,5	10,6	8,0
„ „ CO „ „	0,1	0,4	0,9	—	0,1	—	—
„ flüberschußzahl „	1,78	1,63	1,67	1,90	1,96	1,99	1,60
„ tl. Abgastemperatur °C	304	313	301	291	286	303	337
„ tl. Raumtemperatur „	27	25	27	28	31	32	32
„ g mm W.-S.	2,7	3,5	3,0	3,6	2,6	3,6	3,6

Wärmebilanz

.....	Sonnabend		Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend	
.....	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
Verlust durch Herddruckstände . .	316	6,6	235	4,9	287	6,0	235	4,9	269	5,6	249	5,2	279	5,8
Verlust durch freie Abgaswärme . .	895	18,6	878	18,2	849	17,6	918	19,1	906	18,8	969	20,1	901	18,7
Verlust durch gebundene Wärme . .	25	0,5	95	2,0	216	4,5	—	—	28	0,6	—	—	—	—
Ständige Verluste und Nutzwärme .	3574	74,3	3612	74,9	3458	71,9	3657	76,0	3607	75,0	3592	74,7	3630	75,6

Wochenmittelwerte

.....	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	259	33,4	1610
Dienstag bis Sonnabend	260	29,3	1410

Kanäle geheizt, die mit dem untersten Backraum in Verbindung stehen. Nach dem Anheizen des Unterherdes werden die Schieber der Verbindungskanäle geöffnet und während des längeren Abstehens sollen durch den Umlauf der erhitzten Luft auch Mittel- und Oberherd erwärmt werden. Zur besseren Isolierung wurde das Mauerwerk des Ofens oben, und besonders seitlich, erheblich verstärkt.

In Zahlentafel 5 sind die Ergebnisse der Versuche zusammengestellt.

Als Brennstoff dienten mitteldeutsche Braunkohlenbriketts mit 10,4 vH Asche, 16,5 vH Wasser und dem unteren Heizwert 4810 kcal/kg. Der Ofen wurde am Abend vorher um 7 Uhr angeheizt und über Nacht stehengelassen. Am nächsten Morgen wurde dann in allen drei Herden gebacken; eine Zwischenheizung war nicht mehr erforderlich. Wegen der Abkühlung über Sonntag mußte der Ofen auch am Samstagabend geheizt werden. Der Brennstoffverbrauch für die Backgutmenge am Montag setzt sich also aus dem Brennstoffverbrauch am Samstag und Sonntag zusammen. Im Durchschnitt betrug die tägliche Teigmenge 250 bis 260 kg, wovon 78 bis 80 vH Brot- und der Rest Kleingebäckteig war. Nur am Samstag erhöhte sich die Backgutmenge auf rd. 300 kg infolge des größeren Kleingebäckanteils. Die Brennstoffmenge war praktisch die-

selbe, so daß sich die Brennstoffmenge auf 100 kg Teig wieder unmittelbar abhängig von der Backgutmenge ergab. Die Abgase enthielten im Mittel 9,1 bis 11,4 vH O_2 und 0,1 bis 0,9 vH CO; die Abgastemperatur betrug 280 bis 337 °C.

Daraus errechnen sich die Abgasverluste durch freie Wärme zu 17,6 bis 19,1 vH und durch Unverbranntes zu 0 bis 4,5 vH. In den Brennstoffrückständen wurde nur 23,5 vH Verbrennliches festgestellt; da 12,4 bis 16,6 vH Brennstoffgewichtes als Asche und Schlacke anfielen, gingen somit 4,9 bis 6,6 vH der zugeführten Wärme in den Rückständen verloren. Bei der Berechnung dieser Zahlen wurde der Heizwert der Rückstände mit 8100 kcal/kg angenommen. Im Mittel wurden in einer Woche für 100 kg Teig 33,4 kg Kohle verbraucht, das sind 1610 kcal für 1 kg Teig; ohne Berücksichtigung des Montags ergeben sich dafür Werte von 29,3 kg bzw. 1410 kcal. Wie die günstigsten Wärmeverbrauchszahlen an den beiden Samstagen zeigen, ist der Ofen imstande, gegenüber den normalen Wochentagen noch erheblich größere Backgutmengen, besonders Kleingebäck, mit der zugeführten Brennstoffmenge zu verarbeiten. Im übrigen gilt das bei den Deutschen Ofen und dem Kanalofen über Feuerung und Speicherwirkung Gesagte auch sinngemäß für diese Bauart. [B 411] (Schluß folgt.)

Maschinenfundamente¹⁾

Für die Gründungen von Maschinen ist vor allem wichtig die Vermeidung der Resonanz. Das Fundament muß also derart ausgebildet werden, daß seine Eigenschwingungszahl und die Maschinendrehzahl einen genügend großen Unterschied (möglichst über 50 vH) aufweisen. Hierzu muß man die Eigenfrequenz ermitteln. Es genügt jedoch oft nicht, die Eigenfrequenz nur innerhalb des eigentlichen Gründungskörpers zu untersuchen; denn die Gründung kann auch als Ganzes auf dem Untergrund Schwingungen ausführen, und so muß man sich auch mit diesen Schwingungszahlen befassen.

Zur Beurteilung der Eigenfrequenz einer am Baugrund schwingenden Gründung wird vorausgesetzt, daß der Boden elastisch ist und auch Proportionalität zwischen Dehnungen und Spannungen besteht (wie es bei Schwellenberechnungen und dergleichen auch angenommen wird), ferner daß die Gründung als starre, im Schwerpunkt vereinigte Masse angesehen werden kann. Für die Eigenfrequenz n_e kann dann die bekannte Formel

$$n_e = \frac{300}{\sqrt{f}}$$

angewendet werden, wobei f die Verschiebung des Schwerpunktes unter dem Eigengewicht in der Richtung der gesuchten Schwingung bedeutet.

Für die Verschiebung f ergeben sich folgende Werte:

1. Bei unmittelbar an der Gründung: a) für Schwingungen in lotrechter Richtung

$$f_l = \frac{\Sigma P}{b l C}$$

wobei ΣP die gesamten Lasten, also Gründungs- und Maschinengewicht, b die Breite, l die Länge der Fundamentgrundfläche und C die Bettungszahl des Bodens, d. h. das Verhältnis zwischen Pressung und zugehöriger Einsenkung bedeuten.

b) für Schwingungen in wagerechter Richtung

$$f_w = \frac{\Sigma P}{b l} \left[\frac{12 h^2}{C b^2} + \frac{1}{S} \right]$$

S ist hier eine Schubzahl des Bodens, d. h. das Verhältnis zwischen der Schubspannung in der Grundfläche und der dazugehörigen Verschiebung.

2. Bei Pfahlgründung: a) für Schwingungen in lotrechter Richtung

$$f_l = \frac{\Sigma P}{r} \frac{t}{E F} \left(1 - \frac{\mu}{3} \right)$$

wobei r die Anzahl der Pfähle, t die Länge der Pfähle, E die Elastizität der Pfähle, F den Querschnitt der Pfähle und μ einen Beiwert ($1 > \mu > 0$) bedeuten.

b) Für Schwingungen in wagerechter Richtung.

$$f_w = \frac{25 t \Sigma P \left(1 - \frac{\mu}{3} \right)}{E F} \left(\frac{h^2}{2 r l^2} + \frac{1}{r_2} \right)$$

¹⁾ Nach einem Aufsatz des Verfassers in der Zeitschrift „Der Bauingenieur“ Bd. 7 (1926) S. 859.

h ist die Höhe des Gründungsschwerpunktes über dem Kreuzungspunkt der Schrägpfähle, l die Länge der Fundamentgrundfläche in der Schwingungsrichtung, r_2 die Anzahl der Schrägpfähle.

Durch obige Formeln ergeben sich für die am Boden schwingende Gründung verhältnismäßig niedrige Frequenzen (mit Ausnahme der lotrechten Pfahlschwingungen, die höher ausfallen können), so daß bei rasch umlaufenden Maschinen, wie Turbinen, eine Resonanz in diesem Sinne kaum zu befürchten ist. Bei niedriger Drehzahl können jedoch diese Bodenschwingungen unangenehm werden. Eine Vergrößerung der Gründungsmassen ist nicht immer günstig, sie kann sogar unter Umständen schädlich wirken, wenn dadurch die Eigenfrequenz der Maschinendrehzahl nähergebracht wird.

Die Berechnung der Schwingungen innerhalb der Gründung kommt bei Schwergewichtgründungen nicht in Frage, bei aufgelösten Bauwerken sind hierfür Formeln bereits veröffentlicht²⁾.

Nach Ermittlung der Eigenfrequenz sind die auf die Gründung einwirkenden Kräfte zu bestimmen. Bei umlaufenden Maschinen setze man für die Fliehkraft

$$F = \frac{a}{f} G',$$

wobei G' das Gewicht der umlaufenden Massen, f die ruhende Durchbiegung der Welle unter diesem Gewicht und a die denkbar größte Durchbiegung bedeuten.

Bei hin- und hergehenden Massen geben die von O. Föppl angeführten Formeln³⁾ die Massenkräfte an.

Die ermittelten Kräfte müssen dann mit einem dynamischen Beiwert ν multipliziert werden, dessen Größe vom Verhältnis der Eigenfrequenz zur Maschinendrehzahl ν folgt abhängig:

$$\nu = \left| \frac{n_e^2}{n_e^2 - n_m^2} \right| \text{ Absolutwert.}$$

Darin sind n_e die Eigenfrequenz und n_m die Maschinendrehzahl. Es ist aus der Formel zu erkennen, daß der dynamische Beiwert um so größer wird, je kleiner der Unterschied zwischen den beiden Schwingungszahlen ist. Bei Resonanz wird

$$n_e = n_m \text{ und } \nu = \infty.$$

Will man der Ermüdung des Baustoffes Rechnung tragen, so setzt man das Zwei- bis Dreifache der periodisch wirkenden Massenkräfte ein.

Die so erhöhten Kräfte sind dann als statische Kräfte in die Berechnung einzuführen, wodurch die dynamische Aufgabe auf eine statische zurückgeführt ist. [N 245]

Berlin

Dr.-Ing. E. Rausch

²⁾ Dr. Geiger, Berechnung der Schwingungserscheinungen an Turbodynamos, Z. Bd. 66 (1922) S. 667 und Bd. 67 (1923) S. 237.

³⁾ Grundzüge der technischen Schwingungslehre. Berlin 1907 Julius Springer.

Entwicklung und Stand der Praktikantenfrage

Von Geh. Baurat Dr.-Ing. E. h. G. Lippart, München

Vorgetragen in der Fachsitzung „Ausbildungswesen“ der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure
Mannheim-Heidelberg, 30. Mai 1927

Die dringende Notwendigkeit einer praktischen methodischen Ausbildung der Maschinenbaupraktikanten, ihre geschichtliche Entwicklung und Leitsätze für eine solche Ausbildung.

Zu Beginn der Ingenieurstätigkeit wurden die für den Beruf erforderlichen Kenntnisse durch die Lehrlingsausbildung erworben und durch Gesellen- und Wanderjahre vertieft. Diese Ausbildung durch die sogenannte „Meisterlehre“ hat hervorragende Männer unseres Faches hervorgebracht; in England hat man an ihr als eigentlicher Ingenieurausbildung bis in die siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts festgehalten. Planmäßiger Ingenieurunterricht in Schulen trat erst allmählich im Laufe des vorigen Jahrhunderts an die Stelle der praktischen Ausbildung; in Deutschland, dem klassischen Lande der Schulen, früher als in England und in den Vereinigten Staaten. Bei uns beweisen die Hundertjahrfeiern verschiedener Technischer Hochschulen, die in diesen Jahren begangen werden, daß die wissenschaftliche Ausbildung des deutschen Ingenieurs bereits auf mehr als ein Jahrhundert geschichtlicher Entwicklung zurückblicken kann.

Im Anfang und in der Mitte des vorigen Jahrhunderts war der Bedarf des Staates und der Eisenbahnen an Ingenieuren größer als bei den privaten Maschinenfabriken; die Art der Ausbildung wurde daher wesentlich durch die Bedürfnisse des Staates und der Eisenbahn beeinflußt. Die preußisch-hessische und auch die anderen staatlichen Eisenbahnverwaltungen schrieben als Vorbedingung für die Zulassung zum Dienst als Regierungsbauführer des Maschinenbaufaches eine einjährige praktische Ausbildungszeit mit einem geregelten Ausbildungsgange vor, der durch ein Beschäftigungsverzeichnis nachgewiesen werden mußte. Auch die Reichsmarine hatte in ähnlicher Weise die praktische Ausbildung der Anwärter für den Staatsdienst im Schiffbau und Schiffsmaschinenbau geregelt. Bei denjenigen Anwärtern, die ausnahmsweise ihre praktische Ausbildung nicht in den staatlichen Eisenbahn-Ausbesserungswerkstätten oder auf den kaiserlichen Werften, sondern in privaten Maschinenfabriken oder auf privaten Werften empfangen, wurde diese Ausbildung auf ihre Gleichwertigkeit hin überwacht, wozu insbesondere die in gewissen Zeitabständen verlangte Vorlage des Beschäftigungsverzeichnisses diente.

Bereits damals wurde mit Rücksicht auf den Oster- und den Herbstbeginn der allgemeinen höheren Schulen der Herbstbeginn der geregelten Studiengänge die praktische Ausbildungszeit zerlegt. Die meisten Praktikanten zunächst ein halbes Jahr, bezogen dann die Hochschule und legten das zweite Halbjahr in zwei Hälften je drei Monaten in den Sommerferien zurück. Nur wenige arbeiteten geschlossen hintereinander ein ganzes Jahr oder anderthalb Jahre praktisch.

Für die Ingenieure des Bauingenieurfaches, insbesondere des Eisenbahn-, Straßen- und Brückenbaues, wurde die spätere Ausbildungszeit als Regierungsbauführer als ausreichende Einführung in die Praxis angesehen und von einer praktischen Ausbildung vor und während des Studiums im allgemeinen abgesehen; nur selten benutzten einige Studierende dieser Fächer die Herbstferien dazu, sich in dem Bureau oder auf der Baustelle einer größeren Tiefbau- oder Brückenbaugestalt zu betätigen.

Die Ausbildung in den staatlichen Werkstätten wies im Laufe der Zeit Mißstände und Unzuträglichkeiten auf, zum Teil veranlaßt dadurch, daß während der Sommerferien vielfach der erforderliche Ernst fehlte, was zum Teil unerfreuliche Rückwirkungen auch auf die jungen Praktikanten hatte, die ihr erstes Halbjahr abstellten.

Aber auch in den privaten Werkstätten ließ die Ausbildung viel zu wünschen übrig. Zum Teil mag das

daran gelegen haben, daß in der Werkstatt der aus dem Arbeiterstand hervorgegangene Meister herrschte, der wenig davon erbaute, daß junge Leute in kurzer Zeit ausbilden zu sollen, die nicht Meister, sondern Ingenieure, also spätere Vorgesetzte, werden sollten. Außerdem suchten die Meister ihr Können als ihr wichtigstes wirtschaftliches Gut ängstlich geheimzuhalten. Nur besondere Tüchtigkeit und Zähigkeit, verbunden mit dem Willen, sich jeglicher Arbeit zu unterziehen, nötigte den Meistern Achtung und Anerkennung und dann auch die Bereitwilligkeit zur Unterweisung ab. Wer sich so durchsetzte, für den bot die praktische Werkstattarbeit eine wertvolle Ausbildung; aber ihre Zahl war gering, im allgemeinen war also der Wirkungsgrad der praktischen Ausbildung nicht sehr groß.

Daraus erklärte sich die Abneigung, die in industriellen Kreisen gegen diese Ausbildung entstand; daran konnte auch die vorbildliche Art, mit der einige wenige Werke, z. B. die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg und Borsig, sich der jungen Leute annahmen, nichts ändern.

Als dann im Jahre 1900 die akademischen Grade des Dipl.-Ing. und Dr.-Ing. eingeführt wurden und die Diplomprüfungen der Hochschulen an die Stelle der Prüfungen als Regierungsbauführer vor den Staatlichen Prüfungskommissionen traten, rückte die Ausbildung in staatlichen Werkstätten gegenüber der in privaten Werkstätten mehr und mehr in den Hintergrund.

Die Hochschulen übernahmen damals zwar in ihre Diplomprüfungsordnungen die Bestimmung der einjährigen praktischen Ausbildungszeit, sahen aber von einer Überprüfung der Einzelheiten ab. Die Sekretariate der Hochschulen begnügten sich damit, sich die Zeugnisse vorlegen zu lassen und prüften nur die hierin bescheinigte Zeit.

Als Ende der neunziger Jahre in steigendem Maße private Werkstätten aufgesucht wurden, war es bereits dazu gekommen, daß Firmen, die als gut eingerichtet bekannt waren, mit Gesuchen um Aufnahme als Praktikanten überlaufen wurden und daher manchen Bewerber zurückweisen mußten. Es entstand ein Mangel an Praktikantenplätzen. Dazu kam, daß manche Werke, z. B. die Firmen Schichau, Ludwig Loewe und zahlreiche Werkzeugmaschinenfabriken, nicht Praktikanten mit kurzer Ausbildungszeit einstellen wollten, sondern eine dreijährige Lehrzeit verlangten.

Die Schwierigkeiten, die den jungen Leuten erwuchsen, um zu einer praktischen Ausbildung zu gelangen, ließen den Gedanken von Lehrwerkstätten entstehen, die den Schulen angegliedert werden sollten; allerdings wurde dieser Gedanke weniger im Zusammenhang mit der Ausbildung an den Hochschulen als vielmehr in Verbindung mit den mittleren technischen Schulen gepflegt. Ein Vorkämpfer dieses Gedankens war insbesondere der Fachschuldirektor Haedicke, der den Gedanken zunächst in Remscheid und später in Siegen verwirklichte; noch bis heute hat sich der gute Kern dieses Gedankens an den Fachschulen für die Kleinisenindustrie erhalten, wo er als eine Ergänzung und Vertiefung der bereits vorher erworbenen Werkstattausbildung gepflegt wird.

Als Ersatz für die Werkstattpraxis ist die Lehrwerkstatt einer Schule abzulehnen, und auch die Versuche, die in dieser Richtung in der Nachkriegszeit wieder unternommen worden sind, haben dies erneut erwiesen. Die praktische Ausbildung hat den Zweck, den werdenden Ingenieur in das werktätige Leben einzuführen; er soll nicht nur die Werkstoffe und ihre Be- und Verarbeitung kennen lernen, sondern darüber hinaus auch mit dem

werktätigen Menschen und seinen Leistungen vertraut werden, damit er die Zusammenhänge, die in einer Fabrik wirksam sind, erkennt. Das kann ihm keine Schule geben; um dies zu erleben, muß er mitten im praktischen Schaffen der Industrie gestanden haben.

Mit der wachsenden Industrie wuchs auch zahlenmäßig der Nachwuchs der Ingenieure, und die Klagen wegen unzureichender Praktikantenstellen führten zu einer Erörterung der Angelegenheit im Verein deutscher Ingenieure, wobei sich Männer wie Theodor Peters, Max Krause, Viktor Laeis, Anton Rieppel und Theodor Sehmer des Nachwuchses annahmen. Die letzteren veranlaßten den Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten, sich mit der Angelegenheit zu befassen, und in gemeinsamer Arbeit mit diesem und einer Anzahl anderer technisch-wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Vereinigungen wurden im Jahre 1900 erstmalig

„Bestimmungen über die Ausbildung der jungen Männer, die an den Technischen Hochschulen Maschineningenieurwesen einschließlich Elektrotechnik und Schiffbau oder Hüttenwesen studieren wollen“,

ausgearbeitet und eine Liste von Werken aufgestellt, die sich bereit erklärten, gemäß diesen Bestimmungen Praktikanten aufzunehmen.

Hier muß anerkannt werden, daß auch damals bereits einzelne der größeren Firmen ihre Verantwortung gegenüber der Ausbildungsfrage gefühlt und ihr in vollem Maß gerecht geworden sind insofern, als sie eine größere Anzahl von Ausbildungsplätzen zur Verfügung stellten; planmäßig sich der Ausbildung anzunehmen, daran dachte man aber damals im allgemeinen noch nicht. Von dem Anteil, den der Betriebsleiter oder seine Assistenten an den jungen Leuten oder an dem einzelnen jungen Mann nahmen, hing es mehr oder weniger ab, ob und wieviel er während seiner praktischen Zeit, abgesehen von seinem eigenen Lerntrieb, zu sehen bekam. Auch die Hochschulen begnügten sich damit, von der Industrie zu verlangen, daß sie eine ausreichende Zahl von Praktikantenplätzen zur Verfügung stelle.

Mit dem zunehmenden Andrang empfanden die Firmen die wachsende Zahl der Praktikanten als Belästigung, und um ihr entgegenzuwirken, wurde Lehrgeld in immer mehr steigender Höhe verlangt; so wurden 300 M und mehr nur für die Zulassung zur praktischen Tätigkeit verlangt und dadurch wurde es manchem tüchtigen jungen Mann unmöglich gemacht, eine gute praktische Ausbildung zu erlangen.

Die Industrie sollte im Gegenteil aus erzieherischen Gründen nur in Erfüllung ihrer Verpflichtung, für ihren Nachwuchs besorgt zu sein, den Praktikanten, ebenso wie den Lehrlingen eine, wenn auch bescheidene, Entlohnung gewähren.

Aus den Reihen der jungen Ingenieure, die beim Übertritt in die Praxis erkannten, wie sehr sie durch die ungenügende praktische Ausbildung benachteiligt waren, kamen dann die Wünsche auf Verbesserung des Wirkungsgrades der praktischen Arbeitszeit und zugleich Einsprüche gegen zu hohes Lehrgeld bei ungenügender Ausbildung. Erwähnt sei z. B. der an die Praktikanten selbst sich wendende und ihnen die Augen öffnende Aufsatz von Dipl.-Ing. F. zur Nedden¹⁾ „Die praktische Werkstattausbildung des akademischen Maschineningenieurs“, der dann später zu dem ausgezeichneten Buche des Verfassers „Das praktische Jahr“ geführt hat, das heute noch den besten Leitfaden für die Praktikanten darstellt.

Wiederum waren es Theodor Peters und Viktor Laeis, die im Verein deutscher Ingenieure und im Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten auf Besserung der Verhältnisse drangen. Als Ergebnis der Erörterungen wurden in der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Maschinenbau-Anstalten im Jahre 1908

„Bestimmungen über die Einstellung von Studierenden des Maschineningenieurwesens in Maschinenfabriken behufs praktischer Ausbildung“

beschlossen. Sie regelten in der Hauptsache das Verhältnis des Praktikanten zum Lehrherrn und sagten über

die Ausbildung selbst nur, daß sie mindestens 12 Monate dauern solle, von denen 4 bis 5 Monate in Modelltischlerei und Gießerei und ein Monat in der Schmiede, der Restauration der Schlosserei, der Dreherei und den Zusammenbauwerkstätten zugebracht werden sollten, und daß den Praktikanten Gelegenheit gegeben werden solle, an andere Betriebszweige und die allgemeinen maschinellen Betriebseinrichtungen des Werkes kennenzulernen. Dabei war maßgebend, daß man nicht zu stark maßregeln und vorschreibend in den Ausbildungsgang eingreifen dürfe; denn dieser hänge doch wesentlich von der Fabrik selbst ab, in der die Ausbildung vor sich gehe und von den Möglichkeiten, die der Betriebsleiter den jungen Leuten bieten könne und wolle. Weitergehende Zeitpläne wurden daher stets nur als gut gemeinte Vorschläge, niemals jedoch als bindend aufgefaßt.

Als dann der im Jahre 1908 begründete „Deutscher Ausschluß für Technisches Schulwesen“ (Datsch) die Arbeiten der großen Vereine auf dem Gebiete des technischen Schulwesens einheitlich festsetzte und in den Jahren 1910 bis 1914 die an die Hochschulausbildung zu stellenden Anforderungen ausglich, erörterte, behandelte er auch mehrfach die praktische Vorbildung der Studierenden.

Im Vordergrund stand dabei die Frage, in welchen Zeitabschnitten das Jahr der praktischen Ausbildung geteilt werden solle. In maßgebenden Kreisen der Industrie war man lange Zeit der Ansicht, der Praktikant müsse während dieses Jahres ununterbrochen in einer Fabrik tätig sein, da kürzere Zeitabschnitte störend auf den Betrieb einwirken würden, aber auch der junge Mann nur dann in den Geist des gesamten technisch-wirtschaftlichen Betriebes eindringen könne, wenn er sich längere Zeit ununterbrochen darin betätige. Auch heute halten noch manche Kreise der Industrie eine mindestens einjährige ununterbrochene Praktikantenzeit für sehr wertvoll.

Für die Teilung wurde angeführt, daß der junge Mann während der praktischen Tätigkeit vieles von seinem Schulwissen verlerne, und daß nach dem erfolgreichen leitenden technisch-wissenschaftlichen Studium die zweite Hälfte der praktischen Ausbildung sehr viel nutzbringender sei. Daher wollten einige die praktische Tätigkeit sogar an das Ende des Studiums verlegen, mit Rücksicht darauf, daß der Studierende bei der sehr anstrengenden Tätigkeit während seines Studiums einer gewissen Erholungszeit bedürfe und er die Ferien dazu benutzen solle, sein Wissen zu vertiefen.

Wägt man die Gründe für die eine oder die andere Regelung ab, so wird man zu der Auffassung kommen, daß auch hier der Mittelweg der beste sein wird. Dahin setzte sich schon damals mehr und mehr die Auffassung durch, daß am zweckmäßigsten ein halbes Jahr vor Beginn des Studiums und der Rest während des Studiums abgelegt werde.

Vom Datsch ist damals bereits die Forderung aufgestellt worden, die Studienpläne der Hochschule möchten so eingerichtet werden, daß die praktische Arbeitszeit durch die Lage des Studienbeginns zum Abgange von der vorbereitenden Schule nicht beeinträchtigt werde. Ein Gesichtspunkt, der bis dahin nur von der Hochschule Danzig berücksichtigt worden war.

Der Datsch richtete ferner, um den jungen Leuten zu helfen, eine „Vermittlungsstelle für Praktikanten“ ein, die zunächst mit der Geschäftsführung des VDMA verbunden wurde, und gab ein „Merkblatt für Praktikanten“ heraus.

Dann kam der Krieg. Während des Krieges und den ersten Jahren der Nachkriegszeit bereitete die Unterbringung der Praktikanten naturgemäß erhebliche Schwierigkeiten. Dabei leistete die „Vermittlungsstelle“ nützliche Dienste; sie wurde, als die Geschäftsführung des Datsch selbständig wurde, an diese angegliedert.

Diese eine zentrale Praktikantenvermittlung konnte aber nur Unzureichendes leisten, insbesondere, da die jungen Leute vielfach erst zu spät von ihrem Vorhandensein unterrichtet wurden oder aber sich zu spät an die Stelle wandten. Auch die Verbreitung des „Merkblattes“

¹⁾ Z. Bd. 52 (1908) S. 173.

ch die Sekretariate der Hochschulen und durch die bereitenden Schulen genügte nicht, um die Mängel Unterbringung der Praktikanten zu beheben. Außerdem erkannte man, daß ohne Zentralisierung viel wirklicher geholfen werden könne, und bediente sich dazu der Vertrauensmänner in den Bezirksvereinen des V. d. I., die noch heute im stillen sehr nützliche Hilfe bei der Verbringung und Beratung der Praktikanten leisten. Inzwischen hatte an den Hochschulen die starke Entwicklung der Betriebswissenschaften eingesetzt; dabei zeigte sich der Mangel einer ordentlichen praktischen Ausbildung bei den Studierenden in solchem Maße fühlbar, daß diejenigen Mitglieder des Lehrkörpers, denen die Betriebslehre anvertraut war, energisch auf eine Änderung der Zustände drängten.

Dieses Drängen wurde unterstützt durch die Mitteilungen über die erhöhte Aufmerksamkeit, die nach dem Krieg in den Vereinigten Staaten der praktischen Ausbildung und dem Zusammenwirken zwischen Hochschule und Praxis auf diesem Gebiet geschenkt wurde, wobei verschiedensten Wege beschritten wurden, um den Wirkungsgrad dieser Zusammenarbeit möglichst günstig zu gestalten.

Die nunmehr auch in Deutschland einsetzenden Bewegungen wurden außerordentlich dadurch unterstützt, daß der Datsch sich schon in den letzten Kriegsjahren, allem aber nach dem Kriege, der Lehrlingsausbildung im erhöhten Maße angenommen hatte. Ich hatte, als ich in das Amt als Vorsitzender des Datsch antrat, den Eindruck, daß es mit den gedruckten Vorschlägen und Beschlüssen nicht sein Bewenden haben dürfe, sondern daß man Lehrmittel herausbringen müsse, die dem einzelnen Betriebsleiter die selbständige Ausarbeitung solcher Lehrmittel abnehmen würde. Auf diese Weise sind die in den besten Kreisen Deutschlands und des Auslands als vortrefflich anerkannten Lehrgänge des Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen entstanden, aus denen sich dann weiter die anderen Unterrichtsmittel entwickelt haben. Zunächst lediglich den Bedürfnissen der in steigendem Maße von maßgebenden Firmen eingerichteten Werkschulen abhelfend, haben sie sich in immer größerem Umfange die Fortbildungsschulen, Berufsschulen und andere technische Mittelschulen erobert.

Als man nach dem Kriege, wie bereits erwähnt, über die Unterbringung der Studierenden in Werkstätten hinsichtlich der Ausbildung selbst anzunehmen begann und den Wirkungsgrad zu verbessern suchte, da konnten die für die Lehrlingsausbildung vorbereiteten Hilfsmittel für die Praktikantenausbildung nutzbar gemacht werden.

Bei der großen Zahl von Studierenden an der Technischen Hochschule Charlottenburg, die in Berlin und ihrer näheren Umgebung ihre praktische Ausbildung erlangen suchten, waren die Klagen und Bedürfnisse naturgemäß besonders stark fühlbar. Es ist das Verdienst von Prof. Schlesinger, daß er in sehr kräftiger und zielbewußter Weise sich für eine grundlegende Änderung einsetzte. Dr. Harm wurde mit den Arbeiten für ein Zusammenarbeiten der Technischen Hochschule Charlottenburg und der Groß-Berliner Metallindustrie betraut, und aus dem Zusammenwirken der Professoren Schlesinger, Romberg, Riebensack, Klotz u. a. einerseits und führender Männer der Industrie, wie Litz und Heilandt, kamen Vorschläge zustande, die vom Verband Berliner Metallindustrieller tatkräftig aufgegriffen und durchgeführt wurden. Allerdings knüpfte die Industrie hieran die Forderung, daß diese Stellen nun auch dauernd und nicht nur während des Sommers, in den Herbstferien sogar doppelt und dreifach besetzt seien. Anfänglich war von der Industrie die Forderung einer ununterbrochenen einjährigen Ausbildungszeit aufgestellt worden, was für die Studenten infolge des Herbstbeginnes der Schuljahrgänge den Verlust eines halben Jahres bedeutet haben würde. Neuerdings ist unter Hinweis auf amerikanische Einrichtungen, die Schlesinger auf seiner Studienreise genauer kennenzulernen Gelegenheit fand, erreicht worden, daß die Industrie einer Teilung in halbe Jahre zugestimmt hat, während die Charlottenburger Hochschule, ähnlich wie bereits früher Danzig, Doppelkurse eingeführt hat, die den Beginn des Studiums im Herbst und zu Ostern gestatten. Auf diese Weise ist die neuere Regelung zustande gekommen, die Prof. Hanner in seinem Bericht auf der letzten Tagung des Datsch geschildert hat²⁾.

Die Berliner Verhältnisse, die zu diesem Versuch geführt haben, sind von ganz besonderer Art; die örtlichen Schwierigkeiten sollen durch den neuerlichen Versuch beseitigt werden, so gut wie dies unter den obwaltenden Verhältnissen eben möglich ist.

Zugleich läßt die Einrichtung des „Praktikantenpflegers“ eine Verbesserung des Wirkungsgrades der praktischen Ausbildung durch das Zusammenwirken der drei Beteiligten, der Industrie, der Hochschule und des Schülers erhoffen. Diese Charlottenburger Einrichtung hat bereits ähnliche Versuche an andern Hochschulen ausgelöst, und es ist zu hoffen, daß durch Erfahrungsaustausch die Einrichtungen verbessert werden. Daß bei der Durchführung Meinungsverschiedenheiten aufgetaucht sind, ist selbstverständlich; soweit ich aber unterrichtet bin, ist heute zwischen sämtlichen Technischen Hochschulen unter Mitwirkung des Deutschen Ausschusses eine grundsätzliche Einigung in den wichtigsten Punkten erzielt worden.

Umstritten sind u. a. Länge und Einschaltung der einzelnen Abschnitte der praktischen Ausbildung in die Studienzeit, ferner Umfang, Art und Durchführung der theoretischen Unterweisung, endlich eine Anzahl Nebensachen, z. B. der Zeitpunkt der Immatrikulation, zeitliche Folge und Dauer der Beschäftigung in den verschiedenen Werkstätten u. a. m. Über alle diese Fragen kann man natürlich verschiedener Meinung sein; sie treten aber zurück gegenüber den eben dargelegten großen grundlegenden Fragen.

Nicht nur im Maschinenbau und den ihm verwandten mechanischen Fächern, dem Schiffbau, Schiffsmaschinenbau, Eisenhüttenwesen und der Elektrotechnik ist praktische Ausbildung als Vorbedingung für das Diplomexamen vorgeschrieben, sondern neuerdings auch in andern Fachrichtungen, insbesondere auch im Bauwesen. In vorbildlicher Weise nimmt sich im Eisenhüttenwesen der Verein Deutscher Eisenhüttenleute der Praktikanten an. Der Bergbau kennt seit langem die geregelte Ausbildung der Bergbaubeflissenen in allen Zweigen der praktischen Tätigkeit des Bergmannes und von jeher in getrennten Zeitabschnitten. Auch in andern Zweigen der Technik bürgert sich mehr und mehr die Überzeugung ein von der Notwendigkeit einer guten Kenntnis der praktischen Arbeitsverhältnisse als Vorbedingung für ein erfolgreiches Studium.

In der gesamten Industrie macht sich neuerdings die Erkenntnis bemerkbar, daß die Berufsausbildung des Nachwuchses der gewerblichen Facharbeiter dringend der Vermehrung und Verbesserung bedarf, wenn die deutsche Industrie wieder Geltung und Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt erlangen will. Die sich hieraus ergebenden verbesserten und vermehrten Ausbildungsmöglichkeiten werden auch die praktische Ausbildung der Hochschulstudierenden verbessern helfen, so daß der weiteren Entwicklung mit einer gewissen Ruhe entgegengesehen werden kann.

Auf eine grundsätzliche Bemerkung kann an dieser Stelle nicht verzichtet werden, wenn auch das Thema dieser Ausführungen nur einen Ausschnitt aus der Frage der Hochschulausbildung behandelt. Für unsere technischen Hochschulen geschieht an sich viel zu wenig und für Versuche nach verschiedenen Richtungen, die allein zeigen könnten, welche Wege zweckmäßig sind, werden Mittel nicht zur Verfügung gestellt. Angesichts der gewaltigen Umstellung der gesamten deutschen Wirtschaft ins Technische ist das bedauerlich.

Mit einem Wort muß auch der praktischen Ausbildung der Schüler der technischen Mittelschulen, der Maschinenbauschulen und der privaten Techniken gedacht werden. Das zuletzt Gesagte über die günstige

²⁾ s. Abhandlungen und Berichte über Technisches Schulwesen Bd. 8 (1926).

Wirkung der Verbesserung der Facharbeitersausbildung in der Industrie gilt in verstärktem Maße für diese jungen Leute, denen im allgemeinen die Einrichtungen der normalen Lehrlingsausbildung in Verbindung mit den Einrichtungen für die zukünftigen Hochschulen genügen dürften.

Betrachtet man den Lauf der Entwicklung, so sieht man, daß immer und immer wieder die gleichen grundlegenden Fragen wiederkehren, über die möglichst vollkommene Übereinstimmung der Anschauungen erzielt werden muß, während in den übrigen eine gewisse Freiheit gelassen werden kann. Für die anschließende Erörterung³⁾ habe ich meine Darlegung in folgende wenige Leitsätze zusammengefaßt:

1. Die Aufklärung über den Ingenieurberuf und insbesondere über die Bedeutung der praktischen Ausbildung hat bereits in den allgemeinbildenden höheren Schulen in Verbindung mit einer gründlichen frühzeitigen Berufsberatung zu beginnen.
2. Das Ziel der praktischen Ausbildung ist nicht nur die Einführung in die handwerkliche und mechanische Fertigung, sondern auch die Einführung in die wirtschaftlichen und sozialen Zusammenhänge und die Zusammenhänge zwischen konstruktivem Schaffen und der Herstellung.
3. Zur Erzielung eines möglichst großen Wirkungsgrades ist eine planmäßige Ausbildung unter verantwortlicher Leitung eines Betriebsingenieurs nach den in den Datsch-Merkblättern niedergelegten aus-

³⁾ In der anschließenden Erörterung kam Einmütigkeit der Auffassungen in den grundsätzlichen Fragen zum Ausdruck; der hohe Wert der praktischen Ausbildung wurde allseitig betont, die Notwendigkeit einheitlicher Regelung und auch der Schaffung von Praktikantenämtern anerkannt, jedoch auch daran erinnert, daß, insbesondere an kleineren Industriepätzen, die Verhältnisse mancherorts noch allerlei zu wünschen übrig ließen. Gegen die Teilung der Ausbildungszeit wurden teilweise Bedenken geäußert; einige Redner befürworteten sogar eine Ausdehnung der Praktikantenzeit über ein Jahr hinaus, u. U. auf Kosten der theoretischen Ausbildung an der Hochschule. Vor einer Zersplitterung der Ausbildung in einer größeren Anzahl von Betrieben oder Betriebsabteilungen wurde gewarnt und ein längeres Verweilen in wenigen Werkstätten als geeigneter empfohlen. Vertreter des Technischen Mittelschulwesens schilderten bereits eingeführte Mittel, um auf die Mittel- und Hochschulpraktikanten einzuwirken, und die besonderen Schwierigkeiten bei ihrer Unterbringung. — Es ist zu erwarten, daß die noch im Fluß befindlichen Fragen in nächster Zeit von den Hochschulen zu einer in großen Zügen einheitlichen Lösung geführt werden.

Berechnung turbulenter Ausbreitungsvorgänge

Bei turbulenter Strömung treten bekanntlich in den Gleichungen für die Hauptbewegung neben den durch die gewöhnliche innere Reibung erzeugten Spannungen noch zusätzliche scheinbare Spannungen dadurch auf, daß durch die Nebenbewegung ein Austausch von Bewegungsgröße hervorgerufen wird. Für die scheinbare Schubspannung hat Prandtl¹⁾ folgenden Ansatz gemacht

$$\tau = \rho l^2 \left| \frac{du}{dy} \right| \frac{du}{dy}, \text{ s. Abb. 1.}$$

Dabei ist ρ die Dichte des strömenden Mittels, u ist die mittlere Geschwindigkeit in der x -Richtung und y die Ko-

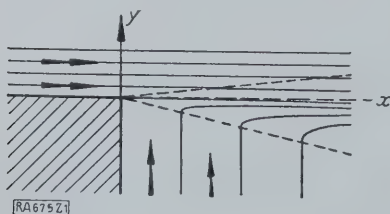


Abb. 1
Vermischung eines
Luftstrahles von
gleichförmiger Ge-
schwindigkeit mit der
ruhenden Luft

ordinate senkrecht dazu; l bedeutet den „Mischungsweg“. Dieser Ansatz kann nun zur quantitativen Berechnung turbulenter Ausbreitungsvorgänge benutzt werden²⁾. Dabei handelt es

¹⁾ L. Prandtl, Bericht über Untersuchungen zur ausgebildeten Turbulenz, Zeitschrift f. angew. Math. u. Mech. Bd. 5 (1925) S. 136 und Bericht über neuere Turbulenzforschung im Buch „Hydraulische Probleme“ Berlin 1926 S. 8.

²⁾ Tollmien, Zeitschrift f. angew. Math. u. Mech. Bd. 6 (1926) S. 468

fürlichen Richtlinien erforderlich. Hierbei können persönlichen und bezirklichen Besonderheiten Rechnung getragen werden.

4. Die praktische Ausbildung muß durch eine sie ergänzende theoretische Unterweisung vertieft werden, die gleichzeitig die Anfangsgründe des technischen Zeichnens vermittelt und die mathematischen naturwissenschaftlichen Vorkenntnisse wachhält.

Um diese Ergänzung wirksam zu gestalten, müssen Industrie und Schule möglichst eng zusammenarbeiten.

5. Eine vertiefte Wechselwirkung von Theorie und Praxis wird durch wiederholte praktische Tätigkeit während des Hochschulstudiums erreicht. Insbesondere ist praktische Tätigkeit in den höheren Semestern nach Erledigung der einjährigen praktischen Ausbildung wertvoll.
6. Aus dem gleichen Grund ist eine ergänzende spezialisierte praktische Tätigkeit nach dem Studium zu empfehlen (Ingenieurpraktikum).

Zum Schluß auf Grund meiner Lebensauffassung und meiner praktischen Erfahrungen noch eine Bemerkung: Man kann in der Leitung eines jungen Mannes auch zu viel tun. Das „für sich selbst handeln müssen“ früherer Zeit hatte, wie unser Altmeister, Staatsrat v. Bach, wiederholt im Verein deutscher Ingenieure ausgesprochen hat, seine sehr wertvollen, erzieherischen Momente. Wir dürfen in unserem an sich nützlichen Bestreben, möglichst viel zu regeln, nicht so weit gehen, daß wir dem werdenden Ingenieur alle Verantwortung für seine Ausbildung abnehmen und ihn dazu erziehen, daß er bei jedem Schritt, den er in seinem Leben tun muß, irgendeine beratende Stelle erst fragt, was richtig ist und was nicht. Das zu verhüten, ist der Sinn der akademischen Freiheit, die als Mittel zur Erziehung der vollen Verantwortlichkeit unentbehrlich erscheint; auch dann, wenn wir wissen, daß manche an ihr zugrunde gehen.

Die theoretische und praktische Erziehung muß in jeder Richtung eingestellt sein auf die Erziehung zu Pflichtgefühl gegen sich selbst, gegen die Gemeinschaft, in der man arbeitet, und gegen unser Vaterland.

[B 579]

sich einmal um die Vermischung eines Luftstromes mit gleichförmiger Geschwindigkeit mit der ruhenden Luft (ebenes Problem der freien Strahlengrenze), Abb. 1, das um die Ausbreitung eines Luftstrahles, der entweder in einem Spalt oder einem runden Loch in den umgebenden Luftraum schießt. Übereinstimmend wird dabei der Ansatz für den Mischungsweg $l = cx$ gemacht, wenn x die Entfernung von der Stelle angibt, wo die Vermischung einsetzt. Der Proportionalitätsfaktor c ist dabei die einzige Erfahrungsgroße der Theorie.

Die Rechnungsergebnisse wurden im Fall der freien Strahlengrenze und des runden Luftstrahles mit Geschwindigkeitsverteilungen, die in der Göttinger Aerodynamischen Versuchsanstalt mit einem selbstaufzeichnenden Druckschreiber aufgenommen wurden, verglichen. Die Übereinstimmung ist sehr gut. Für die freie Strahlengrenze wird dabei $l = 0,0174 x$.

Außer der Geschwindigkeitsverteilung wurde auch noch der Überdruck in dem gleichförmigen Luftstrom (Geschwindigkeit U) gegenüber der ruhenden Luft im Fall der freien Strahlengrenze und die entsprechende Größe der Strahlausbreitung berechnet. Im Fall der freien Strahlengrenze erhielt man dabei einen Überdruck von

$$0,00482 \rho \frac{U^2}{2},$$

eine Beziehung, die für die Eichung von Staugeräten einem aus einer Düse ausfließenden Strahl wichtig ist.

Bei der Berechnung des Überdrucks beim runden Strahl erwies sich ein erweiterter Ansatz für die scheinbaren Spannungen als notwendig, wodurch neben der scheinbaren Schubspannung τ auch die scheinbaren Normalspannungen σ_y und σ_z berücksichtigt wurden. [M 63]

Göttingen

Dr. Tollmien

Messung mechanischer Schwingungen¹⁾

Von Dr.-Ing. W. Kniehahn, Berlin

Vorteile optischer Verfahren — Möglichkeiten der praktischen Ausführung — Schwingungsmessung ohne festen Nullpunkt — Anwendung auf Torsionsschwingungen

Die Fortschritte der Technik haben auf allen Gebieten die schnellaufende Maschine in den Vordergrund des Interesses gerückt. Genügte bei langsamlaufenden Maschinen im allgemeinen genaue Berechnung und einwandfreier Entwurf, um die Maschine ohne Störung und ihrem Zweck entsprechend in Betrieb zu bringen, so stellen sich bekanntlich beim Übergang zu hohen Geschwindigkeiten die verschiedensten Schwierigkeiten heraus. Insbesondere können Schwingungen störend wirken, deren Auftreten sich durch Rechnung in vielen Fällen nicht vorausbestimmen läßt, so daß man auf Messungen an der ausgeführten Anlage angewiesen ist.

Mechanische, optische, akustische und elektrische Verfahren hat man zur Anzeige sowie zum Aufzeichnen solcher Schwingungen angewandt und dabei bereits beachtenswerte Ergebnisse erzielt. Immerhin zeigt der Umstand, daß die Messung von Schwingungen nur an vereinzelten Stellen vorgenommen wird, daß der allgemeinen Einführung und Verwendung dieser Geräte noch irgend etwas im Wege steht.

Gerade in heutiger Zeit spielt außer der technischen Brauchbarkeit die Wirtschaftlichkeit auch bei solchen Meßgeräten eine große Rolle. Der Anschaffungspreis sowie die umständliche Behandlung oder zeitraubende Auswertung der Versuchsergebnisse können die Einführung erschweren. Ferner braucht die Industrie ein Meßgerät, das nicht nur für irgendeinen Sonderfall verwendbar ist, sondern mit dem man gegebenenfalls durch kleine Umstellungen Schwingungen verschiedener Art beobachten und untersuchen kann. Ein solches universales Meßgerät, das Genauigkeit mit Einfachheit und Billigkeit vereint, dürfte dazu beitragen, daß sich die Beobachtung von Schwingungen allgemein einführt und daß die Entwicklung der Entwürfe nach der dynamischen Seite hin eine wesentliche Förderung erfährt.

Man hat bisher in erster Linie mechanische Verfahren zur Messung mechanischer Schwingungen angewandt, indem man sich die Erfahrungen mit seismischen Meßgeräten zunutze machte. Bei diesen Meßgeräten ist es nicht ganz einfach, Fehler auszuschließen. Reibung und Dämpfung der einzelnen Teile und ihr richtiges Verhältnis zueinander sind äußerst schwierig abzustimmen. Auch der Antrieb bereitet oft Schwierigkeiten, und Fehler in der Bemessung der trägen Masse und der zwischen diese und die mit-schwingende Masse geschalteten Feder können die Richtigkeit der Aufnahme in Frage stellen.

Immerhin hat die Praxis bewiesen, daß es gelungen ist, mechanische, elektrische und akustische Meßgeräte für diese Zwecke zu entwickeln. Aber auch das optische Verfahren hat hier Vorteile, namentlich den Vorteil, daß es

Schwierigkeiten der angegebenen Art überhaupt nicht kennt. Weder die veränderliche Reibung und Dämpfung noch der Antrieb des Beobachtungsgerätes spielen hier eine Rolle. Es dürfte daher aussichtsreich sein, optische Verfahren zum Messen von Schwingungen auszubilden. Natürlich müssen die Zusammenhänge berücksichtigt werden, die Gewähr für eine einwandfreie Beobachtung bieten und die man nicht immer erkannt hat.

Zur Aufnahme und Aufzeichnung von kleinsten Bewegungsvorgängen benutzt man bereits auf den verschiedensten Gebieten optische Verfahren. Man hat jedoch bisweilen Ergebnisse erzielt, die man als optische Täuschungen beiseite legte, ohne weiter nachzuforschen, woher diese Täuschungen kamen und wie sie zu vermeiden gewesen wären. Man hat z. B. bei der optischen Beobachtung der Bewegungen von Blutkörperchen festgestellt, daß man wohl ab und zu die Bewegung in der Art der Zeitlupenaufnahmen verzögert sah, so daß man sie gleichzeitig unter dem Mikroskop beobachten konnte, man sah aber gleichzeitig andere Blutkörperchen sprunghaft vor- und rückwärtsgehen, wieder erscheinen und wieder verschwinden und mußte damit die Untersuchungen ohne Erfolg abschließen.

Man hat sich ebenso damit abgefunden, daß bei der kinematographischen Wiedergabe eines fahrenden Kraftwagens die Räder trotz schneller Fahrt allmählich stillstehend erscheinen, bisweilen sich sogar scheinbar rückwärts drehen. Berücksichtigt man jedoch die einfachen Zusammenhänge, die diesen optischen Beobachtungen zugrunde liegen, so kann man solche Täuschungen leicht vermeiden.

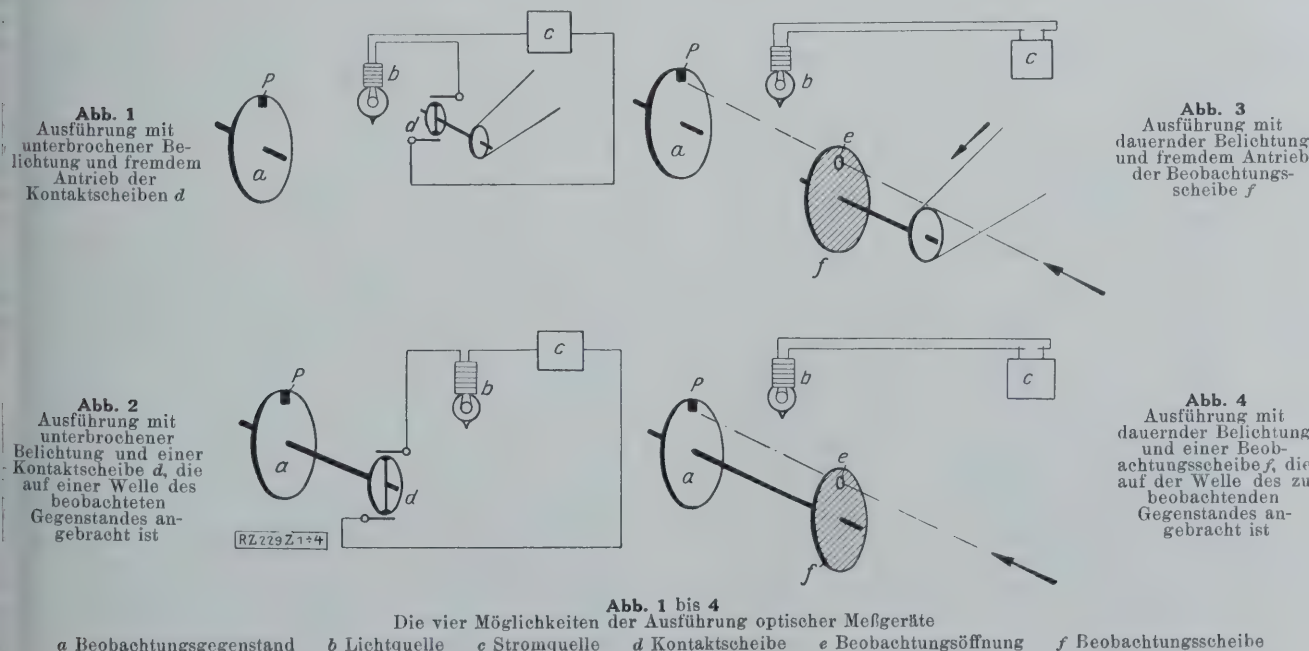
Die optische Beobachtung schnellaufender Maschinen beruht darauf, daß infolge der Trägheit des Sehnervs ein raschlaufender Gegenstand, wenn er nur kurze Zeit belichtet, die übrige Zeit aber unsichtbar gehalten wird, dem Auge des Beobachters stillstehend erscheint. Belichtet man also den Gegenstand ebenso oft wie er umläuft, so trifft jeder Lichtblitz den Gegenstand in derselben Stellung, und das Auge sieht dauernd einen scheinbar stillstehenden Körper.

Die Belichtung kann entweder so erfolgen, daß man einen Lichtblitz bei jeder Umdrehung des beobachteten Gegenstandes in gleichen Zeitabständen erzeugt, oder man belichtet den Gegenstand und beobachtet ihn durch eine Öffnung in einer Scheibe, die synchron mit ihm umläuft. In beiden Fällen muß das Blinkwerk irgendwie angetrieben werden und Synchronismus zwischen ihm und dem Gegenstand hergestellt werden. Zum Antrieb dient entweder eine fremde Kraftquelle oder der zu beobachtende Gegenstand selbst.

In diesen beiden Punkten, der Art der Belichtung und der Art des Antriebes, unterscheiden sich die vier Möglichkeiten der Ausführung optischer Meßgeräte.

Abb. 1 und 2 zeigen schematisch die beiden Ausführungen mit unterbrochener Belichtung, einmal mit fremdem Antrieb der Unterbrechungskontaktscheibe *d* und einmal mit einer Kontaktscheibe, die auf der Welle des beobachteten Gegenstandes angebracht ist. In Abb. 3 und 4 ist der Gegenstand dauernd beleuchtet, und die Beobachtung

¹⁾ Auszug aus der vom Schwingungsausschuß im Wissenschaftlichen Beirat des Vereines deutscher Ingenieure preisgekrönten Arbeit „Pantoskop“.



erfolgt in der Richtung des Pfeiles durch die Öffnung der Beobachtungsscheibe f , die fremd angetrieben oder auf der Welle des zu beobachtenden Gegenstandes angebracht sein kann.

Für alle diese Möglichkeiten sind bereits praktische Ausführungen vorhanden, die für die Praxis zwar brauchbar sind, für die Messung von Schwingungen aber in dieser Form noch nicht in Betracht kommen. Unter Umständen geben sie sogar bisweilen zu Täuschungen Anlaß. Diese Täuschungen beginnen in dem Augenblick, wo man entweder statt durch eine Öffnung durch mehrere Löcher der Scheibe beobachtet, oder wenn man zwischen Gegenstand und Meßgerät verschiedene Übersetzungen einschaltet. Noch größer wird die Unsicherheit, wenn das Meßgerät durch eine Reibkupplung von der Welle des Gegenstandes angetrieben wird.

Will man einwandfreie Ergebnisse auf optischem Weg erzielen, so ist zunächst wesentlich, was man beobachten will; erst hieraus ergibt sich, mit welchen Mitteln die Beobachtung zu erfolgen hat²⁾. Das zeigt schon, daß an dem optischen Meßgerät Verstellmöglichkeiten für verschiedene Zwecke der Anwendung notwendig sind. Zu berücksichtigen ist der Einfluß der Anzahl der Belichtungen des Gegenstandes während eines Abschnittes der Bewegung, also der Einfluß der Anzahl der Kontaktstellen einer Kontaktscheibe oder der Anzahl der Öffnungen einer Stroboskopscheibe (Kontakt- und Stroboskopscheibe seien kurz Steuerscheiben genannt), der Einfluß des Winkels, in dem zwei oder mehrere Kontaktstellen oder Scheibenöffnungen gegenüber dem Drehpunkt der Steuerscheibe stehen, und der Einfluß des Übersetzungsverhältnisses zwischen Gegenstand und Steuerscheibe. Diese Einflüsse sind folgendermaßen zu berücksichtigen:

1. Will man einen und denselben Punkt in einer ganz bestimmten Stellung beobachten, also z. B. sein Verhalten während der Bewegung unter einer bestimmten Belastung im Bilde festhalten, so ist das nur möglich, wenn man ihn mit Hilfe einer synchron umlaufenden Steuerscheibe einmal während jedes Abschnittes der Bewegung belichtet oder bei x -maliger Belichtung während eines Abschnittes der Bewegung (x ist eine ganze Zahl) eine Übersetzung $1/x$ zwischen Gegenstand und Steuerscheibe einschaltet.

2. Will man einen und denselben Punkt zweimal erscheinen lassen, also an zwei bestimmten Punkten seiner Bewegung, die gegen einander um α° verschoben sind, so verwendet man eine Steuerscheibe mit zwei um α° versetzten Kontakten oder Öffnungen.

2a. Ist $\frac{360^\circ}{\alpha}$ eine ganze Zahl und die Anordnung der

Steuerteile symmetrisch zum Drehpunkt der Steuerscheibe, so gibt diese Zahl die Anzahl der Bilder an, die dem Auge während eines Bewegungsabschnittes erscheinen oder das Übersetzungsverhältnis, das bei einmaliger Belichtung zwischen Gegenstand und Steuerscheibe eingeschaltet werden muß.

Aus diesen allgemeinen Überlegungen läßt sich ableiten, wie man die Schwingungszahl, Größe und Richtung von Ausschlägen und die Lage von kritischen Drehzahlen feststellen kann. Abb. 5 bis 8 sagen dies einfacher, als sich mit Worten ausdrücken läßt. Die Kreise stellen die Steuerscheibe mit den Kontaktstellen oder Beobachtungsöffnungen p, p', p'' dar. Bei einer beliebigen Schwingung wird der

²⁾ Vergl. Dr.-Ing. Kniehahn, Keilriemenversuche, „Maschinenbau“ Bd. 4 (1925) S. 376.

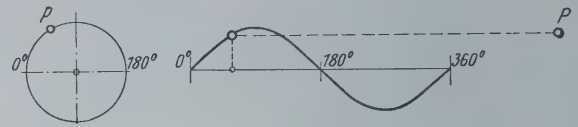


Abb. 5
Beobachtung eines Punktes, der stillstehend erscheint, so daß trotz seiner Schwingungsbewegung ein klares, eindeutiges Bild P zustande kommt. — Keine Möglichkeit Schwingungen festzustellen.

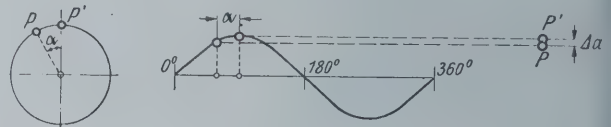


Abb. 6
Beobachtung zweier Punkte im Bewegungsabschnitt von 0° bis 360° , um die Zahl und Lage der Wendepunkte und Knotenpunkte von Schwingungen festzustellen.

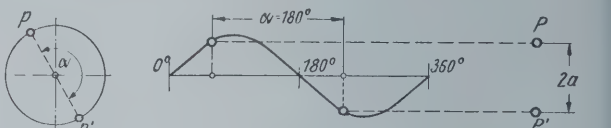


Abb. 7
Feststellung der doppelten Schwingungsausschläge in jeder Bewegungsphase unter Vermeidung eines festen Nullpunktes der Messung.

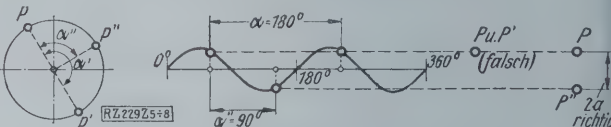


Abb. 8
Untersuchung eines Schwingungsvorganges anderer Frequenz mit falscher und richtiger Einstellung der Steuerscheibe. Falsches Ergebnis (P und P'), wenn das vorherige Abtasten nach Abb. 6 nicht vorgenommen wurde, und richtiges Ergebnis (Abstand PP').

beobachtete Körper in den bezeichneten Stellungen seiner Bewegung sichtbar (zweite Reihe), und da sich im Auge mehrere Bilder überdecken, so bieten sich dem Beobachter die in der letzten Reihe angegebenen Bilder P, P', P'' dar. Zur Vereinfachung der Darstellung sind nur Schwingungen einer einzigen Richtung des Koordinatensystems angenommen.

Abb. 5 bis 7 sollen vor allem zeigen, daß die optische Beobachtung mit zwei Steuermitteln die Möglichkeit gibt, von einem Nullpunkt der Messung loszukommen. Das ist für die praktische Messung von großem Vorteil. Es würde hier zu weit führen, auf Einzelheiten näher einzugehen, und es sei nur angedeutet, daß auf diese Weise Schwierigkeiten in bezug auf die Einhaltung des genauen Synchronismus oder bei ungenügender Standsicherheit des Meßgerätes ausgeschaltet werden.

Bisher war nur von der Beobachtung der Schwingung eines Punktes in einer oder zwei sich überdeckenden, ganz bestimmten Stellungen die Rede. Aber der gesamte Verlauf der Schwingung mit ihren Knotenpunkten und Elongationen ist wichtig. Um diese Beobachtung zu ermöglichen, kann man ein Ausgleichgetriebe zwischen Gegenstand und Meßgerät nach Abb. 9 schalten und durch Verdrehen der Scheibe D mit der Hand oder maschinell den gesamten Verlauf der Schwingung sichtbar machen oder auf der photographischen Platte festhalten.

Abb. 8 zeigt einen der Fälle, wo Täuschungen möglich sind, wenn man nicht mit Hilfe des Ausgleichgetriebes und durch Verstellen des Winkels α und entsprechendes Abtasten des ganzen Umfangs die Möglichkeit hätte, nach dem aus Abb. 6 ersichtlichen Verfahren zunächst eine Differentialkurve aufzustellen, die die Anzahl der Knotenpunkte und die Amplituden und damit die Frequenz der vorliegenden Schwingung erkennen läßt. Beobachtet man z. B. durch ein Stroboskop, dessen Steuerscheibe aus einer zylindrischen Walze mit Schlitzen besteht, und bei dem man durch die Schlitze senkrecht zur Drehachse hindurchsieht, so sieht man infolge der höheren Frequenz nach Abb. 8 einen einzigen ruhenden Punkt (P und P' überdeckt). Man würde also annehmen, daß keine Schwingung vorliegt; diese Art der Beobachtung ist aber für die Messung von Schwingungen nicht brauchbar.

Bei der Beobachtung von Fundamentalschwingungen, Biegeschwingungen von Wellen u. dergl. ergibt sich im allgemeinen ein Bild nach Abb. 10, wenn auf dem beobachteten Gegenstand ein Punkt gekennzeichnet ist. Die

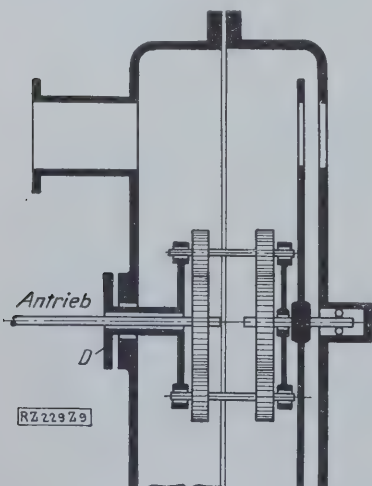


Abb. 9
Phaseneinstellung der Stroboskopscheibe
 D Phaseneinstellung der Beobachtungsscheibe

RZ 229 Z 9

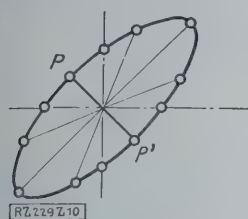


Abb. 10
Schwingungsellipse einer Biegeschwingung, wie sie bei Benutzung des Differentialgetriebes dem Beobachter erscheint.

erhaltene Schwingungsellipse bestimmt durch die Lage ihrer Hauptachse die Hauptrichtung der Schwingungen und ermöglicht gegebenenfalls, die Schwingungen in solche in Richtung der X-Achse und der Y-Achse zu zerlegen.

Insbesondere läßt ein Meßgerät, das nach den angegebenen Grundsätzen aufgeführt ist, auch die optische Beobachtung von Drehschwingungen zu. Der einzige Unterschied besteht darin, daß man senkrecht zur Wellenachse beobachten und daß man zwei um 180° gegeneinander versetzte Marken anbringen muß, Abb. 11. Da sich die Steuerscheibe des Meßgeräts gleichförmig bewegen muß, so muß man sie in diesem Fall gesondert mittels eines Gleichstrommotors antreiben, der aus einer Batterie gespeist wird.

Der zu beobachtende Punkt kann durch je eine Marke P, Abb. 11, an zwei um 180° versetzten Stellen der Welle angezeichnet werden. Da die Ausschläge der Welle in tangentialer Richtung liegen, ist es vorteilhaft, als Maßstab eine Strecke m als Meßstrecke anzudeuten. Dem Beobachter erscheint dann das Bild der durch die Dreh-

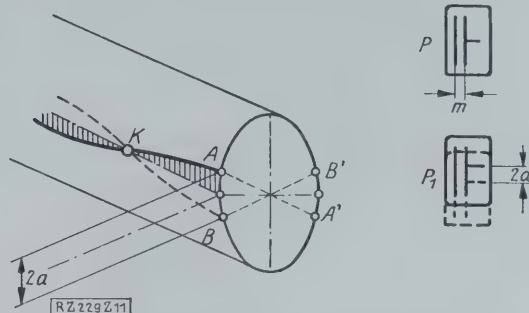


Abb. 11. Optische Messung von Torsionsschwingungen
K Knotenpunkt der Torsionsschwingung

schwingungen verzerrten Welle in der Stellung AA' und gleichzeitig in der Stellung BB' , so daß er das Bild P_1 sieht und damit den Abstand $2a$, den doppelten Ausschlag der Schwingung, ablesen kann.

Eine beliebige starke Vergrößerung kann man durch Einschalten geeigneter Linsen erreichen; die Ausbildung des Gerätes in der Art einer Spiegelreflexkamera ermöglicht, die Schwingungen auf der Mattscheibe zu beobachten. Damit entfällt auch der Einwand gegen die optische Messung, man könne erst nach dem Entwickeln und Fixieren feststellen, ob die Messung gelungen ist. [M 229]

Hochdruckdampf-Kraftomnibus mit Kondensation¹⁾

Eine bemerkenswerte Bauart eines schweren Dampfkraftwagens für Omnibusse hat die Steam Appliance Corp. of America, Cleveland, nach der Bauart Rotobaker entwickelt. Mehrere solche Kraftomnibusse sind bereits im Betrieb. Der Wasserrohrkessel besteht aus 16 untereinander austauschbaren und leicht auswechselbaren Feilen. Über einer Verbrennungskammer, deren Wände durch Wasserrohre gebildet werden, liegen mehrere Schrägröhrbündel, die in obere Wasserkammern einmünden. Auch die Schrägröhrbündel werden durch senkrechte Wasserrohre eingefasst. Die Außenwände des Kessels sind einzelne gepreßte Leichtmetallbleche, die in ein gegossenes Traggerüst eingesetzt sind. Auch die Kesseldecke ist ein Gußstück aus Leichtmetall. Die Speisung des Kessels erfolgt vollkommen selbsttätig. Aus dem Vorratbehälter fördert eine kleine, elektrisch betriebene Kreispumpe, die ein umsteuerbarer Motor mit 1750 Uml./min antreibt, das Wasser in einen Zwischenbehälter. Sobald das Wasser eine bestimmte Höhe erreicht, schließt ein Hochdruckschwimmer einen Stromkreis, wodurch ein Ventil Hochdruckdampf aus dem Kessel in den Zwischenbehälter strömen läßt, bis Druckausgleich eingetreten ist. Dann wird die Wasserpumpe umgesteuert und fördert das Speisewasser aus dem Zwischenbehälter in den Kessel, wobei wegen des Druckausgleiches nur der Reibungsverlust in der Rohrleitung zu überwinden ist. Der ganze Kreislauf erfordert bei voller Leistung 20 s. Die richtige Wirkung der Speiseanlage wird durch ein zweites Schwimmerventil überwacht.

Um die ganze Anlage in Betrieb zu setzen, schaltet der Führer am Gerätebrett einen Schalter ein. Dadurch wird der leere Kessel bis auf den normalen Wasserstand gefüllt; hier wird die Speisung selbsttätig unterbrochen, bis durch Dampfabgabe ein Nachspeisen erforderlich wird, worauf der Wasserstand selbsttätig eingehalten wird. Während sich der Kessel füllt, schaltet der Führer die Zündung für den Ölbrenner ein. Die Flamme entzündet sich jedoch selbsttätig erst dann, wenn der richtige Wasserstand im Kessel erreicht ist. Für das Anfahren genügende Dampflieferung setzt, alles zusammengerechnet, vier bis fünf Minuten nach dem Einschalten ein.

Die Verbrennungsluft liefert ein elektrischer Ventilator, der mit zwei Geschwindigkeiten arbeitet. Der Brennstoff wird durch zwei gewöhnliche Pumpen aus dem Vorratbehälter in eine Schwimmkammer gedrückt; von da fließt er über eine Meßuhr zu einer Zerstäuberdüse, der die Verbrennungsluft durch den Ventilator zugeführt wird. Das Gemisch wird mittels einer elektrischen Zündkerze entzündet. Der Ventilator für die Verbrennungsluft, die Zerstäuberdüse und der Unterbrecher für die Hochspannungszündung werden von einem gemeinsamen Motor angetrieben, bei dessen Versagen die Feuerung sofort stillgesetzt wird. Mit einem einzigen Handgriff kann man infolgedessen die Feuerung

ein- und ausschalten. Der Schalter wird durch das Manometer in der Dampfleitung betätigt, so daß die Feuerung und die Dampferzeugung auf gleichbleibenden Dampfdruck hin geregelt werden. Die beiden Geschwindigkeiten des Ventilators für Verbrennungsluft entsprechen Geschwindigkeiten des Fahrzeuges in der Ebene von 45 und 65/70 km/h.

Die Dampfmaschine liegt unmittelbar hinter dem Kessel, der die Stelle des üblichen Wagenmotors einnimmt, also unmittelbar vor dem Gerätebrett. Die Zylinder sind sternförmig um einen gemeinsamen Kurbelzapfen angeordnet, um den sie sich drehen. Der Auspuffdampf wird in einen Ölabscheider geleitet; dann treibt er eine kleine Turbopumpe und einen Ventilator hinter dem Kühler. Die Turbopumpe pumpt in einen Einspritzkondensator aus, in dem der Abdampf durch Frischwasser niedergeschlagen wird. Die Turbopumpe drückt Einspritzwasser aus dem Frischwasserbehälter durch den Kühler in den Einspritzkondensator. Der Wasservorrat beträgt rd. 450 l und soll für eine Fahrt von 3000 bis 4000 km ausreichen. [N 135]

Berlin-Zehlendorf

Günther

Die Haltekraft von Holzschrauben

Bei Bauten und Maschinenteilen aus Holz ist es oft vorteilhaft, statt durchgehender Schrauben mit Muttern Holzschrauben zu verwenden. Um dabei die Sicherheit des Bauwerkes nicht zu beeinträchtigen, muß man die Haltekraft der Holzschrauben kennen. Zu diesem Zweck hat J. Eckert, Wien, rd. 250 Versuche mit verschiedenen Hölzern und verschiedenen Schrauben ausgeführt. Die Löcher wurden vorgebohrt, der Bohrlochdurchmesser war je nach der Schraubengröße um 0,5 bis 1,5 mm kleiner als der Kerndurchmesser der Schraube. Aus den Mittelwerten der Versuchsergebnisse ist folgende Formel für die Haltekraft H_q in kg bei 100 mm Einschraublänge quer zur Faserrichtung abgeleitet:

$$H_q = (0,4 s D + 1,5) p.$$

Darin bedeutet s die Wichte des Holzes in kg/dm^3 , D den Außendurchmesser der Schraube in mm und p die Druckfestigkeit des Holzes in kg/cm^2 . Die Angaben über die Druckfestigkeit wurden einer umfangreichen Arbeit von Janka¹⁾ entnommen. Bei den Versuchen zeigte sich, daß die Druckfestigkeit des Holzes und dadurch die Haltekraft der Schrauben um so größer ist, je mehr Jahresringe auf 1 cm Halbmesser die betreffende Holzart hat; leider sind die Versuche hierüber nicht weiter ausgedehnt worden. Die Haltekraft H_l in kg bei 100 mm Einschraublänge in der Längsrichtung der Fasern ist kleiner als H_q . Der Beiwert c in der Formel

$$H_l = c H_q$$

beträgt je nach der Holzart 0,7 bis 0,94. Man wird schon aus Sicherheitsgründen mit einem mittleren Beiwert 0,7 rechnen, wenn man die Haltekraft einer Schraube im Hirnholz berechnen will. („Werkstattstechnik“ Bd. 21 (1927) S. 345) [N 604]

Pa.

¹⁾ Railway Age, Motor Transport Section Bd. 81 (1926) S. 1086.

¹⁾ Dr. H. Janka, „Die Härte der Hölzer“, Wien 1915.

R U N D S C H A U

Aus dem Ausland

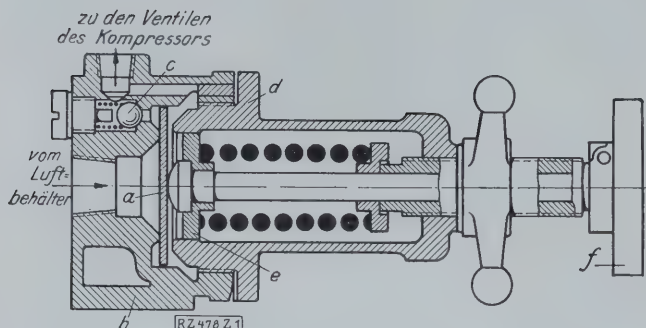


Abb. 1

Überdruckventil mit Differentialwirkung für Luftkompressoren

a Ventilplatte c Kugelventil e eingepaßte Platte
b Gehäuse d Deckel f Scheibe zum Spannen der Feder

Maschinenteile

Differential-Überdruckventil für Luftkompressoren

Die Luftkompressoren der Chicago Pneumatic Tool Co., New York City, erhalten neuerdings Überdruckventile mit Differentialwirkung, Abb. 1¹⁾, deren eigentlicher Teller eine einfache geschliffene Platte *a* aus rostfreiem Stahl ist. Diese Platte ist sehr genau in die Bohrung des Gehäuses *b* eingepaßt und am Umfang abgerundet, damit sie nicht ecken kann. Das Gehäuse nimmt ferner ein durch Feder belastetes Kugelventil *c* sowie die Anschlüsse an den Kompressor und an den Luftbehälter auf, so daß man das Ventil öffnen und reinigen kann, ohne die Leitungen ausbauen zu müssen.

Erreicht der Druck im Luftbehälter die angemessene Höchstgrenze von z. B. 7 at, so überwindet der Druck auf die untere Seite der Ventilplatte *a* die Spannung der Ventillfeder, und die Luft entweicht unter der Ventilplatte hinweg in den Ringraum unter dem äußeren Rande der Platte. Hier entsteht ein Überdruck, weil die Luft am Rande der Platte nicht ins Gehäuse austreten kann, und unter dem Einfluß dieser Mehrbelastung legt sich die Ventilplatte gegen den Sitz im Deckel *d*. Infolgedessen erfährt das Kugelventil den vollen Behälterdruck, und durch seine Öffnung von 6,35 mm entweicht sehr schnell der Überschuß an Druckluft.

Sobald der Druck auf 6,65 at abgenommen hat und infolgedessen die Drücke auf beiden Seiten der Ventilplatte wieder ins Gleichgewicht gelangt sind, kann Druckluft an der Ventilplatte vorbei in das Deckelgehäuse übertreten, wo von der fest eingepaßten Platte *e* ein neuer Druckraum geschaffen wird.

Dieser Druck führt in Verbindung mit der Wirkung der Ventillfeder die Platte auf ihren früheren Sitz zurück.

Das Überdruckventil wird für Drücke von 3,5 bis zu 35 at ausgeführt. [M 478]

H.

¹⁾ „Power“ Bd. 85 (1927) S. 606.

Verbrennungskraftmaschinen

Spektrographische Untersuchung über das Klopfen bei Explosionsmotoren

Auf die Bedeutung der Gasspektren für den Wärmeübergang in Maschinen und insbesondere in Feuerungen ist neuerdings wiederholt hingewiesen worden; der Ausschluß für Wärmeforschung des Vereines deutscher Ingenieure bemüht sich, grundlegende Messungen auf diesem Gebiet in Gang zu bringen. Nun werden bemerkenswerte spektrographische Versuche bekannt, durch die A. Henne und G. L. Clark¹⁾ Aufschlüsse über den Vorgang des Klopfens bei Explosionsmotoren gewonnen haben. Sie haben, anschließend an Versuche von Clark und Thee²⁾ mit ähnlichen, aber verbesserten Einrichtungen Spektren bei der Verbrennung in einem Einzylindermotor (Bauart Delco) mit veränderlicher Verdichtung aufgenommen, wenn er ordnungsmäßig arbeitete, klopfte oder wenn das Klopfen durch Klopfschutzmittel unterdrückt wurde.

Der Motor trieb unmittelbar einen elektrischen Stromerzeuger auf der gleichen Welle und konnte durch diesen

¹⁾ „Comptes rendus“ Bd. 184 (1927) S. 26.

²⁾ „Industr. and Engineer. Chemistry“ Bd. 18 (1926) S. 528.

veränderlich belastet werden. In die Zylinderwand war ein Quarzglasfenster eingelassen, durch das die Verbrennung beobachtet wurde. Die Temperatur des Zylinders wurde durch einen Luftstrom von veränderlicher Geschwindigkeit geregelt. Das Klopfen wurde mittels eines Indikators, Bauart Midgley und Boyd³⁾, beobachtet. Um endlich irgendeinen Teil der Verbrennung photographieren zu können, wurde ein verstellbarer Momentverschluß an der Motorwelle angeordnet, so daß man während eines sehr kurzen Teiles der Verbrennung mehrere Stunden lang bei jedem Arbeitshub exponieren konnte. Bei spektrographischen Arbeiten braucht man nämlich, wie bekannt, sehr lange Belichtungen. Gearbeitet wurde mit einem Quarzprisma-Spektrographen; die Untersuchung wurde auf das ultraviolette Gebiet beschränkt.

Die Versuche zeigten nun bei ordnungsmäßig arbeitender dem Motor und bei Belichtung während der ganzen Dauer der Verbrennung ein Spektrum vom sichtbaren Gebiet bis zur Wellenlänge 3400 Å. E. (Ängström-Einheiten von 10⁻⁷ mm), bei Überlastung mit Einsetzen des Klopfens eine Verlängerung des Spektrums ins Ultraviolette bis 2360 Å. E. und Auftauchen der zwei Wasserdampfspektren bei 3064 und 2811 Å. E. Teilaufnahmen, die sich je über ein Viertel der Verbrennungsdauer erstreckten, ergaben bei der Nennleistung immer nahezu das gleiche Spektrum und gleich Intensität und zeigen nur die Spektrallinien der Metalle, die in den Zündkerzen enthalten waren. Beim Klopfen aber trat im ersten Viertel der Verbrennung ein sehr kräftiges und weit ins Ultraviolett (bis zu 2360 Å. E.) verlängertes Spektrum auf, wobei nur die Wasserdampfbanden mit Sicherheit festgestellt werden konnten. Im zweiten Viertel der Explosion war das Spektrum viel schwächer und kürzer (untere Grenze 3064 Å. E.) und enthielt scharfe Linien der Metalle der Zündkerzen. Im dritten und im letzten Viertel unterschied es sich kaum von dem Spektrum für Nennleistung. Fügt man ein das Klopfen unterdrückendes Mittel dem Brennstoff bei, so beobachtete man auch bei Überlast in den vier Vierteln der Verbrennungsdauer stets das gleiche Spektrum wie bei Nennleistung, gleichviel ob Bleitetra-Äthyl, Jod, Anilin oder eine Äthylen-Kohlenstoffverbindung als Klopfschutzmittel verwandt wurde. Bemerkenswert war nur, daß die Linien des Bleispektrums nur im ersten Viertel der Verbrennung erschienen.

Die beiden Forscher ziehen aus ihren Beobachtungen die folgenden Schlüsse: 1. Das Klopfen beruht auf einer gewaltsamen Freigabe von Energie, die im ersten Viertel der Dauer der Verbrennung fast völlig beendet ist. 2. Die Mittel gegen das Klopfen regeln die Verbrennung so, daß sie sich gleichmäßig auf die ganze Dauer verteilt wie bei ordnungsmäßigem Arbeiten des Motors. 3. Daß die Bleilinen in dem ersten Viertel der Verbrennung allein erscheinen, deutet darauf hin, daß sich die Wirkung der Katalysatoren auf den Beginn der Reaktion beschränkt. Warum die verschiedenen Arten von Mitteln gegen das Klopfen gleich wirken, bleibt unerklärt.

[N 468]

M. J.

Werkzeugmaschinen

14000-t-Schmiedepresse

Bei der Konstruktion einer der größten durch Dampf und Druckwasser angetriebenen Schmiedepresse, die das amerikanische Marineministerium während des Krieges zum Schmieden und Biegen von Panzerplatten und zum Schmieden größter Kanonenrohre herstellen ließ, war die Bedingung maßgebend, daß man sie vielseitig verwenden und doch möglichst wirtschaftlich arbeiten konnte.

Zum Schmieden und Biegen von Panzerplatten ist eine gewisse große lichte Weite zwischen den Säulen erforderlich, verhältnismäßig kleiner Einzelhub, aber größter Druck. Das Schmieden von Kanonenrohren dagegen erfordert eine große lichte Höhe, geringeren und wechselnden Preßdruck und Einzelhub, aber großen Gesamthub, und eine in weiten Grenzen zulässige Verstellung des beweglichen Preßquerbalkens mit dem Preßbär, um die Höhenlage in der Presse im ganzen Bereich ausnutzen zu können, wie das die verschiedenen vorkommenden Arbeiten beim Schmieden von Kanonenrohren bedingen.

Die vier Tragsäulen sind daher von Mitte zu Mitte 2590 mm in der Quer- und 5790 mm in der Längsrichtung

³⁾ Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 158.

oneinander entfernt, ihre größte lichte Höhe zwischen dem intern feststehenden Preßbisch und dem beweglichen Preßquerbalken beträgt 5485 mm. Der Gesamthub, d. h. die größte Verstellung des beweglichen Preßquerbalkens mit dem Preßbär beträgt 2285 mm.

Die Presse wird durch drei Dampf-Druckwasser-Treibsätze betrieben, deren Dampfkolben 1930 mm Dmr. haben; die Dampfspannung beträgt 14 at. Die verlängerten Kolbentangen arbeiten in Druckwasserzylindern und sind so benessen, daß sie einen Wasserdruck von 475 at erzeugen. Die Druckwasserzylinder von gleichem Durchmesser sind mit den drei Arbeitszylindern des oben auf den vier Säulen befestigten Querbalkens verbunden; die drei Arbeitszylinder erhalten gleichen Druck, so daß der höchste Preßdruck 4000 t beträgt. Ebenso können auch die zwei Seitenzylinder, oder auch nur der mittlere Arbeitszylinder allein Druck erhalten. Im gleichen Verhältnis wie die Drücke können auch die Hübe der Presse verändert werden. Wird z. B. das Druckwasser der drei Treibsätze gleichzeitig auf die drei Arbeitskolben geleitet, so ergibt sich ein Einzelpreßhub von 178 mm, bei allen drei Treibsätzen auf drei Arbeitskolben ein Hub von 266,5 mm und bei allen drei Treibsätzen auf nur einen Arbeitskolben 533 mm Hub.

Die vier Säulen der Presse haben je 16,55 m Länge und 762 mm Außendurchmesser. Zur Feststellung etwaiger Verkstofffehler hat man durch die Säule ein in der ganzen Länge durchgehendes Loch von 150 mm Dmr. gebohrt. Das unter Hochdruck stehende Ventilgehäuse zwischen den Treibsätzen und den Zylindern der Arbeitskolben ist aus einem Schmiedestahlblock von 1525 × 940 × 1065 mm³ hergestellt. Die unter Hochdruck stehenden Verbindungsrohre von 203 mm l. W. und 303 mm Außendurchmesser sind ebenfalls aus vollen Schmiedestahlstücken gedreht und gebohrt, wodurch genügende Sicherheit gegen den hohen Innendruck und die unvermeidlich auftretenden Stöße erreicht wird.

Zur Bedienung der Rückzüge des beweglichen Preßrückbalkens, zur Amboßverschiebung und zur Betätigung der Hubvorrichtung der beiden elektrisch betriebenen Schmiedekrane mit 250 t Tragkraft ist eine Druckwasser-Akkumulatoranlage mit einem Wasserdruck von 175 at eingebaut. Die gesamte Preßanlage mit Ausschluß von Amboß und Preßeinsatz wiegt 3288 t.

[N 220]
Friederici

Schiffs- und Seewesen

Der Rove-Schiffahrtstunnel des Marseille-Rhonekanals

Am 25. April d. J. ist als erster und bemerkenswertester Teil des im Bau befindlichen Verbindungskanals von der Rhone bei Arles nach Marseille der Rove-Schiffahrtstunnel, (Abb. 2, eingeweiht worden¹⁾).

Der Ausführungsentwurf für diesen Kanal — die ersten Pläne stammen schon aus dem Jahr 1839 — wurde von der 904 eigens für dieses Bauwerk eingerichteten Dienststelle ausgearbeitet. Eine Änderung brachte nur noch das Gesetz vom 24. Oktober 1919, das den Ausbau des Kanales zwischen Port de Bouc und Martigues für Seeschiffe vorsah, Abb. 3. Danach sollte längs dieser Kanalstrecke ein Nebenhafen

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 60 (1916) S. 497, Annales des Ponts et Chaussées Bd. 98 (1923) S. 125, „Le Génie Civil“ Bd. 83 (1923) S. 217 und Bd. 90 (1927) S. 401.



Abb. 3
Lageplan der Kanäle von Marseille zur Rhone

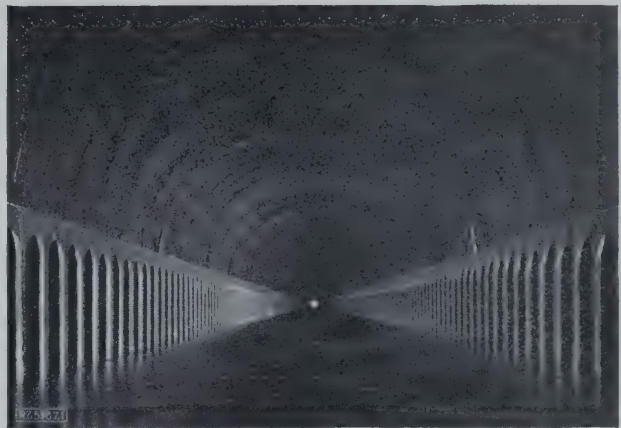


Abb. 2
Rovetunnel während des Auffüllens

zu Marseille geschaffen werden. Gleichzeitig wollte man das Becken von Berre mit rd. 15 000 ha Wasserfläche, wovon 6000 ha 8 m Wassertiefe aufweisen, als Schutzhafen für Seeschiffe benutzen.

Dadurch hat der Rovetunnel eine erweiterte Bedeutung erlangt. Die Wassertiefe wurde von ursprünglich 3 m auf 4 m gebracht; denn der voraussichtlich lebhaftere Güterverkehr zwischen den beiden Häfen wird große Kähne mit 3 m Tiefgang erfordern, und außerdem ist nach den Erfahrungen im Suezkanal infolge der bei der Durchfahrt auftretenden Wasserspiegelabsenkung in engen Kanälen mit einem beträchtlichen Tiefertauchen zu rechnen.

Die Gesamtlänge des Kanals einschließlich der 5 km langen Küstenstrecke vom südlichen Tunnelende bis zum Anfange des Marseiller Hafens, die durch Steindämme geschützt ist, beträgt 82 km, Abb. 3. Der Querschnitt des jetzigen Kanals zwischen Arles und Port de Bouc wird erweitert für 600 t-Rhonekähne (rd. 60 m lang, 8 m breit bei 1,75 m Tiefgang) auf 23 m Sohlenbreite und 2,5 m Wassertiefe bei Niedrigwasser, Abb. 4. Der Wasserspiegel liegt auf der ganzen Strecke in Meereshöhe, so daß als Übergang zur

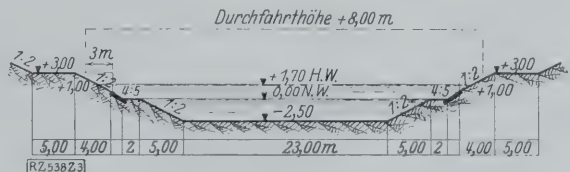


Abb. 4
Querschnitt des Kanals zwischen Arles und Port de Bouc

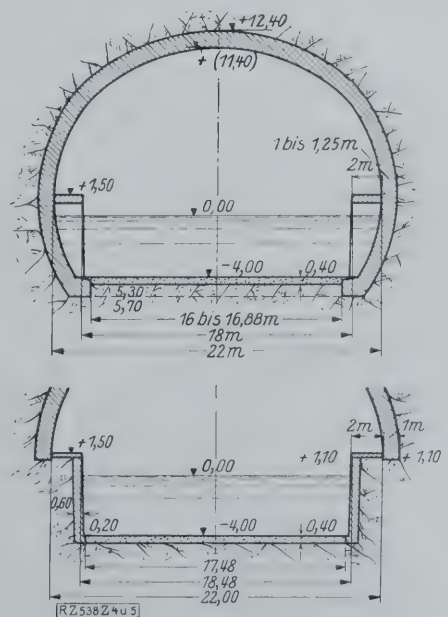


Abb. 5 und 6
Querschnitte des Rovetunnels

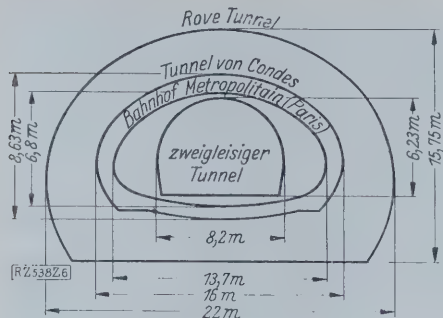


Abb. 7
Querschnitt
bestehender
Tunnelbauten

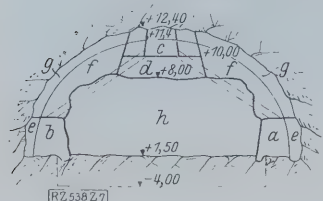


Abb. 8
Bauweise des Rove-Tunnels.
Die Buchstaben a bis h
bezeichnen den Fortgang
der Ausbrucharbeiten

Rhone bei Arles eine Schleuse von 160 m Länge und 16 m Breite erforderlich ist.

Der 7266 m lange Tunnel, dessen Bau 1911 begonnen wurde, ist je nach der Art des Gesteines im Querschnitt nach Abb. 5 oder 6 ausgebaut. Von den jetzt bestehenden Tunnelbauten hat er weitaus den größten Querschnitt, Abb. 7. Die ausgeschachtete Fläche beträgt 300 bis 320 m², je nach der Dicke des Mauerwerkes, die zwischen 0,6 und 1,95 m liegt. Infolgedessen ist eine besondere Bauweise angewandt worden, indem zunächst bei a, b und c, Abb. 8, drei Stollen vorgestoßen wurden, von denen a Richtstollen war. Quergänge in je 100 m Abstand dienten zum Entfernen des Gesteins aus dem oberen Stollen.

Danach erweiterte man den oberen Stollen bei d und errichtete gleichzeitig die unteren Gewölbeteile e. Bei der großen Tunnelbreite durfte man zum Ausmauern des Gewölbes den ganzen Querschnitt nur in schmalen Abschnitten von höchstens 6 m Breite, in der Tunnelachse gemessen, freilegen. Man fing deshalb gleichzeitig an mehreren Stellen mit dem Ausmauern an und ging dabei jeweils von den Quergängen aus, entfernte die Teile f, Abb. 8, und errichtete in jedem Abschnitt bis zu fünf Lehrgerüste mit 1,5 m Zwischenraum. Der Mittelteil h diente zum Abstützen der Lehrgerüste. Das Gewölbe ist fast überall bis zum Fels voll ausgemauert, und da die Abschnitte je für sich

fertiggestellt wurden, besteht das Gewölbe aus einzelnen nicht verbundenen Ringen, s. a. Abb. 2.

Im Anschluß an die Fertigstellung des Gewölbes wurden die noch stehengebliebenen Felsmassen bei h entfernt, die Seitenteile der Leinpfade ausgemauert und, soweit erforderlich, die Sohle betoniert.

Einen Eindruck von den beträchtlichen Abmessungen dieses Baues vermitteln folgende Zahlen: Im ganzen wurde 2 500 000 m³ Fels ausgesprengt; das Gewölbe umfaßt 250 000 m³ und die Seitenwände des Kanalbeckens erforderten 100 000 m³ Mauerwerk; 35 000 m³ Beton sind für die Sohle und 12 000 m³ für die Leinpfade gebraucht worden. An Dynamit wurden 1300 t verbraucht, und der Gesamtkraftbedarf für Pumpen und Kompressoren betrug 100 Mill. PS. Für den Tunnel allein wurden die Gesamtkosten zu Beginn der Arbeiten auf 46 Mill. Fr geschätzt. Die tatsächlichen Baukosten liefern wegen der Inflation keinen Vergleichswert.

Mit dem Rove-Tunnel ist der wichtigste Teil des Schiffahrtsweges Rhone-Marseille fertiggestellt. Der Ausbau des Kanals zwischen Port de Bouc und Martigues für Seeschiffe erfordert noch etwa zwei bis drei Jahre, bis dahin benutzen die Kähne den alten Kanal. Hingegen muß der Ausbagger der übrigen Kanalstrecke bis Arles der hohen Kosten wegen über viele Jahre verteilt werden. Einstweilen ist daher noch die Flußstrecke bis St. Louis du Rhone zu benutzen, von wo aus die Überfahrt nach Bouc durch die Bucht von Fos nur wenige Stunden erfordert.

[M 538]

Ls.

Der Weltschiffbau

Während vor dem Krieg als Folge der allgemeinen Wirtschaftslage in den verschiedenen Ländern die Beschäftigung der Werften nahezu gleichzeitig und in ziemlich gleichmäßigen Zeiträumen zu- und abnahm, sind die Zeiten höchster Bautätigkeit in den wichtigsten Ländern seit 1911 verschieden eingetreten, Abb. 9 und 10. Erst in der letzten Zeit greift die Zunahme der Bautätigkeit, die in Abb. 9 und 10 für Italien, die Vereinigten Staaten von Amerika, Frankreich und Holland bereits zu erkennen ist, auch auf England und Deutschland über, Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1
Im Bau befindliche Schiffe nach
Lloyds Register

	31. März 1926		31. Dez. 1926		31. März 1927	
	Zahl	Raumgehalt B.-R.-T.	Zahl	Raumgehalt B.-R.-T.	Zahl	Raumgehalt B.-R.-T.
England . .	218	843 070	168	760 084	297	1 216 932
Deutschland	49	216 871	52	211 062	79	350 933

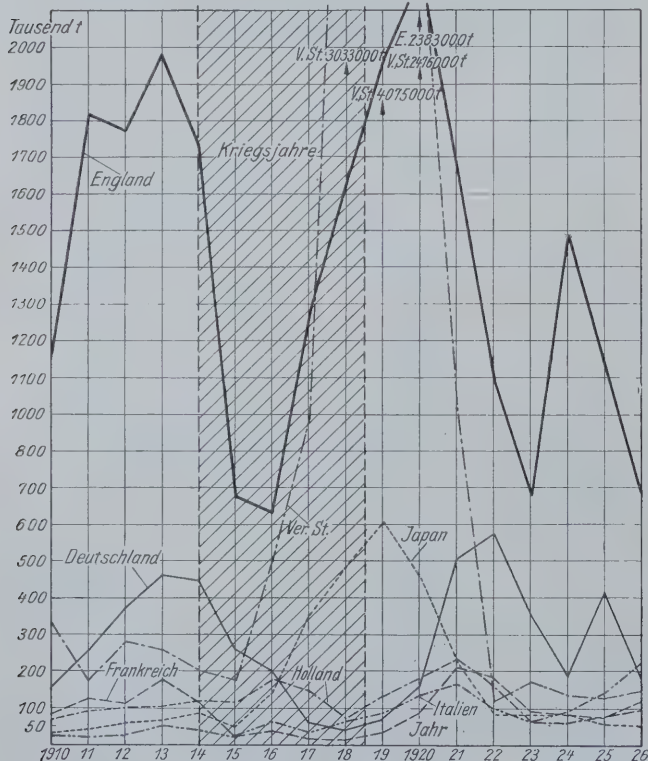


Abb. 9
Raumgehalt der von 1910 bis 1926 in den verschiedenen Ländern
vom Stapel gelassenen Handelsschiffe über 100 B.-R.-T.

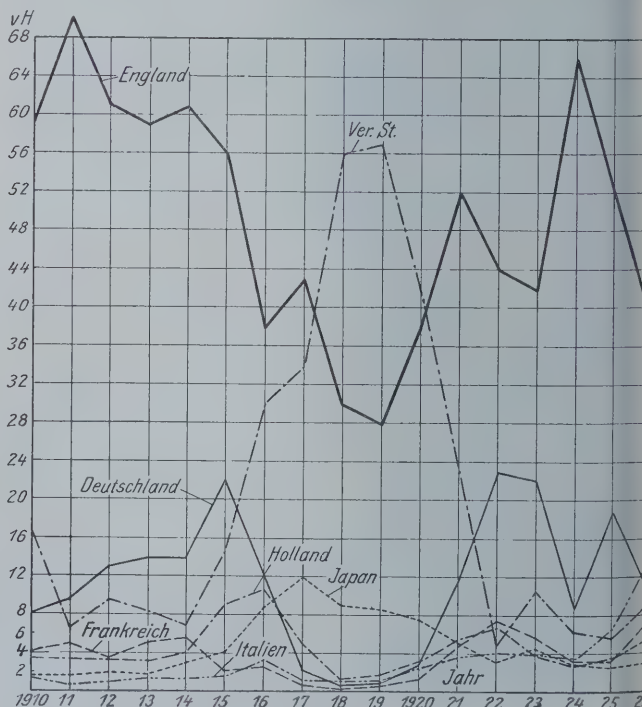


Abb. 10
Anteil der verschiedenen Länder am Weltschiffbau in den
Jahren 1910 bis 1926 bezogen auf die gesamten Neubauten

Zahlentafel 2

Raumgehalt in B.-R.-T. der in den verschiedenen Ländern vom Stapel gelassenen Handels-
schiffe über 100 t in den Jahren 1913, 24, 25, 26 (nach Lloyds Register)¹⁾

Jahr	Gr.-Britannien Irland Kolonien	Vereinigte Staaten einschl. Seen	Deutsch- land	Frank- reich	Italien	Japan	Holland	Dänemark	Schweden	Norwegen	Andere Länder	Im ganzen
1913	1 980 492	276 448	465 226	176 095	50 356	57 755	104 296	40 932	18 524	50 637	43 455	3 332 882
1924	1 484 764	139 463	193 954	79 685	82 526	72 757	63 627	63 937	31 211	25 139	10 690	2 247 751
1925	1 130 711	128 776	418 048	75 569	142 046	55 785	78 823	73 268	53 750	28 805	7 824	2 193 404
1926	673 246	150 613	180 548	121 342	220 021	52 405	93 671	72 108	53 518	9 237	48 268	1 674 977

¹⁾ „Engineering“ Bd. 73 (1927) S. 245.

Die Linie für England in Abb. 9 zeigt Spitzen für die Jahre 1920 und 1924, danach ging der englische Schiffbau wieder sehr zurück; er wurde im vorigen Jahre durch den unerwartet lange anhaltenden Bergarbeiterstreik sehr un-
günstig beeinflusst.

Die deutschen Werften, deren Leistungsfähigkeit auf rd. 700 000 B.-R.-T. Raumgehalt im Jahre geschätzt wird, waren 1922 und 1925 noch verhältnismäßig am besten beschäftigt. Auch bei ihnen war die Beschäftigung im Jahre 1926 sehr schlecht, sie hat sich in der letzten Zeit, vor allem durch die großen Neubaufträge des Nord-
deutschen Lloyd und der Hamburg-Amerika-
Linie, bedeutend gehoben. Der Norddeutsche Lloyd hat im ganzen über 160 000 B.-R.-T., darunter die zwei Schnelldampfer „Bremen“ und „Europa“ von je 46 000 B.-R.-T. Raumgehalt und 250 m Länge in Bau gegeben. Die Aufträge der Hamburg-Amerika-Linie gehen mit rd. 180 000 B.-R.-T. Raumgehalt darüber noch hinaus.

Die größte Zunahme der Schiffbautätigkeit zeigt in Abb. 9 und 10 Italien, das verschiedene große Fahrgast-Motorschiffe im Bau hat. Die Vereinigten Staaten von Amerika, deren Anteil am Weltschiffbau in den Jahren 1918 und 1919 über die Hälfte hinausging, sind heute damit beschäftigt, den Schiffsbetrieb bei einem Teil ihrer brachliegenden Schiffe durch Einbau von Dieselmotoren wirtschaftlicher zu gestalten. Beim Umbau einiger Schnelldampfer, die früher dem Norddeutschen Lloyd gehörten, erwägt man — wohl mit Rücksicht auf die großen elektrotechnischen Firmen im Lande — den Einbau von die-
selelektrischem Antrieb, der auch in andern Ländern erprobt, aber bisher nicht eingeführt worden ist.

Das größte Schiff des Jahres 1926 ist das Fahrgastschiff „Ile de France“²⁾ von 43 500 B.-R.-T. Raumgehalt, das Frankreich baut. Einen Vergleich der Bautätigkeit in den letzten Jahren mit der im letzten Vorkriegsjahr enthält Zahlentafel 2.

[M 209]

Berlin-Steglitz

Dipl.-Ing. E. Sachs

²⁾ Vergl. S. 1004 dieses Heftes.

Luftfahrt

Amerikanisches

Starrluftschiff von 184000 m³ Inhalt

Das Marindepartement hat für den Bau von zwei neuen Großluftschiffen Entwürfe vorbereitet und Versuche zur Ermittlung der besten Form eingeleitet¹⁾. Hiernach würde sich eine Länge von rd. 238 m und rd. 41 m Dmr. bei 184 000 m³ Inhalt ergeben. Das Verhältnis der Länge zum Durchmesser ist wesentlich kleiner als bei „Shenandoah“ (207,3 : 24,1) und „Los Angeles“ (200,5 : 27,7), jedoch etwas größer als für die beiden neuen englischen Luftschiffe (222,5 : 39,6), deren Inhalt um 42 500 m³ kleiner ist. Bei einem Durchmesser Verhältnis zwischen 5 und 6 lieferten die amerikanischen Versuche die besten Ergebnisse bei gleichzeitiger Berücksichtigung des Luftwiderstandes und der Bau-
gewichtsparsnis. Wird das Verhältnis kleiner als 5, dann nimmt das Baugewicht erheblich zu. Prof. Hovgaard empfiehlt in seinem Bericht über den Unfall der „Shenandoah“ stets unter 8,6 zu gehen. Wenn der Luftwiderstand allein maßgebend sei, könne noch 4,5 gewählt werden. Ferner stellte sich heraus, daß ein zylindrisches Mittel-
schiff nachteilig in bezug auf den Luftwiderstand sei. Kurze Schiffe von größerem Durchmesser sind weniger dem Einfluß von Windstößen unterworfen, und bei nahezu gleichem Luftwiderstand wächst das Widerstandsmoment des Querschnittes erheblich mit der Zunahme des Durch-

messers. Immerhin erfordert die Kursstetigkeit in wagen-
rechter und senkrechter Richtung ein schlankeres Schiff als die Berücksichtigung von Luftwiderstand und Baugewicht allein.

Aus den Bedingungen für die bis zum 16. Mai d. J. dem Marindepartement einzureichenden Angebote nur amerikanischer Firmen ist bemerkenswert, daß diese Luftschiffe bestimmt sind, vom Meer aus aufzusteigen. Sie werden mit Maschinengewehren bewaffnet; Vorrichtungen zum Mitnehmen, Ablassen und Aufnehmen von Flugzeugen während der Fahrt sind vorzusehen.

Als Füllung ist Heliumgas vorgeschrieben, jedoch soll auch möglich sein, Wasserstoffgas allein oder beide zusammen zu verwenden. Das Luftschiff ist in zwölf gasdichte Zellen eingeteilt, und für jede Zelle muß mindestens ein selbsttätiges Ventil angeordnet werden. Weitere Handventile, die insgesamt 1840 m³/min durchlassen, sind vorzusehen.

Vorgeschrieben sind 130 km/h Höchstgeschwindigkeit und im Mittel 93 km/h bei 12 000 km Fahrstrecke. Die Zahl der Motoren soll mindestens vier, höchstens zwölf betragen, wobei höchstens zwei in unmittelbarer Nähe voneinander anzuordnen sind. Dabei sollen sie nicht mehr in besonderen Motorgondeln angeordnet, sondern ins Innere des Schiffes verlegt werden; die Schrauben sind dabei über Zwischengetriebe anzutreiben. Besondere Motoren mit Hubschrauben werden zur Unterstützung der Aufstieg- und Landungsmanöver gefordert. Vorgeschrieben ist eine Anlage zum Erzeugen von Wasserballast aus den Verbrennungsgasen ähnlich derjenigen, die bei „Los Angeles“ eingebaut ist und sich bewährt haben soll, um die Verluste infolge Ablassens von Heliumgas zum Ausgleich der Abnahme des Brennstoffgewichtes zu vermeiden. Die Unterkunftsräume müssen für zehn Offiziere und 32 Mannschaften bemessen werden. Die Funkanlage für 4500 km Reichweite darf nicht mehr als 227 kg wiegen.

Einige Punkte erscheinen dem Marindepartement besonders erwünscht: Durchbildung einer lösbaren, selbst schwimmfähigen Kommandozone, Dämpfung des Motoren-
geräusches, Heizung der Wohnräume, Frostschutz für Brennstoff- und Schmierölleitungen, Anordnung einer photographischen Werkstätte und Verwendung eines geeigneten Gases als Brennstoff. Beim Entwurf sollen diese Punkte besonders beachtet werden; die Ausführung der Vorschläge bleibt jedoch vorbehalten.

Eigenartig ist die Bewertung der Einsendungen durch das Marindepartement mit höchstens insgesamt 100 Punkten für 15 Gruppen. 1. Verhältnis von Gasinhalt zu Reingewicht und 2. Betriebsicherheit bei Höchstleistung und bei 93 km/h werden mit höchstens 15 Punkten bewertet. Mit bis zu zehn Punkten wird 3. Geschwindigkeit in rd. 900 m Höhe ausgezeichnet. Höchstens fünf Punkte werden erteilt für 4. Verhältnis von Gasinhalt zur Verdrängung, 5. Sicherheitsgrad bei voller Belastung und leer, mindestens 2,5, 6. Sicherheitsgrad bei besonders schweren Beanspruchungen, mindestens 2, 7. Betriebsicherheit der Motorenanlage und bequeme Wartung während der Fahrt, 8. Zugänglichkeit der Verbände und Gaszellen auf der Fahrt, 9. geringes Gewicht und leichte Ausbesserbarkeit, 10. Teilung des Gasinhaltes, 11. Gasparsnis im Leckfall und beim Manövrieren, 12. bequeme Handhabung auf der Fahrt, 13. leichtes Veräuen, Landen und leichte Handhabung am Boden, 14. Schutz gegen Feuer und Unfälle, 15. Durchbildung der Einzelheiten.

Es wird schwer sein, mehrere dieser Gesichtspunkte ohne Erprobung der ausgeführten Schiffe richtig zu bewerten, und das Ergebnis dieser erstmaligen öffentlichen Ausschreibung von Luftschiffen dürfte bemerkenswert sein.

[N 474]

Ls.

¹⁾ Vergl. „Engineering“ Bd. 73 (1927) S. 503

Kleine Mitteilungen

Fernheizwerk in Forst (Lausitz)

Auf Grund genauer Berechnungen der Anlage- und Betriebskosten hat sich die Stadt Forst entschlossen, ein Fernheizwerk zu bauen, um die zahlreichen kleineren Tuchfabriken, die sämtlich nur veraltete Dampfkesselanlagen haben, in wirtschaftlich richtiger Weise mit Dampf zu beliefern. Zunächst sollen nur die unmittelbar neben dem Elektrizitätswerk liegenden Betriebe, nämlich 24 Tuchfabriken und drei öffentliche Gebäude, vom Fernheizwerk versorgt werden.

Nach den Messungen beträgt der Dampfverbrauch 25 bis 30 t/h. Bei vollem Ausbau des Fernleitungsnetzes für das ganze Stadtgebiet und bei Anschluß aller Tuchfabriken (etwa 100) muß man mit rd. 150 t/h rechnen.

Der Dampf wird jetzt mit 6 at Anfangsdruck ins Rohrnetz geschickt und dem Abnehmer mit etwa 5 at geliefert. Da in den Färbereien das Kondensat meist nicht wiedergewonnen wird und da die Kondensatrohre auch in den Kanälen schnell zerfressen werden, soll von der Kondensatrückführung abgesehen werden. Die Rohre werden in Eisenbetonkanälen, die meist im Fahrdamm der Straße eingebettet werden, verlegt.

Vorläufig wird von der Kesselanlage des Elektrizitätswerkes Frischdampf abgegeben, damit die Anlagekosten anfangs möglichst niedrig gehalten werden. Bei günstiger Anschlußentwicklung sollen eine Hochdruckkesselanlage und eine Anzapfturbine für 37 at Betriebsdruck aufgestellt werden. [N 613 a] Pt.

Neue elektrische Lokomotiven der Schweizerischen Bundesbahnen

Die steigenden Anforderungen an die Triebfahrzeuge der Schweizerischen Bundesbahnen machten es notwendig, neben den elektrischen 2 AAA 1-Lokomotiven noch leistungsfähigere Maschinen in Dienst zu stellen. Die Entscheidung fiel auf die Bauart mit der Achsfolge 2 AAAA 1, die für Talstrecken und zur Beförderung schwerer Züge mit einer Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h bestimmt ist. Diese Lokomotive ist mit vier Einphasenwechselstrom-Triebmotoren von je 710 PS_e Stunden- und 620 PS_e Dauerleistung ausgerüstet. Die Fahrgeschwindigkeit ohne Rücksicht auf Rad-schlupf beträgt 65 km/h, das Dienstgewicht 117 t.

Der Rahmen besteht aus zwei durchgehenden 28 mm dicken Blechen, die durch Stoßbalken und zahlreiche Querbleche sowie Querverbindungen an den Abstützungen des Drehgestelles und der Laufachse miteinander versteift sind. Auf der linken Außenseite des Rahmens ist der aus Stahlguß in einem Stück hergestellte Außenrahmen zur Aufnahme der Triebzahnäder befestigt. Jede der vier Treibachsen wird durch einen über der Achse im Rahmen festgelagerten Motor angetrieben. Eine einfache Zahnradübersetzung mit gefedertem Ritzel überträgt das Drehmoment der Motorwelle auf das Triebzahnrad. Die mittleren Treibachsen haben 10 mm seitliches Spiel. Das Drehgestell hat 2,2 m Radstand und Kugellagerung des Stützzapfens mit beiderseitigem Spiel der Drehpfanne von 150 mm; die Laufachse ist als Bisselachse mit 95 mm Spiel ausgebildet. Eine einzelne Lokomotive dieser Reihe ist versuchsweise mit einem besonderen Drehgestell versehen, worin die letzte Treibachse und die als Adamachse ausgebildete Laufachse gelagert sind. Die Drehbewegung des Gestelles um den 300 mm vor der Treibachse liegenden Drehpunkt ist derart begrenzt, daß der Seitenausschlag, über der Laufachse gemessen, nur 50 mm beträgt. Die Verschiebung der Adamachse im Drehgestell soll erst beim Fahren durch Krümmungen mit weniger als 250 m eintreten, wenn die Auslenkung des ganzen Gestelles nicht mehr ausreicht. Die Anordnung dieses Drehgestelles bezweckt eine geringere Abnutzung der Spurränze der Treibachsen und guten Lauf der Lokomotive in Krümmungen. („Schweizerische Bauzeitung“ 25. Juni 1927 S. 341*)

[N 613 b]

Krs.

Neuere Diesel-elektrische Lokomotiven

Die Firma Beardmore & Co. hat zur Zeit einige 12-Zylinder-Dieselmotoren der V-Bauart im Bau, die 1200 PS bei 750 Uml./min leisten sollen und für den Antrieb von Diesel-lokomotiven der Canadian National Railways bestimmt sind. Die Motoren können bis zu 1500 PS bei 900 Uml./min leisten und sollen jeder bei rd. 5,5 m Gesamtlänge etwa 10 t wiegen. Eine andre Lokomotive dieser Art, deren Achtzylinder-

Reihenmotor bis zu 1000 PS bei 900 Uml./min leistet, ist für Güterzüge bestimmt und soll imstande sein, in der Ebene mit 1750 t schwerem Zuge bis zu 40 km/h Geschwindigkeit zu erreichen. Die größte Zugkraft an den Radumfänger soll 19 t betragen. Der mit der Lokomotive gekuppelte Stromerzeuger hat Verbundwicklung und Fremderregung so daß seine Spannung sehr einfach je nach dem Strombedarf der Fahrmotoren geregelt und die Geschwindigkeit der Lokomotive ausschließlich durch den Drosselhebel beherrscht werden kann. („Engineering“ 24. Juni 1927 S. 760/63*)

[N 613 c]

H.

Fahrgastdampfer „Ile de France“

Dieser Turbinenschnelldampfer der Compagnie Générale Transatlantique hat vor kurzem auf seiner Probefahrt angeblich rd. 24 Kn Geschwindigkeit erreicht. Er ist zwischen den Loten 231 m lang bei 28 m Breite und 21,5 m Seitenhöhe bis zum obersten durchlaufenden Deck; das Schiff hat 9,75 m Tiefgang bei 41 000 t Verdrängung und 11 500 t Tragfähigkeit. Die Wohnräume sind für 670 Fahrgäste 1. Klasse, 408 Fahrgäste 2. Klasse, 580 Fahrgäste 3. Klasse und 800 Mann Besatzung eingerichtet.

Die vier Parsonsturbinen mit 52 000 PS Gesamtleistung, an der Welle gemessen, treiben unmittelbar die vier Schraubenwellen an. Die Dienstgeschwindigkeit wird 23 Kn betragen. Die Kesselanlage umfaßt zwölf Doppelend- und acht Einendkessel, Bauart Prudhon-Capus, alle mit Ölföhrung. Die Ölbunker fassen 7500 m³ für die Hin- und Rückreise Havre-New York.

Bemerkenswert sind Vorkehrungen zur Mitnahme von drei Wasserflugzeugen, mit deren Hilfe die Fahrgäste gegebenenfalls ihre Reise abkürzen können.

[N 613 c]

Ls.

Umbau der „Empress of Australia“

Die neuen englischen Eigner des 1922 von Deutschland ausgelieferten „Tirpitz“ entschlossen sich zur Erneuerung der Maschinenanlage, weil sie 16,5 Kn Dienstgeschwindigkeit kaum einhalten konnten und dabei täglich 205 t Öl verbrauchten. Das 1913 in Stettin vom Stapel gelassene Schiff hatte ursprünglich zwei Turbinensätze mit Föttinger Getrieben, insgesamt 14 500 PS, und vierzehn Wasserrohrkessel für 17,5 at Überdruck. Der Ausbau der alten Kessel machte Schwierigkeiten. Wegen der zwischen den geteilten Kesselschächten gelegenen Einrichtungen schuf man einen Weg durch die Schotten zur zweiten Ladeluke. Die neue Anlage umfaßt zwei Parsonsturbinensätze mit einfachem Getriebe von insgesamt 20 000 PS bei 125 Uml./min der Schrauben. Die Turbinen können auf 21 000 PS überlastet werden; die Rückwärtssätze in den Hoch- und Mittel-druckturbinen leisten 14 000 PS. Die Kesselanlage besteht aus sechs Doppelend-Zylinderkesseln und einem Einendkessel für die Hilfsmaschinen.

Bemerkenswert ist die Anordnung von Getriebe und Turbinen auf ganz niedrigen Plattenstützen, so daß Erschütterungen auch bei Vollast nirgends bemerkbar sind. Dementsprechend ist das Getriebegehäuse als weit nach unten reichender Gußkasten ausgebildet worden, und die hochgelagerten Turbinen ruhen am vorderen Ende auf hohen gußeisernen Füßen, so daß der Kondensator unmittelbar quer unter den Turbinen angeordnet werden konnte. Die Neigung der Schraubenwellen wurde auf 46 m Länge um 685 mm erhöht. Eingebaut wurden Einscheiben-Drucklager mit Schubanzeiger und zwei elektrische Drehmoment-Meßgeräte, Bauart Ford-Siemens, als ständige Ausrüstung. Sämtliche Hilfsmaschinen wurden erneuert und zwei Dieseldynamos von 165 kW Leistung eingebaut.

Schleppversuche ergaben für die zunächst nach innen schlagenden Schrauben einen beträchtlichen Leistungsgewinn, so daß die Drehrichtung der Maschinen geändert und neue Schrauben angebracht wurden.

Auf der Probefahrt wurden 20,35 Kn bei 20 440 PS, 128 Uml./min und 21 800 t Verdrängung erreicht. Dabei betrug der Ölverbrauch 0,313 kg/PS_eh. Besonders hervorgehoben wird, daß der Ölverbrauch bei 19 Kn Geschwindigkeit 150 t und bei 16,5 Kn 100 t täglich beträgt, so daß er gegen früher auf die Hälfte vermindert sei. Dieses Ergebnis scheint bei der neuzeitlichen Maschinenanlage von bedeutend höherer Leistung und den sonstigen Änderungen der Einrichtung selbstverständlich. („Engineering“ 24. Juni 1927 S. 722)

[N 613 f]

Ls.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Forschungshefte auf dem Gebiete der Ingenieurwissenschaften. Nr. 295. Festgabe Carl von Bach zum achtzigsten Geburtstag. Berlin 1927, VDI-Verlag. 95 S. m. 179 Abb. u. 1 Bildnis. Preis 14 M.

Eine ansehnliche Zahl von früheren Schülern Bachs, die heute als Forscher und Dozenten auf Bachs Arbeitsgebieten tätig sind, haben Berichte über Forschungsarbeiten dieser Festgabe beigegeben. Das so entstandene Werk ist als „Forschungsarbeit“ mit Rücksicht darauf bezeichnet worden, daß Bach beim Verein deutscher Ingenieure um ein Jahrhundertwende angeregt hat, wertvolle Arbeiten der deutschen technischen Forschungsstätten zu sammeln. Das ist mit der Herausgabe der „Mitteilungen über Forschungsarbeiten“ geschehen.

Das vorliegende Werk zeigt vor allem den Ausbau der Werkstoffprüfung nach verschiedenen Richtungen hin, die sich aus der Praxis ergeben haben. Hatte man früher vorwiegend den Einfluß der Belastung geklärt, so erforscht man heute vorwiegend die Beständigkeit der Werkstoffeigenschaften bei Änderungen von Temperatur, Belastungsdauer und chemischen Einflüssen. So untersuchen R. Baumann die Lastizität von Sonderstählen in höherer Temperatur, P. Boerens und R. Mailänder die Kalt- und Warmspröckigkeit beim Zugversuch, P. Ludwik die Gleit- und Reißfestigkeit, Eugen Meyer den Verlauf des Zugversuches bei schischem Zerreißen. Zwei weitere wertvolle Beiträge beschäftigen sich mit der Streckgrenze (Moser) und mit dem Zusammenwirken von Gußeisen (F. Wüst und O. Leihener). Die wichtigsten Arbeiten der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart in den letzten 20 Jahren über Veränderungen von Zement, Zementmörtel, Beton, Eisenbeton, Kalk und Kalkmörtel werden von O. Graf eingehend beschrieben.

Aber auch andre Gebiete der Technik, in denen Bach als Forscher tätig war, sind durch wertvolle Beiträge maßgebender Forscher vertreten. Hier sind zu nennen die Arbeiten über die Berechnung der Gründung von Masten für Hochspannungsleitungen von Kleinlogel und von Fleiderer über Untersuchungen aus dem Gebiete der Reibschraubmaschinen. Ganz besondere Beachtung verdient die Arbeit von E. Berl, H. Staudinger und K. Flügge über die Einwirkung von Natronlauge und verschiedenen andern Salzen auf Eisen. Die eingehenden Untersuchungen, die von den Verfassern im Auftrage des Speisepersonals der Reichsbahn bei der Vereinigung deutscher Ingenieure durchgeführt wurden, haben für die Praxis, namentlich für den Hochdruckdampfbetrieb, sehr aufschlußreiche Ergebnisse geliefert. [E 365] Dr.-Ing. W. Schmidt

Erfinden und Konstruieren. Von J. Meyer. 2. erw. Aufl. Berlin 1926, Julius Springer. 82 S. Preis 5,70 M.

In einer Zeit, wo sich die Bemühungen zur Belebung unserer Wirtschaft besonders auf die Fertigung richten, ist es durchaus angebracht, auch einen Blick in die geistige Werkstatt des Erfinders und Konstrukteurs zu tun. Dazu laden die Erfahrungen des Verfassers eine vorzügliche Anleitung. Er führt uns von der Aufgabenstellung durch die verschiedenen Stufen einer werdenden Konstruktion, bis in grundsätzlichen Ausführungen, teils an der Hand von Beispielen aus der Elektrotechnik. Das Grenzgebiet zwischen Konstruieren und Erfinden wünscht er möglichst scharf zu stellen; Konstruieren sei eben mehr als Abzeichnen, es sei und müsse eine schöpferische Tätigkeit sein, die die Ehre jedes Konstrukteurs bedeute. Dieser Auffassung entspricht es, daß Dr. Meyer auch das Recht an der „Erfindung“, die im Rahmen einer gestellten Konstruktionsaufgabe gemacht wird, voll der Firma, also nicht den Angestellten zuschreibt.

Das Büchlein enthält wertvolle Gedanken und kann dem Konstrukteur, der etwas auf sich hält, sehr zum Lesen empfohlen werden. Wenn noch eine Anregung für später stattfindet, so sei es die, noch mehr Wert auf die Methoden der Darstellung des logischen Aufbaues von Konstruktionen, derseits des Gliederns und Unterteilens zu legen, und schließlich die Rücksichten auf die Fertigung, an der so manche schöne Erfindung scheitert, eingehender zu behandeln. [E 477] Dr. Kienzle

Schiffsmaschinenbau. 2. Bd. Von G. Bauer. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 630 S. m. 500 Abb. Preis 58 M.

Von dem dreibändigen Werke, das eine Neubearbeitung des Bauers „Berechnung und Konstruktion der Schiffsmaschinen und Kessel“ und des gemeinsam mit Lasche her-

gegebenen Buches über Schiffsturbinen unter Berücksichtigung der Fortschritte im Schiffsmaschinenbau darstellt, sind bisher die beiden ersten, zusammen rd. 1400 Seiten starken Bände erschienen. Der Aufbau des umfangreichen, im Schiffbau heute einzig dastehenden Werkes läßt sich wie folgt kennzeichnen: Der Hauptteil des ersten Bandes behandelt die Kolbendampfmaschine und die Schiffschraube¹⁾, der des zweiten die Dampfturbine, während der Hauptteil des dritten Bandes der Schiffsölmachine vorbehalten ist. An die Hauptteile sind jeweils eine Reihe von Anhängen angegliedert, in denen solche Fragen behandelt werden, die für den Schiffsmaschinenbau und auch, wie z. B. der Anhang über Schlingerdämpfeinrichtungen, für den Schiffbau von Wichtigkeit sind. Die Kessel, Rohrleitungen und Hilfsmaschinen sollen dem in nicht zu ferner Zeit erscheinenden dritten Bande angegliedert werden.

Der vorliegende Band bringt mit Rücksicht auf die gegenseitigen Anregungen zwischen Schiff- und Landturbinenbau und mit Rücksicht darauf, daß Werften gelegentlich auch Maschinen für Kraftwerke liefern, einen Abschnitt über Landturbinen.

Das Werk ist mit seinen zahlreichen Ausführungsbeispielen zunächst für den Gebrauch der Praxis gedacht; darüber hinaus ist es mit Rücksicht auf den Umstand heute besonders zu begrüßen, daß unserm Nachwuchs im Schiffsmaschinenbau heute vielseitige praktische Erfahrungen im allgemeinen weniger leicht zugänglich gemacht werden können als in früheren Zeiten, in denen der Kriegsschiffbau in Blüte stand. [E 475] W. S.

Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt zu Göttingen. Herausgeg. von L. Prandtl u. A. Betz. 3. Lfg. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 166 S. m. 149 Abb. Preis 16,50 M.

Der vorliegende Band bringt die Ergebnisse der Versuchsarbeiten von 1922 bis 1925 und enthält auch einige aerodynamische Untersuchungen aus dem Turbinenbau, dem Bauingenieurwesen und dem Eisenbahnwesen.

Der theoretische Teil behandelt zunächst die Gesetzmäßigkeit des Einflusses der Reynoldsschen Zahl auf den Reibungswiderstand. Eine wichtige Ergänzung der Theorie des Doppeldeckers ist die nun auch für die Anstellwinkel zuverlässige Umrechnungsformel. Außerdem ist die Tragflügeltheorie durch Untersuchungen über den Eindecker mit Endscheiben bereichert worden.

Der zweite Teil berichtet über neue Versuchseinrichtungen für Treibschrauben- und Windradmodellmessungen.

Ein umfangreiches systematisches Versuchsprogramm behandelt die Eigenschaften der Schukowskischen Flügelprofile. Auch hierbei ist der Einfluß der Reynoldsschen Zahl berücksichtigt worden, dem man neuerdings mit Recht immer mehr Beachtung schenkt. Weitere systematische Versuchsreihen betreffen Tragflügel mit Ausschnitten, Profile mit abgeschnittener Hinterkante, Verstellflügel mit Spalt und Flügel mit angebauten Motorgondeln; besonders lehrreich sind Versuche über Oberflächenrauigkeit an Tragflügeln, die die schlechthin ausschlaggebende Bedeutung der Saugseite für die technische Güte des Flügels zeigen. Die übrigen Untersuchungen der Lieferung gehen überwiegend auf industrielle Aufträge zurück; erwähnt seien 64 neue Profilmessungen und fünf Flugzeugmessungen, darunter die vollständige Untersuchung eines Flugzeugmodells mit laufender Schraube.

Im Verein mit den bisher erschienenen Lieferungen ist der vorliegende Band dem aerodynamisch interessierten Ingenieur und Physiker eine Fundgrube methodisch gewonnener Erfahrung und wissenschaftlicher Erkenntnis. Eine 4. Lieferung soll in einiger Zeit folgen. [E 486] Helmbold

Praktische Statik. Einführung in die Standberechnung der Tragwerke. Von R. Saliger. 2. Aufl. Leipzig und Wien 1927, Franz Deuticke. 646 S. m. 650 Abb. Preis 33 M.

Das Buch dient hauptsächlich der Erziehung des Studierenden zur praktischen Anwendung der theoretischen Grundsätze der Statik. Im Gegensatz zu den meisten Werken über die Statik der Baukonstruktionen gibt der Verfasser nicht allein die allgemeine, rein statische Behandlung der Probleme, sondern er legt den Hauptwert darauf, sich an die in der Praxis des Hoch- und Eisenbetonbaues täglich vorkommenden Fälle zu halten und in Sonderbeispielen jede

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 1012.

Aufgabe von den theoretischen Grundlagen an bis zur Wahl der Abmessungen durchzuführen. Das Buch ist bewußt auf das rein Praktische beschränkt, so daß dem Studierenden das Durcharbeiten eines der bewährten rein theoretischen Werke über die Statik nicht erspart bleibt. Dies um so mehr, als wichtige Gebiete wie die Verfahren der Einflußlinien, die elastischen Formänderungen der Fachwerke, die verschiedenen Fachwerksysteme u. a. m., nur kurz gestreift sind, andres, wie z. B. das räumliche Fachwerk, ganz fehlt. Durch die gründliche Behandlung des dargestellten Stoffes wie auch durch die leicht faßliche Darstellungsweise wird ausgezeichnet dafür gesorgt, daß der Leser nicht nur in das Wesen der Statik als Theorie eindringt, sondern auch die Eigenschaften der Bauwerke, die Eigentümlichkeiten der zum Bau verwendeten Stoffe und endlich eine wissenschaftlich einwandfreie Wahl der Abmessungen kennen lernt. Die neue Auflage des Buches, das besonders im Abschnitt über die Rahmen und kontinuierlichen Balken wesentlich erweitert ist, kann sowohl dem Studierenden als auch dem praktisch tätigen Bauingenieur — für jenen als eine gute Grundlage, für diesen als ein Mittel zur Auffrischung und Erweiterung seiner Kenntnisse — bestens empfohlen werden. [E 437] F. C.

Anordnung und Ausgestaltung von Petroleumbahnen. Von Bernhard Siebert. Dissertation Danzig 1926. Berlin, Wilhelm Ernst & Sohn. 15 S. m. 23 Abb. Preis 3,50 M.

Zunächst ist erfreulich, daß der Verfasser bei der Veröffentlichung seiner Arbeit sie als Doktor-Dissertation zu erkennen gibt. Als solche stellt sie eine sehr fleißige und gründliche Verarbeitung des erreichbaren Stoffes dar, bei der auch die kritische Beurteilung der Einzelheiten anzuerkennen ist. Die zunehmende Bedeutung des Öles als Betriebsstoff in der Schifffahrt legt die Frage nahe, warum der Verfasser die Petroleumbahnen hinsichtlich ihrer Lage zu den übrigen Teilen der Handelshäfen und den Anforderungen, die von der Schifffahrt an eine rasche und gefahrlose Versorgung mit Betriebsstoff gestellt werden müssen, nicht in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen hat. Es muß allerdings zugegeben werden, daß Erfahrungen über die unmittelbare Versorgung von Motorschiffen und Dampfern mit Ölförderung aus Petroleumbahnen sehr spärlich sind. Bei dem Bau neuer Häfen wird man aber dieser Frage die ihr zukommende Bedeutung widmen müssen. [E 221] G. de Thierriy

Körper und Arbeit. Handbuch der Arbeitsphysiologie. Herausg. von Edgar Atzler. Leipzig 1927, Georg Thieme. 770 S. m. 102 Abb. Preis 45 M.

Das vorliegende Werk ist wohl die erste Zusammenfassung der bisherigen Arbeiten auf dem Gebiet der Arbeitsphysiologie. Der Versuch, ein solches Werk zu schaffen, kann als gelungen bezeichnet werden.

Der erste Teil gibt eine Einführung in die Anatomie und Physiologie, der zweite behandelt die physische Arbeitseignung, Rassenbiologie und Arbeitseignung, physiologische Rationalisierung, die Ermüdung im praktischen Betrieb, die Ernährung des Arbeiters, seine Kleidung, Sport und Arbeit, Arbeit und Reizstoffe.

Die Verfasser sind sämtlich Mediziner. Es ist ihnen trotzdem gelungen, medizinische Fachausdrücke soweit zu vermeiden, daß der Techniker das Buch mit vollem Verständnis lesen kann.

Jeder Techniker wird in diesem Werk eine ganze Reihe ihn betreffender Abschnitte finden. Der Betriebsmann erhält eine Übersicht darüber, wie weit man heute die Leistungsfähigkeit des Arbeiters bestimmen kann. Sehr bemerkenswert ist z. B. die Nachrechnung des bekannten Taylorbeispiels des Eisenbahnverladens. Hier wird gezeigt, wie der heutige Stand der Arbeitsphysiologie immerhin eine annähernde Nachrechnung gestattet, welche körperlichen Leistungen noch als zulässig angesehen werden können. Auch der Konstrukteur von Maschinen wird aus den zusammenfassend behandelten Arbeiten des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Arbeitsphysiologie praktische Folgerungen ziehen können.

Sogar die Hausfrau findet in den Abschnitten über Ernährung und Kleidung manches für sie Wissenswertes.

Bei einer neuen Herausgabe dürfte sich vielleicht die Mitarbeit von Technikern empfehlen, damit der Inhalt des Werkes in noch stärkerem Maße, wie es hier bereits gesehen ist, den Bedürfnissen des Technikers angepaßt wird. [E 306] R. Thun

Textilmaschinen, ihre Konstruktion und Berechnung. Von Paul Beckers. Berlin 1927, M. Krayn. 283 S. m. 282 Abb. Preis 17 M.

Dieselmotoren III. Berlin 1927, VDI-Verlag. 99 S. m. 277 Abb. Preis 4,50 M. Sonderheft der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.

Die Maschinentechnik in Zuckerfabriken und Raffinerien. 1. T. Von Karl Schiebl. Magdeburg 1927, Schallehn Wollbrück. 175 S. m. 207 Abb. Preis 12 M.

Der Transformator im Betrieb. Von Milan Vidmar. Berlin 1927, Julius Springer. 310 S. m. 126 Abb. Preis 19 M.

Der phasenverschobene Strom. Von Richard Falk. Berlin 1927, Julius Springer. 92 S. m. 52 Abb. Preis 6,60 M.

Das Telefon und sein Werden. Von August Roth. Berlin 1927, Julius Springer. 148 S. m. 33 Abb. Preis 4,50 M.

Der metallische Werkstoff, 3. Bd.: Modernes elektrolytisches Überziehen. Von W. E. Hughes. Übers. von M. Klenert. Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 229 S. Preis 15 M.

Lehr- und Hilfsbuch der Eisen- und Stahlgießerei. Von Hans Dworzak und Hans Korzinsky. Wien und Leipzig 1927, Hölder-Piegl-Tempsky. 373 S. m. 192 Abb. Preis 10 M.

Der Industrieofen in Einzeldarstellungen, 1. Bd.: Wärmetechnische Grundlagen der Industrieöfen. Von Hans v. Jüptner. Leipzig 1927, Otto Spamer. 260 S. m. 25 Abb. Preis 23 M.

Der Industrieofen in Einzeldarstellungen, 2. Bd.: Der Siemens-Martin-Ofen. Von Ernst Cotel. Leipzig 1927, Otto Spamer. 150 S. m. 67 Abb. Preis 20 M.

Bemessungstabellen für Eisenbetonkonstruktionen. Von Paul Göddel. Berlin 1927, Julius Springer. 109 Taf. Preis 22 M.

Sammlung Götschen, 950. Bd.: Nomographie des Bauingenieurs. Von Max Mayer. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 111 S. m. 47 Abb. Preis 1,50 M.

Il cemento armato nelle costruzioni civili ed industriali. Von Luigi Santarella. Milano 1927, Ulrico Hoepli. 687 S. m. 522 Abb. Preis 75 Lire.

Vorläufige Richtlinien für die Ausführung von Bauwerken aus Beton im Moor, in Moorwässern und ähnlich zusammengesetzten Wässern. Aufgest. vom Deutschen Ausschuss für Eisenbeton, Arbeitsausschuß II (Moorausschuß), Dezember 1926. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 7 S. Preis 0,30 M.

Edifici scolastici italiani primari e secondari. Von Luigi L. Secchi. Milano 1927, Ulrico Hoepli. 1. Bd.: Text. 228 S. 2. Bd.: Atlas mit 52 Taf. Preis zus. 60 Lire.

Ist Gußbeton wirtschaftlich? Von L. Baumeister. Berlin 1927, Julius Springer. 100 S. m. 43 Abb. Preis 7,50 M.

Der Zement. Von Richard Grün. Berlin 1927, Julius Springer. 173 S. m. 90 Abb. u. 30 Zahlentaf. Preis 15 M.

Der Bauingenieur in der Praxis. Von Theodor Janssen. 2. neubearb. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 494 S. Preis 23,50 M.

Flugzeugbau und Luftfahrt, 4. H.: Grundlagen der Fluglehre. Von E. Pfister. 1. T.: Luftkräfte. Charlottenburg 1927, C. J. E. Volckmann. 87 S. m. 59 Abb. Preis 2,50 M.

Eisenbahn- oder Wasserstraßenförderung. Eine Entgegnung von E. Giese. Berlin 1926, Verlag „Verkehrstechnik“. 40 S. Preis 7 M.

Meßkarten zur Ermittlung der Azimutgleichen. Von Immler. Berlin 1927, M. Krayn. Preis 5 M.

Grundzüge der Bergwirtschaftslehre. 1. T.: Allgemeine Bergwirtschaftslehre. Von A. Dahms. 3. Aufl. Leipzig 1927, A. Deichertsche Verlagsbuchhandlung. 76 S. Preis 3 M.

Schweizer Schriften für rationelles Wirtschaften, 1. Bd. Zur Psychologie des Anlernens und Einübens im Wirtschaftsleben. Von A. Carrard. Zürich 1927, Hoffmann & Co. 67 S. m. Abb. Preis 4 Frs.

Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, 219. Bd. Drei grundlegende und gemeinverständliche Arbeiten zu Scheinwerferfrage. Von A. Mangin u. W. Tschikolew. Übers. von A. Sonnenfeld. Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 133 S. m. 48 Abb. Preis 5,60 M.

Sammlung Götschen, 966. Bd.: Radiotechnik. 4. T.: Stromquellen für Röhrenempfangsgeräte. Von Richard Albrecht. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 108 S. m. 61 Abb. Preis 1,50 M.

Modernes Buchführen. Tendenzen und Methoden. Von Karl Seidel. Leipzig und Wien 1927, Franz Deuticke. 140 S. m. 35 Abb. Preis 6 M.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION

Die Ausflußformel von de Saint-Venant und Wantzel

Der Aufsatz von Dr.-Ing. Kretzschmer, Z. Bd. 70 (1926) S. 980, gibt mir Anlaß, auf eine Besonderheit des Meßverfahrens mit Stauvorrichtung hinzuweisen, auf die ich bereits in einer früheren, bisher nicht veröffentlichten Arbeit aufmerksam machte. Gl. (33) im Aufsatz von Dr. Kretzschmer lautet:

$$G = f a' \sqrt{2g \frac{p_1}{v_1} \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \quad (1).$$

Durch Erweiterung mit

$$\frac{p_1 - p_2}{p_1 - p_2} = \frac{p_1}{p_2} \frac{p_2}{p_1 - p_2} = \frac{p_1 - p_2}{p_1} \frac{p_1}{p_2} = 1$$

erhält man:

$$G = f \sqrt{\frac{2g}{v_1} (p_1 - p_2)} a' \sqrt{\frac{k}{k-1} \frac{p_1}{p_2} \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \quad (2).$$

Der Faktor a' (vergl. Gl. (29) und (31) im Aufsatz) ist:

$$a' = \frac{\eta \mu}{\sqrt{1 - m^2 \mu^2}} \sqrt{\frac{1 - m^2 \mu^2}{1 - m^2 \mu^2 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{k}}}} \quad (3).$$

Durch Einführung dieses Faktors und der Bezeichnungen:

$$\varphi = \frac{p_1}{p_2}; \quad \psi = m \mu = \frac{f}{v_1} \mu; \quad E = \frac{1}{\sqrt{1 - \psi^2}}$$

erhält Gl. (2) folgende Form:

$$G = \eta \mu f \sqrt{\frac{2g}{v_1} (p_1 - p_2)} E \sqrt{\frac{1 - \psi^2}{1 - \psi^2 \frac{k}{k-1} \varphi - 1} \left[\left(\frac{1}{\varphi} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{1}{\varphi} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \quad (5).$$

Erweitert man den Wurzel Ausdruck noch mit $\varphi^{\frac{2}{k}}$, so wird

$$G = \eta \mu f \sqrt{\frac{2g}{v_1} (p_1 - p_2)} E \sqrt{\frac{1 - \psi^2}{\varphi^{\frac{2}{k}} - \psi^2} \frac{k}{k-1} \frac{\varphi - \varphi^{\frac{1}{k}}}{\varphi - 1}} \quad (6).$$

setzt man

$$A = \sqrt{\frac{1 - \psi^2}{\varphi^{\frac{2}{k}} - 1} \frac{k}{k-1} \frac{\varphi - \varphi^{\frac{1}{k}}}{\varphi - 1}} \quad (7),$$

so erhält man die von mir früher abgeleitete Form der Gleichung

$$G = \eta \mu f \sqrt{\frac{2g}{v_1} (p_1 - p_2)} E A \quad (8).$$

Da der Faktor A nach einer höheren Funktion vom Druckverhältnis abhängig ist, kann er von den Anzeigeräten nicht voll berücksichtigt werden, bei denen lediglich die Wurzelwerte aus dem Druckunterschied proportional zur Durchflußmenge gesetzt werden.

Um den Gütegrad eines Meßgerätes beurteilen zu können, ist es notwendig, daß man ein Bild von diesem Fehler bei den wechselnden Durchflußmengen erhält. Die Durchflußmenge ist

$$G = c \sqrt{p_1 - p_2} = c \sqrt{p_1} \sqrt{1 - \frac{p_2}{p_1}} = c \sqrt{p_1} \sqrt{1 - \frac{1}{\varphi}} \quad (10),$$

woin c eine Konstante ist. Da sich der statische Druck allgemein nicht ändert, kann $\sqrt{p_1}$ als Konstante aufgefaßt werden. Also ist die Durchflußmenge proportional $\sqrt{1 - \frac{1}{\varphi}}$.

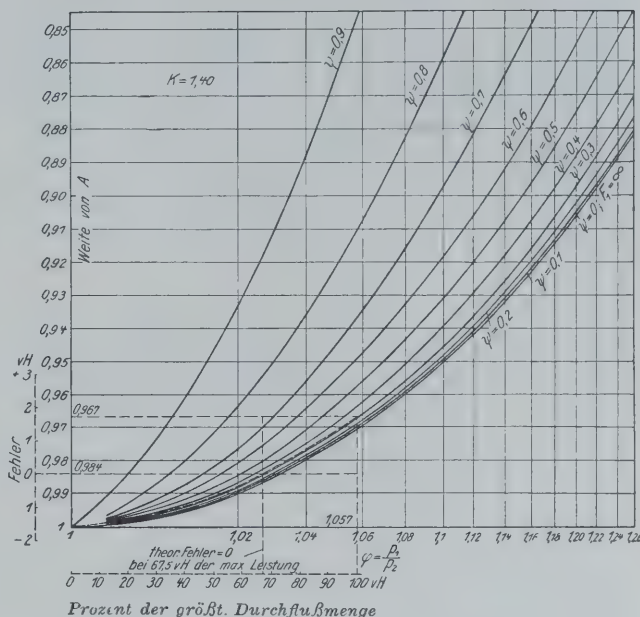


Abb. 1
Abhängigkeit des Faktors A vom Druckverhältnis

In Abb. 1 wurde daher die Abszissenachse nach $\sqrt{1 - \frac{1}{\varphi}}$ eingeteilt, während die Werte von $\varphi = \frac{p_1}{p_2}$ angeschrieben wurden. k ist (für Luft) mit 1,40 eingesetzt.

An einem Beispiel sei der Gebrauch dieses Diagramms erläutert: Beträgt das Querschnittsverhältnis $\psi = 0,315$ und für die größte Durchflußmenge das Druckverhältnis $\varphi = 1,057$, so wird $A = 0,967$. Findet kein Durchfluß statt, so ist stets $p_1 = p_2$ und damit $A = 1$. A ist also mit der Durchflußmenge veränderlich. Die Linie, die den zugehörigen Wert von A angibt, ist gestrichelt. Sie beginnt stets im Scheitelpunkt des Diagramms und reicht bis zu dem Punkt, der dem Höchstwert von φ entspricht. In die Berechnung der Stauvorrichtung führt man zweckmäßig einen mittleren Wert ein, der im vorliegenden Falle mit $A = 0,984$ angenommen sei und der mittleren Belastung des Venturirohres entspricht.

Da die Abszissenachse proportional zur Durchflußmenge eingeteilt ist, so kann man im vorliegenden Fall sofort Teile der Durchflußmenge ablesen. Die Einteilung der Ordinate nach den Fehlergrößen findet man, wenn man darauf die Abweichung der A -Werte von den wirklichen multipliziert mit 100 einträgt. Die Einteilung kann verschiebbar angebracht werden, da sie für alle Fälle nahezu gleich bleibt. Auf diese Weise erhält man die Fehlerkurve des vorliegenden Falles. Der größte theoretische Fehler beträgt $\approx \pm 1,6$ vH. Bei der normalen Durchflußmenge von 67,5 vH beträgt der Fehler Null.

Pittsburg, Pa., U. S. A. [M 228] Fritz Niesemann

Abnahmeversuche an Turbokompressoren

In Z. Bd. 71 (1927) Nr. 6 S. 196 nennt Obering. Rollwagen Verbrauchszahlen für Kondensationspumpensätze mit Dampfantrieb, die als außerordentlich hoch bezeichnet werden. Die erörterten Werte des Mehrverbrauches sind aber nicht unmittelbar gemessen, sondern als Unterschiede großer Zahlen, z. B. für Verdichter Nr. 4 18 500 und 17 050 kg/h, errechnet, und eine Unsicherheit von 1 vH in den Ausgangswerten beeinflusst den Unterschied erheblich.

Erfahrungsgemäß verbraucht die Kondensation bei elektrischem Antrieb und 12 bis 15 m Förderhöhe der Kühlwasserpumpen, die auch das Kühlwasser für die Zwischenkühlung der Luft fördern, rd. 4 vH der Hauptturbinenleistung. Man kann wirtschaftlich den Dampfantrieb nur mit dem Betrage belasten, der diese 4 vH übersteigt; das sind bei den Versuchen von Rollwagen weitere 3 bis 4 vH, die man z. B. in rohen Betrieben, die bei elektrischem Antrieb durch Kurzschlüsse und dergleichen häufiger gestört werden würden, allenfalls in den Kauf nehmen kann.

Gleichwertig wird der Dampfantrieb dem elektrischen, wenn der Wirkungsgrad der Hilfsturbine gegenüber dem

der Hauptturbine gerade um die elektrischen Übertragungsverluste zurücksteht. Da die inneren Turbinenverluste zum Teil durch die Gefällevermehrung infolge der Erhöhung der Temperatur des weiterverarbeitenden Dampfes wiedergewonnen werden, genügen tatsächlich etwa 65 vH Turbinenwirkungsgrad. Eine solche Turbine kann man auch bauen. Vor allem muß ihre Dampfmenge möglichst groß sein, da bei größerer Dampfmenge die Querschnitte zunehmen, Radreibungs-, Rand- und Undichtheitsverluste daher abnehmen. Bei gleicher Leistung läßt sich die Dampfmenge nur dadurch vergrößern, daß das Gefälle verkleinert, d. h. der Gegendruck, mit dem der Abdampf der Hilfsturbine in die Hauptturbine strömt, heraufgesetzt wird. Damit ist der weitere Vorteil verknüpft, daß man bei wirtschaftlich durchaus möglichem Baustoffaufwand das richtige Verhältnis von Dampf- und Umfangsgeschwindigkeit ($\frac{C_0}{u}$) einhalten kann. Wenn der

Dampf in der Hilfsturbine bis auf Kondensatordruck entspannt wird, ist das nicht möglich; dagegen kann man in neuzeitlichen, vielstufigen Turbinen immer eine Stufe mit höherem Druck finden, in die man den Abdampf der Hilfsturbine mit guter Verwertung einleiten kann. Mit zunehmender Leistung wird der Dampftrieb der Pumpensätze wirtschaftlich immer günstiger und kann für große Leistungen bei Verwendung vielstufiger hochwertiger Gegendruckturbine dem elektrischen überlegen sein.

Daß die Schluckfähigkeit des Niederdruckteiles für den übrigen Abdampf durch den der Hilfsturbinen unzulässig verkleinert wird, ist nicht richtig. Man muß nur dem Entwurf die richtigen Abdampfmengen zugrundelegen, die Düsen und Schaufeln des Niederdruckteiles also entsprechend den tatsächlichen Abdampfmengen bemessen. Ist das aus irgendeinem Grunde nicht richtig getroffen, oder steigt z. B. im Laufe der Zeit durch Vergrößerung der Seilgeschwindigkeit die Abdampfmenge der Fördermaschinen, die die Turbine verarbeiten soll, so werden im allgemeinen geringfügige Veränderungen an den Abdampf-Einströmdüsen genügen, um die Schluckfähigkeit des Niederdruckteiles im gewünschten Maße zu vergrößern. Zuweilen kann man auch die folgende Stufe entschaulen, um durch Senkung des Zwischendruckes das Druckgefälle für die Abdampf-Einströmdüsen zu vergrößern, so daß die Dampfmenge je Düse steigt. In jedem Falle sind diese Veränderungen so einfacher Art, daß hieraus ein ernsthafter Einwand gegen den Dampftrieb der Hilfsturbinen nicht hergeleitet werden kann.

Berlin

Dr.-Ing. Rudolf Landsberg

Entgegnung

Die von Dr. Landsberg eingeschickte sachliche Ergänzung meiner Arbeit möchte ich nicht ohne Erwiderung lassen, da darin der Verbrauch der Hilfsturbine und sein Einfluß auf die Hauptturbine allzugerung als Ergebnis der Rechnung angegeben werden. Die Wirklichkeit liegt leider nicht so günstig. Als Ergänzung meiner Versuchangaben und die beste Widerlegung der Ansicht von Dr. Landsberg sei auf die mir bekannte beste Arbeit auf diesem Gebiet hingewiesen: „Beitrag zur Frage des Kondensationsantriebs bei Dampfmaschinen“ von Ebel, Essen, erschienen in der Zeitschrift „Glückauf“ Bd. 9 (1925) S. 241. Darin wird das Ergebnis von Versuchen an 23 Turbinen mitgeteilt, und es bewegt sich der Verbrauch der Hilfsturbine zwischen 22 und 41,5 vH von dem der Hauptturbine bei Nennlast und der als Mehrverbrauch bezeich-

nete Wert zwischen 7,4 vH und 21,5 vH. Es ist auch beachtenswert, daß Ebel im Anschluß daran auf meine frühere Arbeit in der Zeitschrift „Archiv für Wärmewirtschaft“ hinweist und darauf, daß seine Werte wesentlich höher als die von mir gemessenen liegen. Am Anfang der Arbeit ist ausgesagt, daß die Hilfsturbinen einen wesentlichen Teil der Schluckfähigkeit des Niederdrucks der Hauptturbine für sich beansprucht haben, also nichts anderes als aus das von mir auf Grund meiner Messungen Gesagte.

Als Ergänzung hierzu möchte ich noch darauf hinweisen, daß bei einer von mir abgenommenen 8000 kW Turbine mit Dynamo die Höchstleistung von 8000 kW auf 9200 kW stieg, sobald die Hilfsturbine von Zwischenstufenbetrieb auf Auspuff umgestellt wurde. Die Aufgabe des Konstrukteurs, eine möglichst wirtschaftliche Hilfsturbine zu bauen, ist dadurch erschwert, daß der Gegendruck je nach der Belastung der Hauptturbine stark schwankt, in einem Fall zwischen Luftleere und 2,5 at. Richtig ist, daß der Mehrverbrauch durch Unterschiedsmessung nur mit gewisser Unsicherheit ermittelt wurde.

Einwandfrei möglich ist die Ermittlung des Verbrauchs durch Kondensatormessung. Bei zwei von mir untersuchten Turbinen von je 16 000 kW Nennleistung wird der Abdampf der Hilfsturbine unmittelbar dem Kondensator zugeführt und bei den Messungen zu 6 vH des anteiligen Verbrauchs der Hauptturbine ermittelt, und zwar in ganz einwandfreier Weise durch unmittelbare Kondensatormessung. Aus wirtschaftlichen Gründen sind in der gleichen Anlage drei weitere Turbinen von je 16 000 kW nun mit elektrischem Antrieb der Hilfsturbinen ausgeführt. Deren Verbrauch wurde nur zu 4 vH der Leistung der Hauptturbine ermittelt.

München-Gladbach

Rollwagen

Rückäußerung

Um die Erörterung zum Abschluß zu bringen, begnüge ich mich mit dem Hinweis, daß meine Einwände die mir bekannte Arbeit von Ebel in gleicher Weise treffen, aber im übrigen der Vergleich zwischen den dort und von Rollwagen erwähnten kleinen Maschinen offenkundig ältere Bauart und der großen 16 000 kW-Turbine mit anteilig jedenfalls kleinerer Pumpenleistung nicht stichhaltig ist.

Meine wesentlichen Behauptungen, daß die Hilfsturbinen nur durch Vergrößerung der Dampfmenge, d. h. Heraufsetzen des Gegendruckes, dem elektrischen Pumpen-antrieb gleichwertig werden kann, und daß die Schluckfähigkeit von Abdampfturbinen auch bei Dampftrieb der Hilfsmaschinen sich mit einfachsten konstruktiven Mitteln auf die gewünschte Höhe bringen läßt, betrachte ich nicht als widerlegt.

Berlin

Landsberg

Entgegnung

In seiner zweiten Erwiderung bringt Dr. Landsberg in zwei genauen Zusammenfassungen zum Ausdruck, daß es sich bei ihm um Vorschläge handelt, wie der Betrieb mit Hilfsturbine möglichst wirtschaftlich gestaltet werden kann und daß sich durch zweckmäßige Abmessungen auch eine unzulässige Beeinträchtigung der Schluckfähigkeit vermeiden läßt. Dagegen ist natürlich nichts einzuwenden, nur zeigen meine Versuche und noch mehr die Versuche Ebels, daß die Praxis bis jetzt andere Wege gegangen ist, und zwar auch bei ganz neuen Maschinen und bei solchen für Kompressoren auch großer Abmessungen. Es handelt sich hier um den Gegensatz zwischen dem, was ist und was sein könnte.

München-Gladbach

Rollwagen

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite		Seite
Überblick über die bauliche Entwicklung der Webmaschinen. Von R. Roßmann	973	das Klopfen bei Explosionsmotoren — 14 000-t-Schmiedepresse — Der Rove-Schiffahrtstunnel des Marseille-Rhonekanals — Der Weltschiffbau — Amerikanisches Starrluftschiff von 184 000 m ³ Inhalt — Kleine Mitteilungen	1000
Dauerversuche mit Schweißverbindungen	977	Bücherschau: Carl von Bach zum achtzigsten Geburtstag — Erfinden und Konstruieren. Von J. Meyer — Der Schiffsmaschinenbau. Von G. Bauer — Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen. Von L. Prandtl und A. Betz — Praktische Statik. Von R. Saliger — Anordnung und Ausgestaltung von Petroleumhäfen. Von B. Siebert — Körper und Arbeit. Von E. Atzler — Eingänge	1005
Einiges über Sperrholz. Von L. M. Cohn-Wegner	978	Zuschriften: Die Ausflußformel von de Saint-Venant und Wantzel — Abnahmeversuche an Turbokompressoren	1007
Die Brennstoffausnutzung im Bäckereigewerbe. Von Chr. Eberle	985		
Maschinenfundamente	992		
Entwicklung und Stand der Praktikantenfrage. Von G. Lippart	993		
Berechnung turbulenter Ausbreitungsvorgänge	996		
Messung mechanischer Schwingungen. Von W. Kniehahn	997		
Hochdruckdampf-Kraftomnibus mit Kondensation	999		
Die Haltekraft von Holzschrauben	999		
Rundschau: Differential-Überdruckventil für Luftkompressoren — Spektrographische Untersuchung über			

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

D. 71

SONNABEND, 16. JULI 1927

NR. 29

Die neuen Förder- und Aufbereitungsanlagen der Zeche Minister Stein (Schacht Emil Kirdorf, Dortmund-Eving)

Von Dipl.-Ing. Fr. Prockat, Berlin

Mechanischer Wagenumlauf in der Sieberei. Die Wäsche arbeitet mit einer Doppelanlage von 2×125 t/h. Staubabsaugung bei der Feinkohle vor dem Waschen. Zusammensetzung der Rohfeinkohle. Bauliche Einzelheiten des Wäschegebäudes.

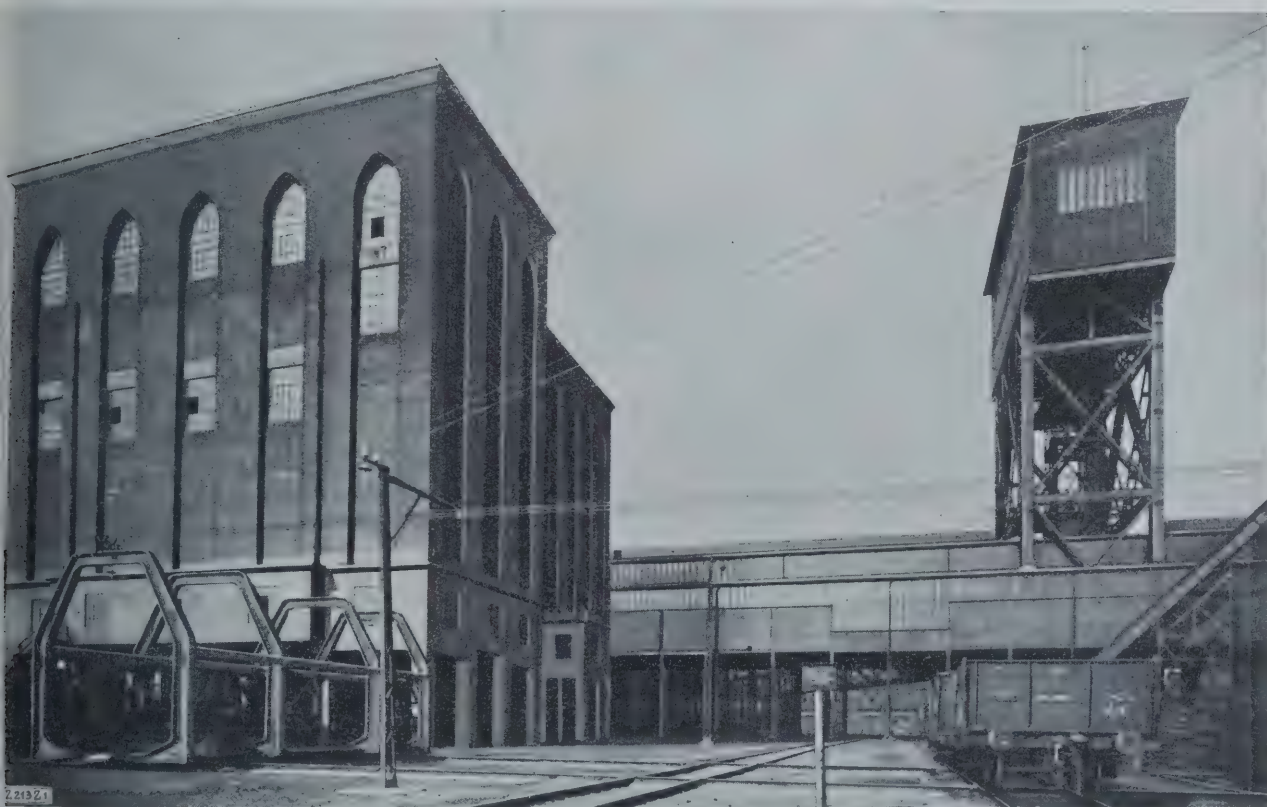


Abb. 1

Schachtanlage Emil Kirdorf der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Dortmund

Die in den Jahren 1925 und 1926 auf der Schachtanlage Emil Kirdorf der Vereinigten Stahlwerke A.-G., Abb. 1, errichteten Förder- und Aufbereitungsanlagen sind für eine Förderleistung von 5000 t Fettkohlen täglich gebaut worden. In der Sieberei hat man zum Absieben und Klauben der Stückkohle über 80 mm drei Gruppen aufgestellt, von denen sich zwei auch für die Verladung von Förderkohle eignen. In einer vierten Gruppe untersucht man Stichproben. Der gesamte Wagenumlauf, Abb. 2 bis 5, erfolgt in der in sich geschlossenen Gleisanlage g_1 , Abb. 3, des Schachtgebäudes wird von drei Stellwerken h_1 aus geleitet und vollzieht sich sonst ohne jede menschliche Hilfe.

Die ausgeklaubten Stückkohlen gelangen über senkrechte Verladearme f_2 in auf Wagen g_2 stehende Eisenbahnwagen. Die Wiegebalken der Wagen sind in einem geschlossenen Wiegeraum d untergebracht; die Zufuhr von Kohlen

wird gesperrt, sobald die Ladung das verlangte Gewicht erreicht hat. Von außerhalb mittels Eisenbahnwagen herankommendes zusätzliches Bergeversatzgut kann über der Rostgrube e entleert und mittels der beiden schräg ansteigenden Kastenbänder l_2 in Vorratstaschen geführt werden, aus denen der Inhalt unmittelbar in Förderwagen abgezogen wird. Um die Luft in der Schachthalle staubfrei zu halten, werden die an den Wippen und beim Absieben aufgewirbelten Kohlenstaubmengen durch den Sauger m_2 abgesaugt, im Staubniederschlaggerät n_2 durch Wassersprühregen niedergeschlagen und als Schlammtrübe in die Wäsche geleitet.

Die Wäsche ist als Doppelanlage für eine Leistung von je 125 t/h eingerichtet. Das Waschgut unter 80 mm wird aus der Becherwerkgrube c mit den Becherwerken a_3 auf den höchsten Punkt der Wäsche gehoben, so daß es

Gebäude und Bunker

- a Schacht
- b Taschen für Waschberge
- c Vorratsgrube für Waschgut < 80 mm
- d Wiegeraum
- e Rostgrube für fremdes Bergesatzgut
- f Ansaugkanal für noch zu klärendes Wasser
- g Vorratsbunker für Kohle < 80 mm
- h Staubsäcke
- i Hochbehälter zur Wasserklärung
- k Schwemmsümpfe für gewaschene Feinkohle
- l Kokskohlenbunker
- m Zwischensumpf
- n Vorratsgrube für Zwischengut
- o Meßtaschen
- p Sickersumpf für Abraum- und Sickerwasser
- q Körnersumpf

Schachthalle

- a₁ Förderwagen-Ausstoßvorrichtung
- b₁ Förderwagen-Brems- und Blockvorrichtung

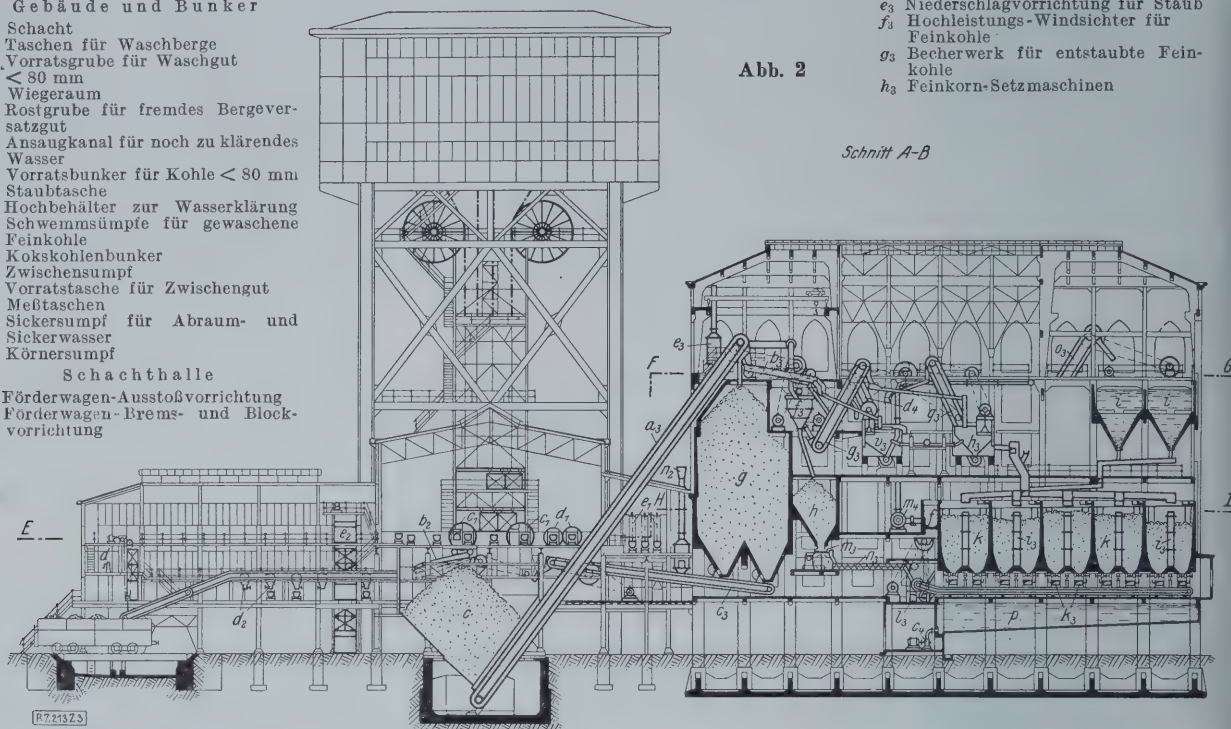


Abb. 2

Schnitt A-B

- c₁ Doppelwipper für aufzubereitende Kohle
- d₁ Einfacher Wipper
- e₁ Kettenbahnen
- f₁ Druckluftbremsen zur Regelung der Wagenzufuhr zum Schacht a
- g₁ Gleisanlage
- h₁ Stellwerke
- a₂ Exzentrerschwingsiebe
- b₂ Seltner-Rost
- c₂ Lesebänder für Stückkohle > 80 mm
- d₂ Trichter für ausgelesene Berge
- e₂ Aufzug für Bergewagen
- f₂ Senkbare Verladearme
- g₂ Wage für Eisenbahnwagen
- h₂ Prüfband
- i₂ Backenbrecher
- k₂ Gummiband
- l₂ Kastenförderbänder für fremde Berge
- m₂ Staubabsauger für die Schachthalle
- n₂ Staubniederschlaggerät

Wäsche

- a₃ Becherwerke für Waschgut < 80 mm
- b₃ Doppelkurbelsiebe
- c₃ Förderband zur Rückführung des Waschgutes in die Vorratsgrube C
- d₃ Staubabsauger

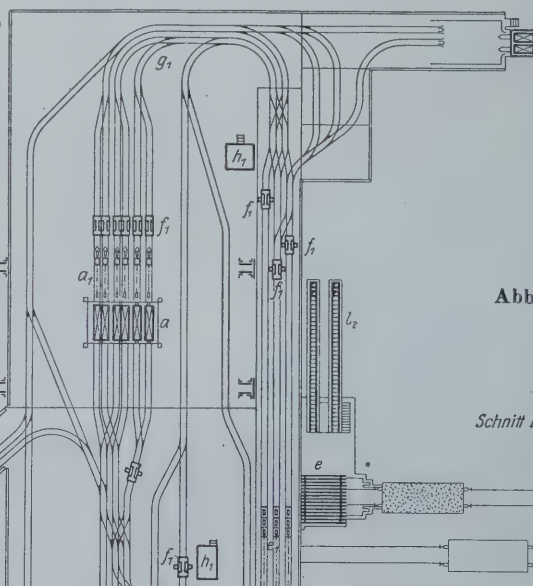


Abb. 3

Schnitt E-F-G

- i₃ Entwässerungsröhre für Feinkohlen-Schwemmsümpfe
- k₃ Förderbänder für entwässerte Feinkohle
- l₃ Gemeinsames Querband für entwässerte Feinkohle
- m₃ Abstreichtisch für trockenen Windsichterstaub
- n₃ Förderschnecke für Windsichterstaub
- o₃ Becherwerk zum Kokskohlenbunker l
- p₃ Mischschnecke für Zwischengut d
- q₃ Becherwerk für Feinkohlen-Zwischengut
- r₃ Feinkorn-Nachsetzmaschine
- s₃ Reinschiefer-Becherwerk
- t₃ Schwingrinne zur Bergeentwässerung
- u₃ Becherwerk für Zwischengut
- v₃ Grobkorn-Setzmaschine
- w₃ Nachklassiersiebe für gewaschene Nüsse
- x₃ Wendelrutschen
- y₃ Wagen für Nußverwiegung

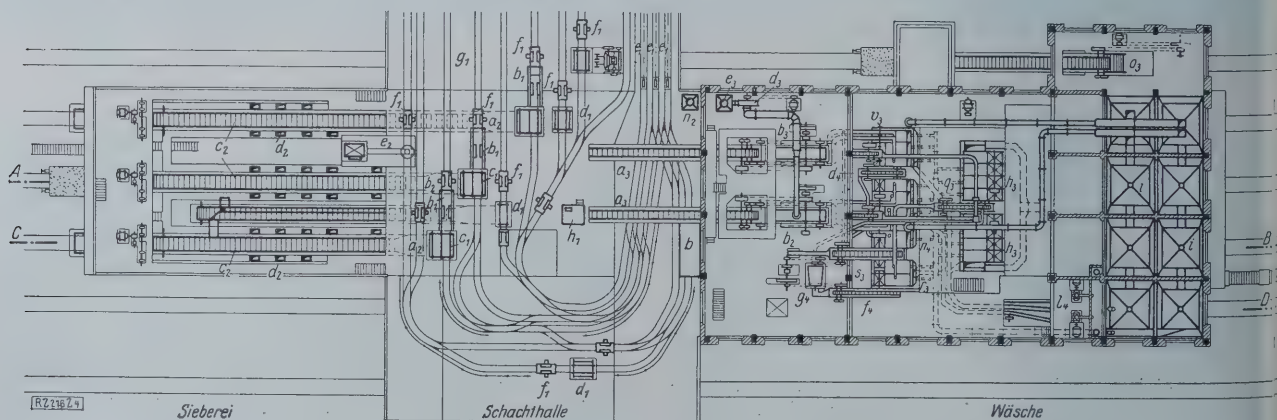


Abb. 2 bis 5

Kohlenaufbereitungsanlage der Zeche Minister Stein in Dortmund, Gelsenkirchner Bergwerks-A.-G., ausgeführt von der Gewerkschaft Schüchtermann & Kremer, Dortmund. Förderung je Schicht 2500 t Fettkohle. Leistung der Sieberei 220 t je Stunde und System. Leistung der Wäsche 125 t je Stunde und System.

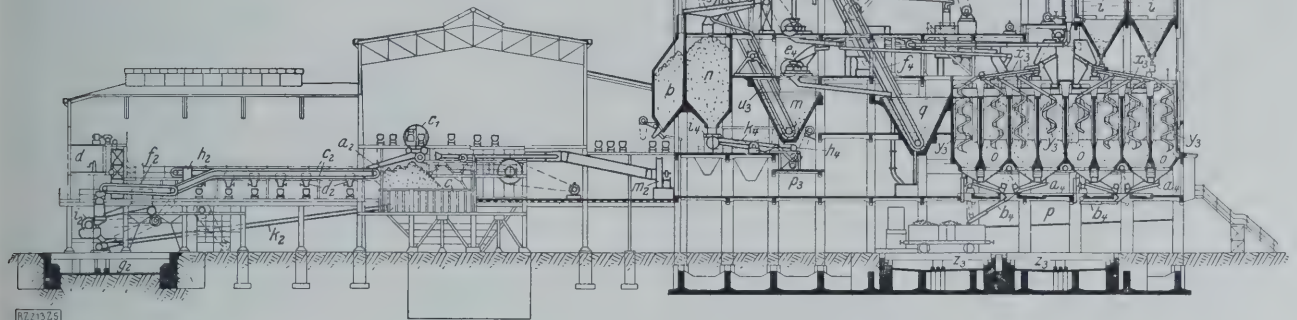
fast ganz unter Ausnutzung der Schwerkraft im Laufe der Verarbeitung wieder nach unten gelangen kann. Zum Ausgleich von Förderschwankungen sind die Vorratpunker g eingebaut, in die das Waschgut unmittelbar aus den Becherwerken a_3 fallen und über das Band c_3 zur Becherwerksgrube c zurückgeführt werden kann. Auf den Doppelkurbelsieben b_3 wird die Kohle in die Größen 80 bis 30, 30 bis 10 und 10 bis 0 mm unterteilt. Der über den Vorklassiersieben b_3 auftretende Staub wird von dem

Sauger d_3 angesaugt und in der Niederschlagvorrichtung e_3 von der mitgeführten Luft befreit. Die vorklassierte Rohkohle wird den auf einer gemeinsamen Bühne, Abb. 6, angeordneten Setzmaschinen zugeführt, Abb. 7 und 8.

Von den Grobkorn-Setzmaschinen v_3 , Abb. 7, gelangen die reinen Nüsse über die Nachklassiersiebe x_3 und die Wendelrutschen y_3 in die Nuftaschen o , aus denen sie nach vorherigem Abbrausen mit Frischwasser auf den Fehlkornsieben a_4 über die ausziehbaren und heb- und

Abb. 4

Schnitt C-D



a_4 Abbrausesiebe für Nüsse
 b_4 Schwenkbare Verladerrutschen
 c_4 Kreiselpumpe für Sickerwasser
 d_4 Becherwerk für Grobkorn-Nachwaschgut
 e_4 Walzenbrecher zum Zerkleinern des groben Zwischengutes
 f_4 Becherwerk für Nüsse
 g_4 Prüftrommel für Nüsse

h_4 Förderschnecke für Windsichterstaub
 i_4 Abstreichteller für Zwischengut
 k_4 Entwässerungsschwingrinne für Zwischengut
 l_4 Kreiselpumpen für Klärwasser
 m_4 " " noch zu klärendes Wasser
 n_4 Grobkorn-Nachsetzmaschine

schwenkbaren Verladerrutschen b_4 bei gleichzeitiger Verwiegung durch die Wagen z_3 in Eisenbahnwagen verladen werden. Das hierbei anfallende Fehlkorn wird aus dem Sickersumpf p mit der Kreiselpumpe c_4 in den Körnersumpf q gedrückt. Die unreinen Berge der Grobkorn-Setzmaschine werden in der Grobkorn-Nachsetzmaschine n_4 in Reinberge und Zwischengut getrennt, das nach dem Aufschließen in dem Walzenbrecher e_4 zusammen mit dem

Schnitt H-I

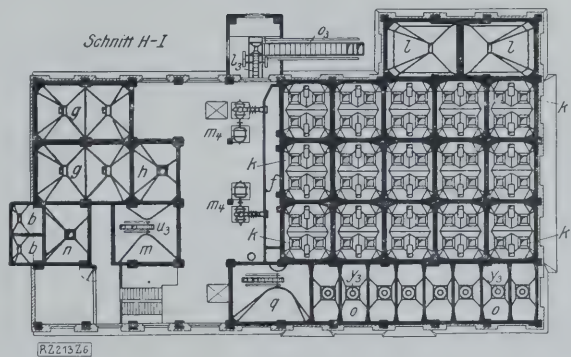


Abb. 5



Abb. 6
Setzmaschinenbühne

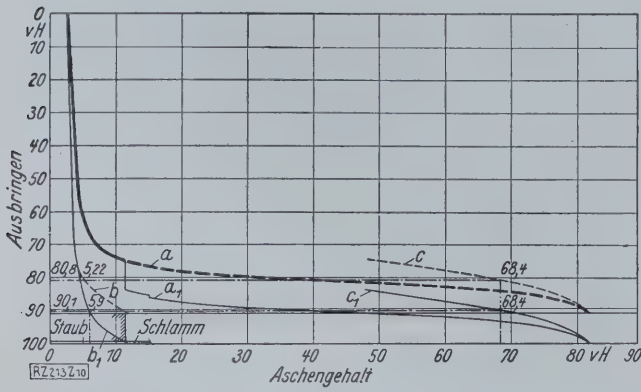


Abb. 10
Waschkurven der Rohfeinkohle

a	Kurve des Aschengehaltes der Rohfeinkohle	} ohne Zusatz von Staub und Schlamm
b	" " " " Kohle	
c	" " " " Berge	
a ₁	" " " " Rohfeinkohle	} bei Zusatz von 8,7 vH Windsichterstaub mit 18,58 vH Asche und 0,6 vH Schlamm mit 15,3 vH Asche
b ₁	" " " " Kohle	
c ₁	" " " " Berge	

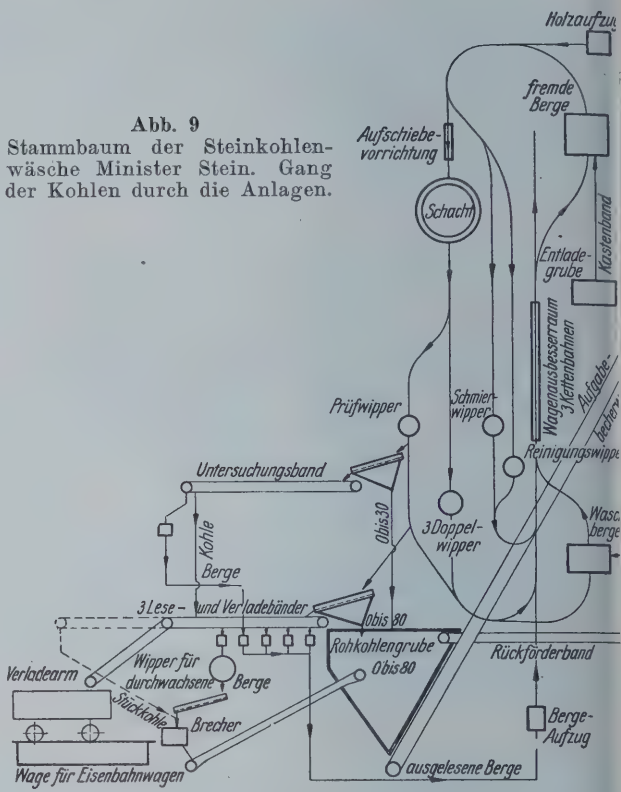
feinen Zwischengut über dem Sumpf *m* in die Vorrats-tasche *n* geführt wird. Das Zwischengut wird von hier aus über den Abstreichteller *i*₄ einer Entwässerungs-schwingrinne *k*₄ aufgegeben und kann dann in der Misch-schnecke *p*₃ mit dem durch die Förderschnecke *h*₄ aus der Staubtasche *h* herausgeführten Windsichterstaub vermengt werden, ehe es zum Kesselhaus gelangt.

Auf ihrem Wege zur Setzmaschine durchwandert die Feinkohle die Hochleistungs-Windsichter *f*₃, die der Kohle den nichtwaschbaren Staub¹⁾ entziehen und ihn in der Staubtasche *h* abgeben. Die in den Feinkorn-Setz-maschinen *h*₃, Abb. 8, gewaschene Feinkohle fließt zu-sammen mit den aus dem Hochbehälter *i* kommenden Schlämmen in Rinnen, in die 15 mit Entwässerungs-rohren *i*₃ ausgerüsteten Schwemmsümpfe *k* von je 130 t In-halt, in denen sich die Kohle im Verlauf von 16 bis 20 h auf 11 bis 10 vH Feuchtigkeit entwässert. Die entwässerte Fein-kohle gelangt durch Öffnungen im Boden der Entwässe-rungstürme über die Bänder *k*₃ auf das gemeinschaftliche Querband *l*₃, auf dem ihr mit Hilfe des Abstreichtisches *m*₃ und der Schnecke *n*₃ aus der Tasche *h* herangebrachter Windsichterstaub zugemischt wird. Die im Unterfaß der Feinkorn-Setzmaschinen *h*₃ anfallenden unreinen Feinberge werden in der Feinkorn-Nachsetzmaschine *r*₃ nachgewaschen und in Kohle, die der Kokskohle in den Schwemmsümpfen *k* zugegeben wird, und reine Berge getrennt.

Das gesamte im Umlauf befindliche Waschwasser gelan-gt aus den Setzmaschinen in die Sümpfe *k*, *m*, *q* und sammelt sich nach dem Übertritt über die Wandungen dieser Sümpfe in dem Eisenbetonkanal *f*, Abb. 6, aus dem es die

¹⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 521 u. t.

Abb. 9
Stammbaum der Steinkohlen-wäsche Minister Stein. Gang der Kohlen durch die Anlagen.



Kreiselpumpen *m*₄ in die hochliegenden Klärbecken zurückschaffen. Oberhalb des Hochbehälters ist ein ge-nügend großer Raum freigehalten, um gegebenenfalls bei sich ändernden Kohlen- oder Absatzverhältnissen eine An-lage zur Schwimmaufbereitung von Schlämmen einbauen zu können. Den Gang der geförderten Kohlen durch die An-lagen, Abb. 1, zeigt der Stammbaum, Abb. 9. Ein Teil de in den Stammbaum eingetragenen Vorrichtungen ist z. Z. noch nicht ausgeführt oder wird nicht benutzt (der ge-strichelte Teil, Abb. 9).

Die Zusammensetzung der Rohfeinkohle gab bei de Voruntersuchung das in der Waschkurve wiedergegebene Bild, Abb. 10. Hieraus ergibt sich bei Einbeziehung de Schicht mit 40 vH Asche als aschenreichster Schicht i die Reinkohle der mittlere Aschengehalt der gewaschene Kohle zu 5,22 vH bei einem Ausbringen von 80,8 vH un einem mittleren Aschengehalt der Berge von 68,4 vH. Durch die Zugabe von 0,6 vH Schlamm mit 15,13 vH Asch und 8,7 vH trockenem Windsichterstaub mit 11,58 vH Asch zur entwässerten Feinkohle, wodurch auch der Endwasser-gehalt der Feinkohle günstig beeinflusst wird, läßt sic unter Beibehaltung der Schicht mit 40 vH Asche als aschen

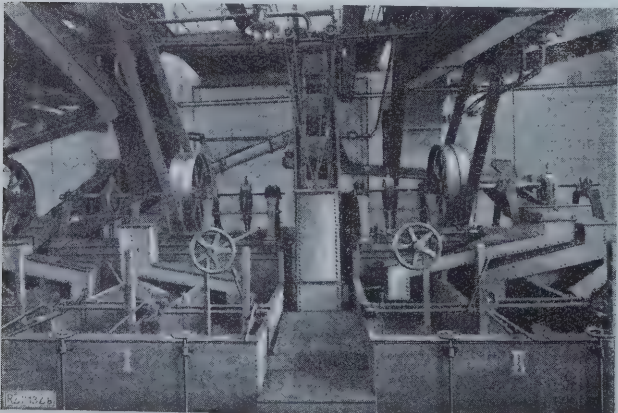
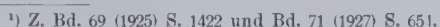


Abb. 7
Grobkorn-Setzmaschinen



Abb. 8
Feinkorn-Setzmaschinen



Zur Entwicklungsgeschichte der Hohlseile

Von Dr.-Ing. August Fuchs, Berlin

Die Schaffung von Hohlseilen ist begründet durch die Notwendigkeit, elektrische Freileitungen für sehr große Leistungen und Entfernungen bei wirtschaftlichem Baustoffaufwand zu bauen. Gestaltung der Hohlseile mit und ohne Stützorgan sowie mit bedingt wirkendem Stützorgan. Festigkeitsprüfungen. Verlegung von Hohlseilleitungen in Deutschland¹⁾



Rheinkreuzung der Hohlseil-Fernleitung des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes bei Koblenz

Der Gedanke der wirtschaftlichen Ausnutzung unserer Kraftquellen zwingt die Technik der elektrischen Kraftübertragung zur Bewältigung immer größerer Leistungsmomente, d. h. zur Übertragung großer Leistungen auf weite Entfernung. Um höchste Wirtschaftlichkeit zu erzielen, ist es dabei notwendig, höhere Übertragungsspannungen als bisher zu wählen. Aus den bisherigen Hochspannungsanlagen in der Größenordnung von 100 kV werden Höchstspannungsanlagen mit neuen Verhältnissen und neuen Aufgaben.

Vor allem machen sich bei diesen hohen Spannungen zwei Erscheinungen an den Leitern selbst immer mehr bemerkbar: Glimmverluste (Korona) und Hautwirkung (Skinneffekt), die berücksichtigt werden müssen. Glimmverluste treten auf, sobald die elektrische Feldstärke an der Draht- oder Seiloberfläche einen gewissen Wert übersteigt. Diese Feldstärke ist abhängig von der Betriebsspannung, der Leiteranordnung am Mast, dem Seildurchmesser und der Oberflächenbeschaffenheit des Seiles. Bei den bisher gebräuchlichen Übertragungsspannungen und den unter Berücksichtigung der Übertragungsleistungen gewählten Freileitungsabmessungen blieben die Glimm- und Strahlungsverluste innerhalb praktisch bedeutungsloser Grenzen. Anders liegen die Verhältnisse bei Betriebsspannungen von 200 kV an aufwärts. Bei den durch die Übertragungsleistung vorgeschriebenen Abmessungen treten bei diesen Spannungen durch die Koronawirkung Verluste auf, die die Anlage derartiger Leitungen unwirtschaftlich machen würden. Durch Vergrößerung der Leiterabstände und des Leiterdurchmessers ist es möglich, sie innerhalb wirtschaftlich tragbarer Grenzen zu halten. Dabei kommt man zu Leiterabmessungen, die bei Verwendung der bisher gebräuchlichen Vollseile sehr hohe Anlagekosten bedingen würden. Der Leiterdurchmesser muß erhöht werden bei Innehaltung des durch die Übertragungsleistung bedingten wirtschaftlichen Querschnittes.

Es gibt für jede Hochspannungs-Übertragungsanlage bei gegebenem Leistungsmoment einen wirtschaftlichen

Leiterdurchmesser, der durch das Verhältnis der Anlagekosten bei steigendem Leiterdurchmesser zu den Kosten der Strahlungsverluste bei dem betreffenden Leiterdurchmesser bestimmt ist. Die Gesamtwirtschaftlichkeit wird um so höher, je weiter sich bei gleichem Strompreis das Verhältnis zugunsten des größeren Leiterdurchmessers verschiebt. Demnach wird also am wirtschaftlichsten ein Leiter großen Durchmessers sein ohne größeren als durch die Übertragungsleistung gegebenen Leiterquerschnitt.

Diese Überlegung führt also zu einer hohlen oder rohrförmigen Ausbildung der Leiter, bei der sich der Außendurchmesser nach der zu benutzenden Spannung richtet, während die Wanddicke durch den zu benutzenden Querschnitt für die Stromübertragung festgelegt wird. Bei dieser hohlen Ausbildung werden gleichzeitig unnütze Zusatzverluste durch Stromverdrängung (Skinneffekt) vermieden. Baut man derartige Hohlseile aus Runddrähten auf, so erhält man eine verhältnismäßig rauhe Oberfläche und dadurch zusätzliche Koronaverluste. Es ist daher zweckmäßiger, die Oberfläche glatt zu gestalten und den gemäß dem Hohlseil aus Einzeldrähten von ringstückähnlichen Querschnitten zusammenzusetzen. Als Mittelwerte für den Durchmesser derartiger Leiter kann man annehmen:

für 200 kV	etwa 25 mm,
„ 300 „	„ 35 „ „
„ 400 „	„ 45 „ „

Bereits im Jahre 1919 wurde den Siemens-Schucker Werken ein grundlegendes Patent²⁾ erteilt, worin diese Erkenntnisse ausführlich niedergelegt sind, und das somit für die ganze weitere Entwicklung der Höchstspannungs-Hohlseile die Grundlage gibt. Das Patent schützt verseilte Hochspannungsleiter mit einem geschlossenen Leitermantel aus Einzeldrähten von ringstückförmigen Querschnitten, die um eine Seele großen Durchmessers angeordnet sind; die Seele als Stützorgan kann in beliebiger Form ausgestaltet werden. Durch Vergrößerung des Leitermantels und Ausbildung mit glatter Oberfläche werden die Glimm- und Strahlungsverluste soweit herabgesetzt, daß bei Verwendung solcher Leiter mit Höchstspannungen wirtschaftlich gearbeitet werden kann.

¹⁾ Vergl. Schien, Vortrag in der Jahresversammlung 1926 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, ferner W. Wolff, Die Entwicklung der Hohlseile, ETZ Bd. 47 (1926) S. 969.

²⁾ DRP Nr. 393516.

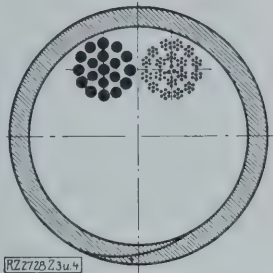
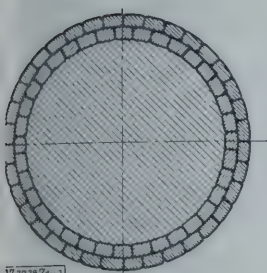
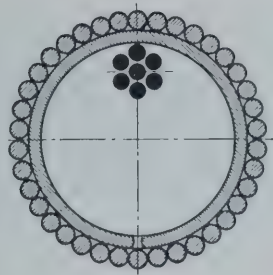
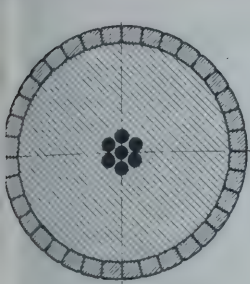


Abb. 1 und 2
Hochspannungsleiter, Bauart SSW

Abb. 3 und 4
Hohlseil, Bauart AEG

Die weitere Entwicklung der Hohlseile ist in Deutschland untrennbar mit dem Namen des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes (RWE), Essen, verknüpft, das mit einer vorbildlichen technischen Großtätigkeit die Aufgabe stellte, Freileitungseile auf der oben genannten Grundlage herzustellen, und das ihre Entwicklung besonders durch Versuchsstrecken und durch Probeverlegung hervorragend förderte.

Gestaltung der Hohlseile und Prüfergebnisse

Es war also die Aufgabe zu lösen, Seile mit großem Außendurchmesser und verhältnismäßig kleinem kreisförmigen Querschnitt — also Hohlseile — herzustellen, deren mechanische Eigenschaften denen von Vollseilen gleichkommen. Dabei macht es besondere Schwierigkeiten, den Hohlseilen genügende Widerstandsfähigkeit gegen radialen Druck zu geben. Nach der Lösung dieser Aufgabe unterscheidet Schien drei Gruppen von Hohlseilen:

1. Hohlseile mit Stützorgan,
2. Hohlseile, die sich selbst stützen,
3. Hohlseile mit Stützorgan und bedingt sich selbst stützenden Decklagen.

1. Die ältesten Ausführungsformen eines Freileitungshohlseiles, die in dem bereits erwähnten grundlegenden Patent der SSW aus dem Jahre 1919 beschrieben sind, verwenden ein inneres Tragseil der Stützorgan, das bei der Herstellung und im Betrieb die gegenseitige Lage der Teileiter sichert und außerdem die axiale Zugbeanspruchung des Gesamtleiters ganz oder zum Teil aufnehmen kann, falls man weniger festen Leitungsbaustoff benutzen will, Abb. 1 u. 2. Um dieses Stützorgan aus leitendem oder nichtleitendem Werkstoff ist die Trag- oder Leiterseilung gelegt. Eine andere Ausführungsform zeigt

Abb. 7
Hohlseil der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft, Frankfurt a. M.



Abb. 3^a). Die Leitungsdrähte sind auf einem Metallschlauch verseilt, die Zugfestigkeit übernimmt ein eigenes in den Metallschlauch eingezogenes Tragseil. Ähnlich ist eine ebenfalls dem Jahre 1922 entstammende Ausführung^b), die den Zweck haben soll, bei bestehenden Leitungen eine Erhöhung der Betriebsspannung zu ermöglichen, Abb. 4. Der Durchmesser des vorhandenen Seiles wird durch einen darübergezogenen Metallschlauch künstlich vergrößert und die dadurch entstehende zusätzliche Belastung durch ein eingezogenes Tragseil aufgenommen.

In der Entwicklungszeit sind nur zwei derartige Konstruktionen ausgeführt worden. Eine Bauart ist von Felten & Guilleaume entwickelt, Abb. 5, bei der um eine Runddraht-Schraubenfeder (im Anfang aus Stahl, später aus Bronze hergestellt) zwei Lagen gleicher Flachdrähte im Gegenschlag verseilt sind. Aus dem gleichen Jahr 1924 stammt die zweite Bauart^c), Abb. 6. Über ein den Kern bildendes Tragseil ist ein Metallband hochkantig und in beliebiger Steigung schraubenförmig gewickelt. Um dieses Stützorgan werden eine oder mehrere Lagen Leitungsflachdrähte in gewohnter Weise verseilt.

2. Die Konstruktionen der Hohlseile ohne Stützorgan haben bisher größere Anwendung nicht gefunden. In dieser Gruppe wäre das der Metallbank und der Metallurgischen Gesellschaft, Frankfurt a. M., im Jahr 1924 geschützte Hohlseil^d), Abb. 7, zu nennen. Es ist dadurch gekennzeichnet, daß es aus einer größeren Anzahl nebeneinanderliegender, stromleitender, zweckmäßig verdrahteter

^a) DRP Nr. 393 938 der AEG aus dem Jahre 1922.

^b) DRP Nr. 392 076 der AEG.

^c) DRP Nr. 416 027 der AEG. ^d) DRP Nr. 419 375.

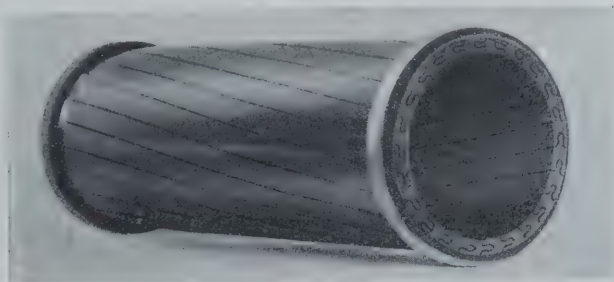


Abb. 8
Hohlseil von 42 mm Dmr., Bauart der Hedderheimer Kupferwerke



Abb. 5
Hohlseil von 42 mm Dmr., Bauart Felten & Guilleaume

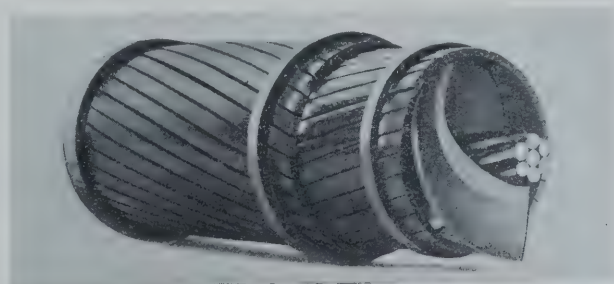


Abb. 6
Hohlseil von 42 mm Dmr., Bauart AEG

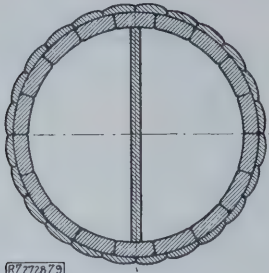


Abb. 9
SSW-Hohlseil

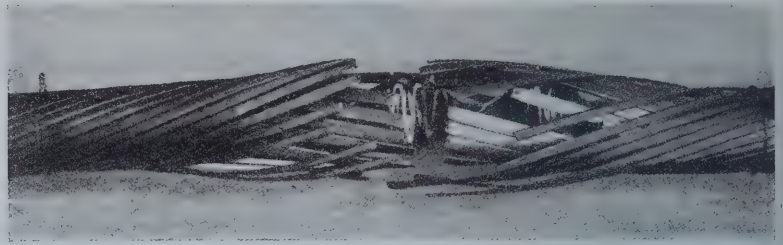


Abb. 10
Zerreißversuch an einem Hohlseil nach Abb. 9



Abb. 11
Stützorgan der Siemens-Schuckert-Werke

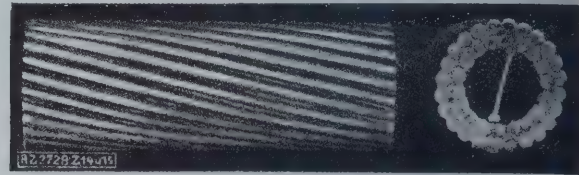


Abb. 14 und 15
Hohlseil der Anaconda Copper Mining Co.

Bänder besteht, die an ihren Rändern mit nach dem Inneren des Rohres gerichteten Falzen versehen sind, in die bandförmige Verbindungsglieder mit entsprechenden Gegenfalzen lose eingreifen. Ferner wäre das sogenannte Hedderheimer Hohlseil vom Jahr 1925 zu erwähnen, Abb. 8, das aus Bändern besteht, die mit Nut und Feder ineinander eingreifen und verseilt sind⁷⁾. Die Konstruktionen ohne Stütze wären theoretisch wohl am günstigsten, da der ganze Baustoff mechanisch tragender Leiterquerschnitt sein könnte, dürften aber praktisch die notwendige Festigkeit gegen radialen Druck bei geringstem Leiterquerschnitt und Freibleiben von Verdrehungsspannungen nur schwer erreichen lassen.

3. Aus dieser Erwägung heraus wurden die Hohlseile mit Stützorgan und bedingt sich stützenden Decklagen entwickelt. Auf Grund der heutigen Erkenntnis kann wohl gesagt werden, daß diese Seile sich als durchaus betriebsicher gezeigt haben. Die beste Lösung, die den Baustoff mechanisch und elektrisch weitestgehend ausnutzt, muß mit geringstem Totgewicht arbeiten. Die Erfüllung dieser Forderung ist die Grundlage für das von den Siemens-Schuckert-Werken ausgeführte Hohlseil. Die beiden im Gegenschlag verseilten Decklagen sind so bemessen, daß die Drähte der inneren Lage einander wie Gewölbesteine in sich selbst abstützen und durch die äußeren Lagen zusammengehalten werden, Abb. 9. Sie liegen auf dem Stützorgan wie eine Balkendecke und nehmen den Hauptteil der Druckbeanspruchung bei Verlegung und Betrieb auf, während das Stützorgan, das vor allem als Lehrgerüst bei der Herstellung dient, dem Seil zusätzliche Sicherheit gibt. Dadurch ist es möglich, das Stützorgan so sehr zu entlasten, daß es im gespannten Seil keine Kerbwirkung mehr auf die Deckdrähte ausübt, die bei dieser Bauart bei Belastung bis zur Bruchlast unabhängig von der Auflage-

linie auf das Stützorgan reißen, Abb. 10. Dieser Vorteil wird sich besonders bei der Dauerbeanspruchung im Betrieb bemerkbar machen.

Die Siemens-Schuckert-Werke verwenden als Stützorgan ein um seine Längsachse verdrehtes Kupferband, das zur Erhöhung der Knickfestigkeit und zur Erlangung möglichst geringen Totgewichtes senkrecht zur Längsachse gewellt ist, Abb. 11 und 12. Das RWE-Seil (Ausführung form 1926), zu dem die Decklagenbauart vom SSW-Seil übernommen wurde, hat als Stützorgan eine T-Drahtschraubenfeder, Abb. 13, die man als eine Verbindung des Stützorganes nach DRP 416 027 der AEG — und zwar ohne Kernseil — mit der Runddraht-Schraubenfeder, die Felten & Guilleaume in ihrem Seil der ersten Gruppe verwenden, auffassen könnte.

Auch das Ausland hat Versuche zur Ausbildung von Hohlseilen gemacht, die aber nur in Amerika zu einer einigermaßen abschließenden Ergebnis gebracht wurde: Das Seil der Anaconda Copper Mining Co., Abb. 14 und 15, hat ein Stützorgan aus einem I-förmigen, um seine Längsachse verdrehten Kupferband, um das zwei Lagen von Kupfer-Runddrähten geschlagen sind. Das Stützorgan ist verhältnismäßig schwer; bei einem Seil von 28 mm Durchmesser wiegt es etwa 170 kg — nach einer bekannten deutschen Bauart könnte es mit etwa 120 kg bei gleichem Seildurchmesser ausgeführt werden — und bietet dabei verhältnismäßig wenig Auflagelinie für die Deckdrähte. Die Runddrähte geben keine glatte Oberfläche, so daß daher die Hauptwirkung, kleinste Koronaverluste zu erzielen, nicht erreicht ist. Ein weiterer Nachteil der Runddrähte ist die Schwierigkeit, kleinste Seilquerschnitte zu erreichen. Ein Seil von 28 mm Dmr. nach der Anaconda-Bauart hat 330 mm² Leiterquerschnitt; das entspricht einem Füllfaktor von 54 vH, der kaum mehr wesentlich unterschritten werden kann. Ein Seil gleichen Durchmessers mit Flachdrähten hat etwa 200 mm² Leiterquerschnitt, also eine

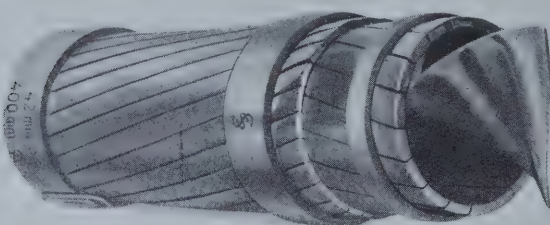


Abb. 12
Hohlseil, Bauart SSW, mit Stützorgan nach Abb. 11

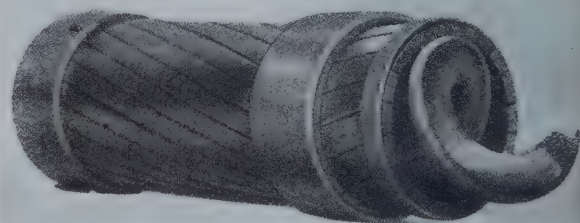


Abb. 13
Hohlseil, Bauart des RWE, mit T-förmigem Stützorgan

⁷⁾ DRP Nr. 430 826.



Abb. 16
RWE-Hohlseilstrecke, Tragmast

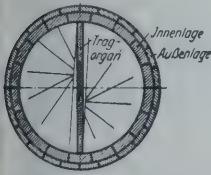


Abb. 17
RWE-Hohlseilstrecke, Abspannmast

Füllfaktor von nur 32,5 vH, der, falls es notwendig ist, auch noch weiter unterschritten werden kann. Seile von 28 mm Dmr. sind für eine Spannung von etwa 200 kV bestimmt; es dürfte unter Zugrundelegung der heute üblichen und heute vorauszu sehenden Verhältnisse für 200 kV-Anlagen höchstens ein Querschnitt von rd. 200 mm² bei Verwendung von Reinkupfer in Frage kommen.

Die deutschen Ausführungen nach Gruppe 3 verwenden im Hinblick auf die hohen Anforderungen an Festigkeit und Beständigkeit vor allem Kupfer — in Sonder-

fällen für sehr große Spannweiten auch Bronze — als Baustoff, und zwar selbstverständlich für den ganzen Querschnitt, also für Stützorgan und Decklage, so daß, auch elektrisch betrachtet, einheitliches Leitermetall vorhanden ist. Es sind auch Versuche mit Aluminium und Stahlaluminium gemacht worden oder noch im Gange. Hohlseile aus Stahlaluminium bieten jedoch in elektrischer Hinsicht wegen der erhöhten Wechselstromverluste und auch im Hinblick auf geringere Beständigkeit bei Wahl zweier verschiedener Baustoffe keine Vorteile.



Zahlentafel 1
Prüf ergebnisse von Hohlseilen auf Zugfestigkeit
Baustoff des Seiles: Kupfer
Kennzeichnung: SSW-Hohlseil von 40 mm Dmr. und 340 mm² Querschnitt
Nullast: P₀ = 2000 kg Spannung σ₀ = 5,91 kg/mm²

Seil- quer- schnitt mm ²	Ganze Länge mm	Freie Länge mm	Meß- länge mm	Gesamte (λ, ε), federnde (λ', ε') und bleibende (λ'', ε'') Dehnung des Seiles für die (oder nach den) überschriebenen Belastungen P und Spannungen σ										Bruchlast		Bemer- kung zur Bruch- lage
				—	P in kg σ in kg/mm ²	3000 8,9	4000 11,85	6000 17,8	8000 23,6	10 000 29,6	11 000 32,6	12 000 35,5	13 000 38,5	Ges- amt kg	Span- nung kg/mm ²	
338	5700	5550	L ₁ = 4420	unmittel- bar an Marken gemessen	λ in 1/10 mm	14	32	68	116	178	200	261	381	13 400	39,7	Alle Drähte der Außenlage im freien Schneckenband nicht verdreht
					λ' " " "	14	30	55	81	104	—	—	—			
					λ'' " " "	0	2	13	35	74	—	—	—			
					ε in vH	0,032	0,073	0,154	0,263	0,403	0,452	0,590	0,862			
					ε' " " "	0,032	0,068	0,125	0,183	0,235	—	—	—			
					ε'' " " "	0	0,005	0,029	0,080	0,168	—	—	—			
			L ₂ = 3600	mit Leuner- geräten gemessen	E = $\frac{\sigma - \sigma_0}{\epsilon'} \cdot 100$ in kg/mm ²	9300	8700	9500	9 650	10 100	—	—	—			
					λ in 1/1000 mm	1320	2895	6118	10 073	15 263	—	—	—			
					λ' " " "	1327	2634	5065	7 005	8 915	—	—	—			
					λ'' " " "	— 7	261	1053	3 008	6 348	—	—	—			
					ε in vH	0,0361	0,0791	0,1670	0,2740	0,4170	—	—	—			
					ε' " " "	0,0363	0,0720	0,1380	0,1920	0,2440	—	—	—			
					ε'' " " "	0,0002	0,0071	0,0290	0,0820	0,1730	—	—	—			
					E = $\frac{\sigma - \sigma_0}{\epsilon'} \cdot 100$ in kg/mm ²	8250	8250	8600	9200	9700	—	—	—			
			—	Durchmesser des Seiles bei P = 0 41,3 mm		40,7	40,67	40,61	40,56	40,5	—	—	—			

Da bei den besten Konstruktionen das Tragorgan nur etwa 4 bis 8 vH des Gesamtgewichtes beansprucht und z. T. an der Leitung teilnimmt, so ist, elektrisch gesprochen, das Totgewicht fast null. Der Widerstand der Hohlseile berechnet sich für überschlägige Rechnungen in einfacher Weise aus dem Nenn-Querschnitt, bei Hohlseilen gleich der Summe der Einzeldraht-Querschnitte in den Decklagen, indem man für diese Leitfähigkeit $60 \frac{m}{\Omega mm^2}$ bei 20 °C annimmt. Diese hohe Leitfähigkeit kommt dadurch zustande, daß etwa 65 vH des Tragorgans zusätzlichen Leiterquerschnitt bilden. Für 1 km Länge und 1 mm² Querschnitt ist demnach der Gleichstrom-Widerstand bei 20 °C = 16,6 Ohm. Der Wechselstrom-Widerstand ist bei den großen Außendurchmessern der Hohlseile um etwa 6 bis 7 vH höher als der Gleichstrom-Widerstand.

Bei Kupferseilen dieser Bauart kann mit einer mittleren Bruchfestigkeit von 40 kg/mm² Querschnitt, bezogen auf die Summe der Einzeldrähte, gerechnet werden. Die Wärmeausdehnung gleicht der eines Vollseiles aus gleichem Baustoff. Der Elastizitätsmodul ist, wie aus Zahlen-tafel 1 hervorgeht, etwa der eines Vollseiles. Zur Prüfung der Druckfestigkeit wurden verschiedene Untersuchungsverfahren ausgearbeitet, die die im Betrieb und bei der Verlegung vorkommenden Beanspruchungen zwar nur unvollkommen erfassen, jedoch ebenso wie die Betriebserfahrungen zeigen, daß die Hohlseile der Gruppe 3 allen Beanspruchungen gewachsen und dabei doch wie Seile beweglich sind.

Bau von Hohlseilleitungen

Hand in Hand mit der Ausbildung der Seile ging die Ausbildung der Verlegung. Sie ist für Hohlseile von der Verlegung von Vollseilen vor allem dadurch unterschieden, daß viel größere Lastenheiten zu bewältigen sind. Die Seile werden im allgemeinen in Längen von 1000 bis 2000 m geliefert; das gibt je nach dem Querschnitt Gewichte von 2000 bis 10 000 kg, die oft im schwierigsten Gelände bewegt werden müssen. Bei der Verlegung von

Hohlseilen ist ferner zu beachten, daß sie nicht so scharf gebogen werden dürfen wie Vollseile. Dementsprechend ist das Gerät auszubilden.

Alle Schwierigkeiten, die der Herstellung und der Verlegung von Hohlseilen entgegenstanden, sind aber heute überwunden. Im Frühjahr 1926 konnte das RWE, Essen einen 200 km langen Abschnitt von Neuenahr bis Rheina mit Hohlseilen mit 42 mm Dmr. und 400 mm² Kupferquerschnitt ausbauen. Die Verlegung der aus zwei Systemen zu je drei Phasen bestehenden Leitung haben die Firmen AEG, SSW und Elektrobau Dessau ausgeführt. 1200 km Hohlseil wurden nach der Ausführung der RWE und der SSW, also nach dem Konstruktions-Grundgedanken der Gruppe 3, von den Firmen AEG, Felten & Guillaume und SSW geliefert. Die mittlere Masthöhe betrug 35 bis 40 m mit bis zu 22 m breiten Auslegern; die mittlere Mastenentfernung 270 m, Abb. 16 und 17. Die größte freie Spannweite dieser Leitung hat die von den SSW mit Bronzehohlseilen von 26 000 kg Zerreißfestigkeit ausgerüstete Kreuzung des Lahntales, nahe Bad Ems, mit 864 m bei 90 m Durchhang und etwa 100 m Abstand der Leitung von der Talsohle. Einer der technisch interessantesten Punkte ist außer der von der AEG gebauten Mainkreuzung auch noch die von den SSW verlegte Rheinkreuzung nördlich von Koblenz, s. Titelbild S. 1014, wo in zwei Spannungsfeldern von etwa 550 m die Leitung auf 125 m hohen Gittertürmen über den Rhein geführt wird. Im Herbst 1926 ist die ganze Leitung von Goldenberg-Werk bis Rheinau bei Mannheim fertiggestellt worden; sie ermöglicht die Kupplung von Braunkohlen- und Wasserkraftenergie zweier wichtiger Stromversorgungsgebiete Deutschlands.

Die hier in kurzen Zügen gezeichnete Entwicklungsarbeit ermöglicht einen Ausbau der elektrischen Kraftversorgung ohne Rücksicht auf Landes- und Reichsgrenze. Sie führt Deutschland wieder an die Spitze im Freileitungsbau und ist ein beredtes Zeugnis dafür, was gute Gemeinschaftsarbeit zwischen Verbraucher und Erzeugerfirma zu leisten imstande ist. [B 2728]

Neue Gemeinkostenzahlen aus dem Maschinenbau¹⁾

Dem Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten gebührt der Dank der gesamten deutschen Industrie, daß er ihr mit der Herausgabe der Seyderhelmschen Schriften (die erste Ausgabe mit den Zahlen von 1924 erschien 1925) neue Grundlagen zur Hebung ihrer Wirtschaftlichkeit erschlossen hat. Nicht minder anzuerkennen ist die von fortschrittlichem Gemeinsinne zeugende Mitarbeit der Werke, die frei von kleinlicher Geheimniskrämerei die Zahlen ihrer Selbstkostenrechnung bekanntgaben. Erst dadurch wurden die Ermittlungen möglich, die der Verfasser in mühevoller Rechnungsarbeit zu einem Gesamtbilde vereinigte. Die Schwierigkeiten solcher Betriebsvergleiche sind damit schon berührt; noch immer sind die Uneinheitlichkeit der Selbstkostenberechnung und die Scheu vor Preisgabe von „Betriebsgeheimnissen“ schwer überwindbare Widerstände, die sich einer planmäßigen Auswertung solcher Vergleiche entgegenstellen.

Brachte die erste Ausgabe (VDMA-Druckschrift S. 12) nur die Ergebnisse eines Jahres, so erweitert sich im vorliegenden Hefte der Überblick zu einem Bilde der Entwicklung während dreier Jahre, in denen Beschäftigungsgrad, Löhne und Rohstoffpreise erhebliche Änderungen zeigten. Ihr Einfluß spiegelt sich deutlich und meist in ungünstiger Weise in den Betriebsgemeinkosten wider; andererseits zeigen einzelne Zahlen, wie trotz ungünstiger Wirtschaftslage durch planmäßige Rationalisierung auf Grund eingehender Selbstkostenverfolgung wirtschaftliche Verbesserungen zu erzielen sind. Überall wird klar ersichtlich, daß die übliche Berechnung der Gemeinkostensätze in vH der Fertigungslöhne kein richtiges Bild gibt; so betragen z. B. die Betriebsgemeinkosten einer Anzahl Gießereibetriebe im Mittel

	1924	1925	1926
bei einem Beschäftigungsgrade von	72	79	41 vH
bezogen auf Fertigungslöhne . . .	310	263	294 „
dagegen bezogen auf die Fertigungsstunde	2,20	2,41	3,09 M/h.

Für sechs mechanische Werkstätten einschließlich Schlosserei ergaben sich die mittleren Betriebsgemeinkosten

	1924	1925	1926
bei einem Beschäftigungsgrade von	75	75	56 vH
bezogen auf Fertigungslöhne . . .	203	194	269 „
bezogen auf die Fertigungsstunde	1,29	1,62	2,51 M/h.

für etwa die gleichen Werke als Gesamtbetriebe betrugen die Betriebs- und Handlungsgemeinkosten zusammen

	75	81	52 vH
bei einem Beschäftigungsgrade von			
bezogen auf Fertigungslöhne . . .	357	321	363 „
bezogen auf die Fertigungsstunde	2,30	2,50	3,09 M/h.

Für den Anteil von Nebenbetrieben und einzelnen Kostenarten an den Gemeinkosten werden mehrere umfangreiche Zahlentafeln gebracht, aus denen einige Durchschnittswerte bezogen auf die Fertigungsstunde, hier erwähnt seien:

	1924	1925	1926
Die Kosten betragen	77	81	51 vH
bei einem Beschäftigungsgrade von			
für Werkzeugmacherei und Maschinenreparatur	0,22	0,24	0,38 M/h.
„ Heizung der Fabrikräume . . .	0,033	0,032	0,03 „
„ elektr. Strom und Kraft . . .	0,135	0,137	0,154 „
„ Gesamtgehälter	0,64	0,76	1,19 „
„ Steuern	0,24	0,15	0,20 „

Auf jeder Seite der Schrift steht so die Mahnung, durch gründliche Ermittlung solcher Kosten den Betrieb bis ins kleinste zu erforschen und die Stellen zu suchen, an denen Ersparnisse möglich sind. Unter den Beispielen ist eines über den Energieverbrauch einer nicht voll ausgenutzter Werkzeugmacherei (Gruppenantrieb von 13 Werkzeugmaschinen durch einen Elektromotor) sehr lehrreich. Nur 16 vH der dem Motor zugeführten Arbeit wurde als Zerspanungsarbeit nutzbar gemacht, während 30 vH auf Leerlaufarbeit der Werkzeugmaschinen und 54 vH auf Leerlaufarbeit des Vorgelege und des Elektromotors entfielen.

In ähnlicher Weise bieten noch viele Stellen des Betriebes Gelegenheit für Wirtschaftlichkeitsmessungen und Verbesserungen. [N 605] Zdl.

¹⁾ Dr.-Ing. K. Seyderhelm, „Die Entwicklung der Unkosten- und Nebenbetriebskosten in Maschinenfabriken und verwandten Betrieben“. Ausgabe II: Ziffern für 1924 bis 1926 (VDMA-Drucksache Februar 1927, S. 19, vergl. a. S. 1040 dieses Hefes).

Fortschritte im Bau von Gleiswiegevorrichtungen

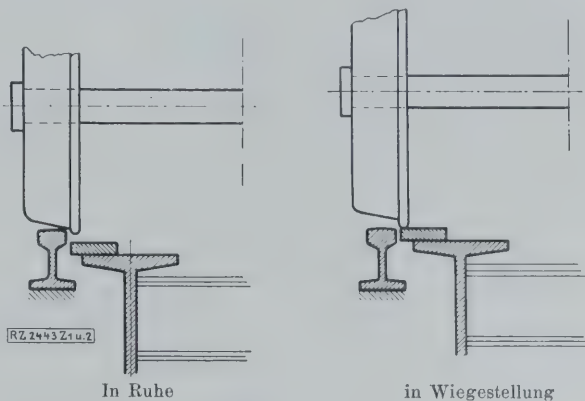
Von Dr.-Ing. Max Raudnitz, Darmstadt

Beschreibung einer Wage ohne Gleisunterbrechung der bekannten Bauart — Schwierigkeiten bei der Einführung neuzeitlicher Herstellverfahren im Gleiswagenbau — Beschreibung einer neuen Wagenbauart und ihrer baulichen, fabrikatorischen und wirtschaftlichen Vorteile — Eiehergebnisse

Der Gleiswagenbau ist einer von den Herstellzweigen des Maschinenbaues, bei denen die Mannigfaltigkeit der Formen innerhalb einer Maschinengattung eine Normalisierung und Typisierung äußerst erschwert oder unmöglich macht. Die von den verschiedenen Käufern und Käufergruppen verlangten Ausführungsarten sind hier so zahlreich, daß bei den bisher bekannten Konstruktionen eine größere Reihenherstellung so gut wie unmöglich war. Es soll nun im folgenden gezeigt werden, welcher Art die Schwierigkeiten sind, die bei einer Reihenherstellung auftreten, und wie das Bestreben, sie zu beseitigen, in diesem Falle zum Beschreiten ganz neuer Wege zur Lösung der vorliegenden baulichen und fabrikatorischen Aufgaben geführt hat.

Beschreibung einer Wage bekannter Bauart ohne Gleisunterbrechung

Bei der in Deutschland heute vorherrschenden Wage ohne Gleisunterbrechung ist die Wagenbrücke so schmal, daß sie innerhalb der Fahrschienen angeordnet werden kann. Die Fahrschienen laufen ohne Unterbrechung an beiden Seiten der Wagenbrücke vorbei und sind fest gelagert. Im Ruhezustand liegt die Wagenbrücke so tief, daß alle Fahrzeuge, also auch schwerste Lokomotiven, über die Wage fahren können, ohne die Brücke oder den Wägemechanismus zu berühren. Soll ein Eisenbahnwagen gewogen werden, so wird er über die Wagenbrücke geschoben und diese durch Windwerk so lange angehoben, bis der Wagen mit seinen Radspurkränzen vollständig von den Fahrschienen abgehoben ist und somit von der Brücke getragen wird, Abb. 1 und 2. Obwohl die Wage ohne Gleisunterbrechung zur Entlastung einen viel größeren Arbeitsaufwand verursacht, als die ihr vorgegangene ältere Bauart, die Wage mit Gleisunterbrechung, hat sie sich wegen der größeren Schonung von Brücke und Wägemechanismus beim Befahren mit Loko-



In Ruhe
in Wiegestellung
Abb. 1 und 2
Wage ohne Gleisunterbrechung

motiven und andern Fahrzeugen, die nicht zur Verwiegung gelangen sollen, in Deutschland durchgesetzt und die Wage mit Gleisunterbrechung heute fast ganz verdrängt.

Für die Wage ohne Gleisunterbrechung hat sich im Laufe der Zeit eine Bauart herausgebildet, die grundsätzlich von allen deutschen Wagenfabriken ohne nennenswerte Unterschiede angewendet wird. Abb. 3 bis 6 zeigen eine solche Wage. Die Fahrschienen *a* liegen auf einem Rahmen aus Formeisen *b*, mit dem auch sämtliche Lagerstellen der Hebel in fester Verbindung stehen. Die Wagenbrücke, eine Eisenkonstruktion aus Formeisen, ist mittels der Pendelstützen *c* und Pendelgehänge *d* schwingend an den Hauptschneiden *s* der großen Haupttraghebel *e* (Dreieckhebel) aufgehängt. Die Lastdrücke werden durch das Hintereinanderschalten von Dreieckhebel *e* und Querhebel *f*, meist im Verhältnis 1 : 100, ins Kleine übersetzt

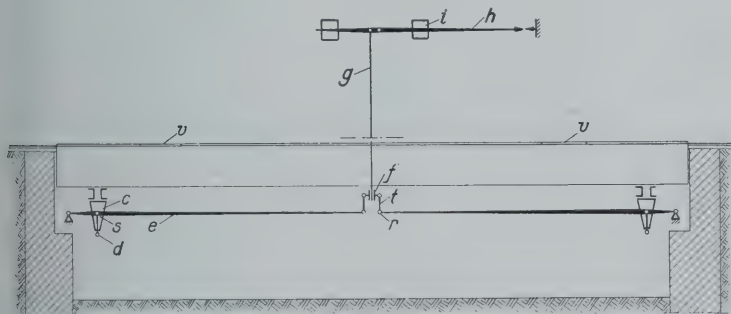


Abb. 3
Längsschnitt

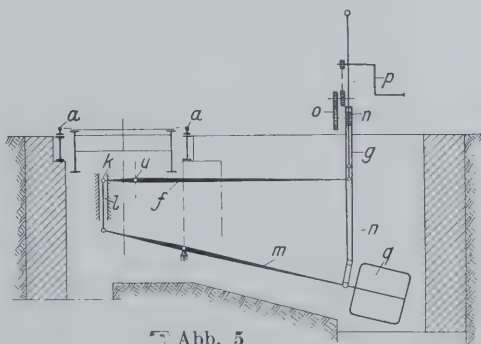


Abb. 5
Querschnitt durch Querhebel, Entlastung und Wiegebalken

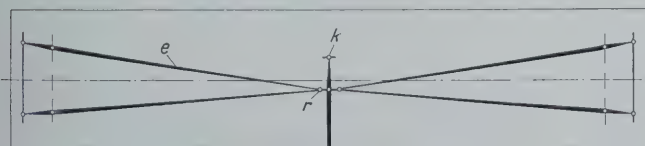


Abb. 4
Grundriß

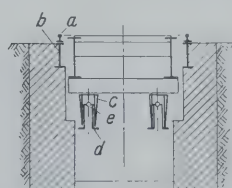


Abb. 6
Querschnitt durch die Pendelstützen

Abb. 3 bis 6
Alte Bauart einer Gleiswage ohne Gleisunterbrechung

a Fahrschiene
b Formeisenrahmen
c Pendelstütze

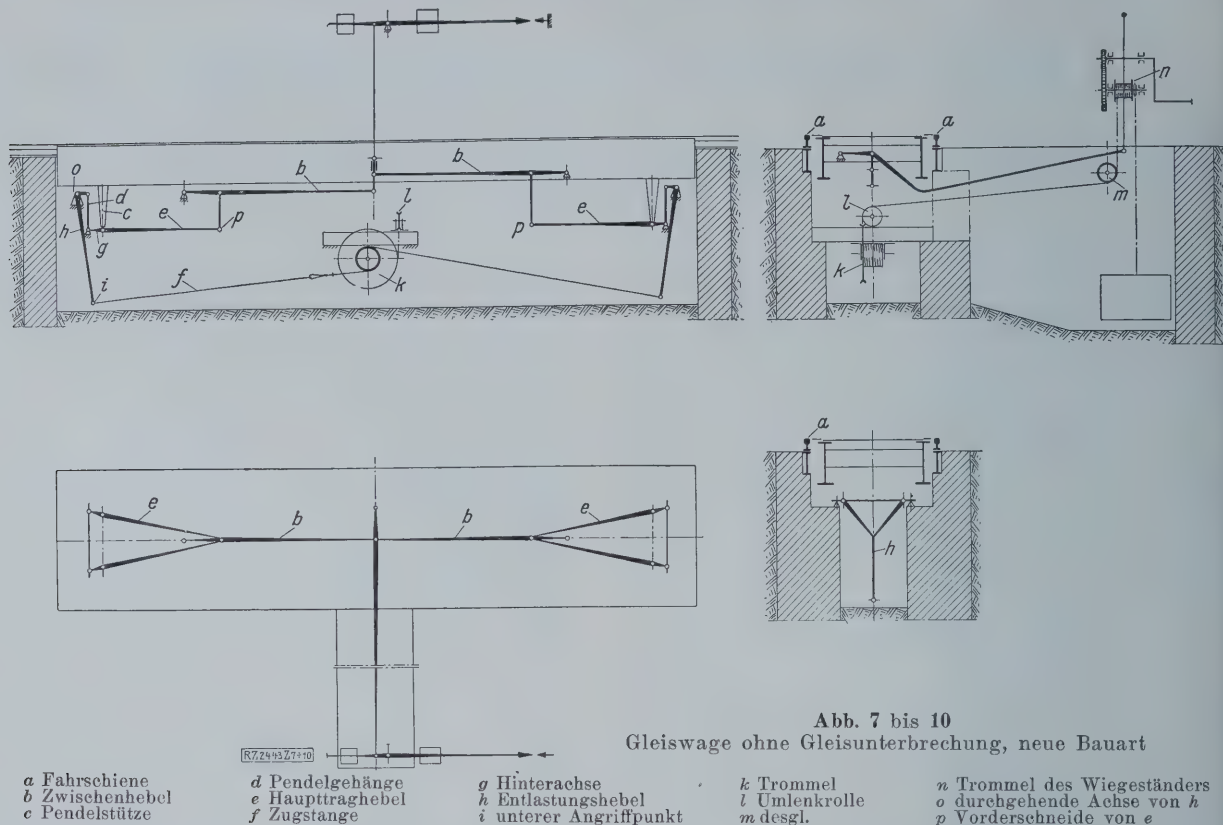
d Pendelgehänge
e Haupttraghebel
f Querhebel

g Zugstange
h Wiegebalken
i Laufgewicht

k hintere Schneide von *l* Geradföhrung
m Entlastungsschwinge
n Zahnstange

o Rädervorgelege
p Handkurbel
q Gegengewicht
r Vorderschneide von *e*

s Hauptschneide von *e*
t Verbindungsgehänge
u Mittelschneide von *f*
v Einsteigklappe



und mittels der Zugstange *g* zum Wiegebalken *h* übertragen. Ausgewogen wird dadurch, daß man durch Verschieben des Laufgewichtes *i* am Wiegebalken Gleichgewicht herstellt. Die Wagenbrücke wird bei der Entlastung ebenfalls mittels der Wiegehebel gehoben und gesenkt; zu diesem Zwecke kann die hintere Schneide *k* des Querhebels in einer Geradeführung *l* auf- und abbewegt werden. Diese Entlastungsbewegung wird durch die Entlastungsschwinge *m* eingeleitet, einen zweiarmigen Hebel, der durch eine Zahnstange *n* und das Rädervorgelege *o* von der Handkurbel *p* aus mechanisch oder auch durch Kraftbetrieb betätigt wird. Zum Zwecke der Kraftersparnis bei der Entlastung trägt die Entlastungsschwinge ein schweres Gegengewicht *q*, durch das etwa die Hälfte der zu hebenden Höchstlast ausgeglichen wird.

Nachteile der alten Bauart und Schwierigkeiten bei der Einführung neuzeitlicher Herstellverfahren

Die langen Dreieckhebel der beschriebenen Bauart erleiden bei der Belastung elastische Durchbiegungen, die mehrere Millimeter betragen und je nach der Größe der Belastung und der Brückenlänge verschieden sind. Diese große Durchbiegung ist eine erhebliche Gefahr für die Genauigkeit der Wage; denn es ist nachgewiesen worden¹⁾, daß die Durchbiegung der Dreieckhebel von sehr großem Einfluß auf die Größe ihres Übersetzungsverhältnisses ist. Ein weiterer baulicher Nachteil der beschriebenen Wage ist die Art der Entlastung. Um der Wagenbrücke den gesetzlich vorgeschriebenen Mindesthub von 30 mm zu erteilen, muß man die Vorderschneiden *r* der Dreieckhebel, Abb. 3 bis 6, und mit ihnen die Schneiden *k* und *u* des Querhebels um etwa 300 bis 400 mm heben oder senken; diese großen Wege sind eine erhebliche Gefahr für die Schneiden, die sich hierbei leicht in ihren Pfannen verschieben und zerstört werden können. Hinzu kommt noch, daß die Kreisbogen, die die beteiligten Schneiden hierbei beschreiben, in verschiedenen Ebenen liegen. Die Verbindungsgehänge *t* zwischen Vorderschneide des Dreieckhebels und Mittelschneide des Querhebels müssen sich hierbei schräg stellen; auch dieser Umstand ist oft die Ursache für Verlagerungen und Verformungen der Schneiden. Das Eichgesetz läßt aus diesem

Grunde bei der Prüfung der Entlastung zu, daß die einzelnen Wiegeergebnisse, die bei mehrmaligem Entlasten der mit der vollen Last belasteten Wagenbrücke ermittelt werden, untereinander Unterschiede bis zu $\frac{1}{4} \sqrt{T}$ der Höchstlast aufweisen.

Unter den Nachteilen bei der Herstellung der bisher bekannten Bauart steht an erster Stelle die Mannigfaltigkeit der Brückenlängen und Wiegefähigkeiten. Je nach den Bedürfnissen der Käufer werden Brückenlängen von 7 bis 20 m und Wiegefähigkeiten von 30 bis 100 t verlangt. Diese Verschiedenartigkeit hat zur Folge, daß außer der Brücke auch die Dreieckhebel der jeweiligen Länge und Wiegefähigkeit angepaßt werden müssen, so daß sich eine große Anzahl von Hebelbauarten ergibt; auf diese Weise wird jede Möglichkeit, diese an sich teuersten Wagenteile in Reihen zu fertigen, vereitelt. Von der Größe der Hebelquerschnitte sind ferner die Abmessungen der Pendelstützen *c* und Pendelgehänge *d* abhängig, so daß sich auch bei diesen Teilen eine große Verschiedenheit ergibt.

Eine weitere Ursache der Mannigfaltigkeit der Formen ist die Verschiedenheit der räumlichen Anordnung der Wiegeständer. Je nach den Ortverhältnissen muß der senkrechte Abstand zwischen Zugstange des Wiegeständers und Wagenmitte verschieden groß gemacht werden; in anderen Fällen wiederum ist eine seitliche Verschiebung des Wiegeständers aus der Wagenmitte notwendig; oft muß auch der Wiegeständer mehrere Meter über dem Fußboden angeordnet werden, beispielsweise auf einer Verlade rampe. Von der Lage der Mitte des Wiegeständers sind nun aber nicht nur die Abmessungen des Querhebels abhängig, sondern auch die ganze bauliche Anordnung der Entlastungsschwinge *m*, Abb. 5, die z. B. bei sehr langer Wiegeständerabständen als Sprengwerk ausgebildet werden muß, um den auftretenden Biegemomenten entgegenzuwirken. Unter diesen Umständen sind die Möglichkeiten der Reihenherstellung der Entlastungsteile sehr beschränkt.

Die neue Gleiswage

Das Bestreben, die beschriebenen wiegetechnischen Nachteile der bisher bekannten Bauart und die grundsätzlichen Hindernisse einer weitgehenden Normung zu beseitigen, gab den Anlaß, sowohl bezüglich des Wiege-

¹⁾ Vergl. Julius Ziegler: „Ungleicharmige Wagen, im besonderen über die Abhängigkeit der Hebelverhältnisse von der Durchbiegung der Hebel“; Berlin, Julius Springer.

mechanismus als auch bezüglich der Entlastung ganz neue Wege zu beschreiten. Die neuartige Gleiswage, die von der Firma Carl Schenck, G.m.b.H., Darmstadt, gebaut wird, beseitigt nicht nur die soeben beschriebenen Schwierigkeiten, sondern bringt außerdem eine überraschend große Baustoffersparnis mit sich, die zusammen mit der Vereinfachung bei der Herstellung eine bedeutende Verringerung der Herstellkosten ermöglicht.

Die Hebelanordnung²⁾ dieser Gleiswage, Abb. 7 bis 10, ist dadurch gekennzeichnet, daß der lange, schwere Dreieckhebel der bekannten Bauart in einen Satz von zwei hintereinander geschalteten Hebeln aufgelöst ist, nämlich in einen ganz kurzen Dreieckhebel e und einen einfachen geraden Zwischenhebel b . Von diesen beiden Hebeln ist der Dreieckhebel als Normalbauart in seiner Länge, die so kurz wie baulich möglich gehalten wird, fest bestimmt; er wird in dieser Form für sämtliche vorkommenden Brückenlängen verwendet; nur der einfache gerade Zwischenhebel ist je nach der Brückenlänge verschieden. Die baulichen und wiegetechnischen Vorteile dieser Hebelanordnung bestehen darin, daß der Baustoffaufwand an Schmiedestücken ganz bedeutend verringert und die Durchbiegung der Hebel bei der Belastung vermindert wird. Nach dem Grundsatz, die großen, an den Hauptschnitten der Dreieckhebel auftretenden Lastdrücke bereits innerhalb einer möglichst kleinen Strecke ins Kleine zu übersetzen, werden die auftretenden Biegemomente sehr stark vermindert und die bei gleicher Biegebbeanspruchung notwendigen Hebelquerschnitte verkleinert. Zwischenhebel und Querhebel haben nur noch stark verringerte Kräfte zu übertragen und können daher auch sehr leicht gehalten werden. So beträgt in dem Vergleichsbeispiel der Zahlentafel 1 die Gewichtverminderung der Dreieckhebel 75 vH, während gleichzeitig die Biegespannung verkleinert, die Durchbiegung sogar um ein Vielfaches vermindert wird; diese Verminderung der Durchbiegung ist aber, wie im vorigen Abschnitt erwähnt, von sehr günstigem Einfluß auf die Genauigkeit der Wägung.

Die Vorteile bei der Herstellung der neuen Hebelanordnung bestehen einerseits in der Vereinfachung der Schmiedearbeit infolge der geringeren Gewichte, Zahlentafel 2, und Längen, andererseits in der Beschränkung der Typenzahl. Der Dreieckhebel hat jetzt für alle Brückenlängen eine und dieselbe Länge; da außerdem die durch die verschiedenen Wiegefähigkeiten bedingten Gewichtunterschiede viel geringer sind als bei der alten Bauart, so ist es ohne Baustoffverschwendung möglich, durch Zusammenfassung benachbarter Wiegefähigkeiten mit zwei Dreieckhebelgrößen für alle die vielen Zusammenstellungen von Brückenlänge und Wiegefähigkeit auszukommen. Hierdurch ist die Vorbedingung für eine weitgehende Reihenherstellung erfüllt. Die Zwischenhebel müssen zwar der

jeweiligen Brückenlänge angepaßt werden; das ist aber von geringerer Bedeutung, weil der auf sie entfallende Lohnanteil infolge ihrer einfachen geraden Form verhältnismäßig sehr gering ist. Die kurzen Dreieckhebel haben weiterhin gegenüber den langen den Vorzug, daß sie bei Ausbesserungen mühelos aus der Grube herausgenommen werden können, ohne daß die Wagenbrücke abgehoben zu werden braucht.

Die neue Hebelanordnung weist infolge des Hinzukommens der beiden Zwischenhebel gegenüber der alten einige Schnitten mehr auf. Eingehende theoretische Untersuchungen sowie die praktischen Ergebnisse zahlreicher Ausführungen der neuen Konstruktion haben aber bewiesen, daß diese Schnittenvermehrung der Traghebel auf die Empfindlichkeit und Genauigkeit praktisch nicht den geringsten Einfluß hat. Außerdem erfahren die neu hinzukommenden Schnitten nur verhältnismäßig sehr geringe spezifische Belastungen. Sämtliche Ausführungen der neuen Wage wiesen bei den amtlichen Eichungen eine Genauigkeit und Empfindlichkeit auf, die das 5- bis 10fache der vom Eichgesetz vorgeschriebenen Werte betrug, Zahlentafel 3.

Die Pendelgehänge d sind bei der neuen Bauart an die Hinterachsen g verlegt, während die Pendelstützen c unmittelbar mit Pfannen auf die Mittelschnitten der Dreieckhebel drücken. Durch diese Anordnung werden die beiden Elemente von den Hebelquerschnitten unabhängig und erhalten nur eine einzige Form für alle Wagengrößen.

Die neue Erfindung³⁾ beseitigt die oben beschriebenen Nachteile der Entlastung der bisher üblichen Bauart (schädlich große Schnittenbewegung und Schrägstellung der Gehänge) dadurch, daß die Hubkräfte nicht wie bisher an den Vorderschnitten p der Dreieckhebel angreifen, sondern an den Hinterachsen g . Während bei der alten Entlastung zur Erzielung des Brückenhubs $H = 35$ mm bei der Vorderschneide ein Schnittenweg von 350 mm notwendig war, ist bei der neuen Entlastung bei gleichem Brückenhub nur noch ein Weg von etwa 39 mm erforderlich; auch die Winkelausschläge werden im gleichen Verhältnis kleiner und bleiben selbst bei der Verkürzung des Dreieckhebels noch um ein Vielfaches geringer als bei der alten Entlastung. Eine Schrägstellung von Gehängen kommt jetzt überhaupt nicht mehr in Frage; denn Zwischenhebel und Querhebel bleiben bei der Entlastung völlig in Ruhe; hierdurch wird eine hohe Genauigkeit auf lange Dauer gewährleistet. Die Hinterachsen g der Dreieckhebel sind mittels der Pendelgehänge d pendelnd an den Vorderschnitten der Entlastungshebel h aufgehängt, eines zweiarmigen Winkelhebels, dessen Übersetzungsverhältnis so groß wie möglich gehalten ist; die beiden Hebelschenkel links und rechts sind nach Art von

²⁾ DRP. angemeldet.

³⁾ DRP. angemeldet.

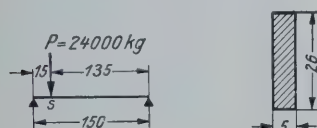
Zahlentafel 1

Statische Berechnung. Vergleichszahlen für die Dreieckhebel einer Gleiswage für 60 t Höchstlast und 10 m Brückenlänge der alten und der neuen Bauart

Nach der Eichvorschrift wird im ungünstigsten Falle bei einseitiger Brückenbelastung ein Dreieckhebel mit rd. 80 vH der Höchstlast, also in diesem Falle mit 48 000 kg, belastet. Jeder Hebelschenkel erfährt also 24 000 kg Druck auf seine Mittelschneide s

Neue Bauart

Gewichte der beiden Dreieckhebel 440 kg
" " gesamten Wiegehebel 750 "

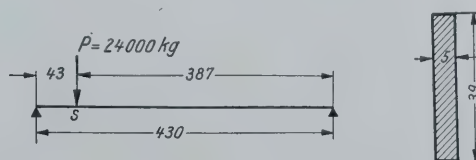


Biegemoment im gefährlichen Querschnitt $M_b = 324\,000$ kg/cm
Widerstandsmoment $W = 563$ cm³
 $\sigma_{\max} = 575$ kg/cm²

Durchbiegung für Hebel als Träger gleicher Querschnitte
 $f = 0,014$ cm.

Alte Bauart

Gewichte der beiden Dreieckhebel 1800 kg
" " gesamten Wiegehebel 1950 "



Biegemoment im gefährlichen Querschnitt $M_b = 930\,000$ kg/cm
Widerstandsmoment $W = 1280$ cm³
 $\sigma_{\max} = 725$ kg/cm²

Durchbiegung für Hebel als Träger gleicher Querschnitte
 $f = 0,096$ cm.

Die wirklichen Durchbiegungen betragen in beiden Fällen ein Vielfaches von f , da die Hebel Träger gleicher Festigkeit sind.

Dreieckhebeln zu einem starren Rahmen zusammengefaßt, der um eine durchgehende Achse *o* schwingt. Am unteren Angriffspunkt *i* des Entlastungshebels sind die Kräfte bereits so weit ins Kleine übersetzt, daß sie von hier aus mittels Drahtseil nach der Brückenmitte, und weiter unter Verwendung einer Trommel *k* und zweier Umlenkrollen *l* und *m* auf die Trommel *n* des Wiegeständers übertragen werden können. Die Wiegeständertrommel wird durch Rädervorgelege und Handkurbel, oder auch durch Kraftbetrieb betätigt. Das Eigengewicht der Brücke sucht die Entlastungshebel um ihre Achsen zu drehen und hält dadurch die Seile stets unter Spannung. Zum Entlasten wird die Handkurbel im Sinn einer Entspannung der Drahtseile so gedreht, daß die Brücke durch ihr Eigengewicht herabsinkt. Die Reibungsverluste bei dieser Entlastung bleiben sehr gering, weil für die Lagerstellen des Entlastungshebels, an dem die großen Kräfte angreifen, nur Schneiden und Pfannen verwendet werden und weil der Drahtseiltrieb einen verhältnismäßig hohen Wirkungsgrad hat. Die Seile sind so bemessen, daß sie bei den höchsten vorkommenden Belastungen nur ganz geringe elastische, aber keine bleibenden Dehnungen erfahren. Da die Seile sich über glatt gedrehte Trommeln legen, so sind sie einer geringeren Abnutzung unterworfen als die bisherigen Übertragungselemente, wie Zahnstangen, Kettenantriebe, Kettennüsse usw.

Die neue Entlastung bietet auch bei der Herstellung erhebliche Vorzüge gegenüber der alten. Unter Zugrundelegung von zwei Bauarten von Entlastungshebeln können sämtliche Entlastungsteile für alle vorkommenden Wagengrößen einheitlich gehalten werden; nur die verschiedenen Brückenlängen werden dadurch ausgeglichen, daß die Brückenseile mit verschiedenen langen Zugstangen *f*, Abb. 7, zusammengestellt werden. Die im vorigen Abschnitt beschriebenen Schwierigkeiten, die die voneinander abweichenden Wiegeständerabstände der Normung bereiten, werden durch die Seilentlastung vollständig beseitigt. Bei einer Vergrößerung oder Verkleinerung des Wiegeständerabstandes braucht nur das zum Wiegeständer führende Seil entsprechend länger oder kürzer gehalten zu werden, während sämtliche andern Entlastungsteile unverändert bleiben. Eine seitliche Verschiebung des Wiegeständers aus der Brückenmitte läßt sich ebenfalls in der einfachsten Weise durchführen; zu diesem Zwecke brauchen die Umlenkrollen *l* und *m* nur entsprechend gedreht zu werden.

Ergebnisse

Durch die neue Gleiswage ist auf diesem Gebiet eine Konstruktion geschaffen, die die Vorbedingungen zu einer Reihenherstellung in hohem Maß erfüllt; sie bringt ferner im Vergleich zu der bisher bekannten Bauart eine bedeutende Baustoffersparnis und gleichzeitig eine Erhöhung der Widerstandsfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Genauigkeit mit sich. Über die Größe der Materialersparnis gibt Zahlentafel 2 Aufschluß, in der die Gewichte der bisher bekannten und der neuen Konstruktion für drei verschiedene Wagengrößen gegenübergestellt sind; die Baustoffersparnis schwankt zwischen 13 und 25 vH.

Nachdem die Bauart der Wage ohne Gleisunterbrechung seit Jahrzehnten ohne größere Änderungen bestehen geblieben ist, hat sich vielfach der Brauch herausgebildet, die Güte eines Erzeugnisses nach dem Gewicht und die Preiswürdigkeit nach dem auf das Kilogramm bezogenen Preis zu beurteilen. Dies hatte bisher insofern seine Berechtigung, als bei der völligen Gleichheit aller Bauarten ein niedriges Gewicht nur durch Verwendung leichterer Profile bei Zulassung höherer Beanspruchungen der tragenden Teile zu erreichen war. Wie die vorstehenden Ausführungen gezeigt haben, ist da-

gegen bei der neuen Wagenkonstruktion die Baustoffersparnis nicht durch Zulassung höherer Beanspruchungen erreicht worden, sondern durch eine sinnreiche Anordnung der Hebel, bei der, wie Zahlentafel 2 zeigt, u. U. mehrere Tonnen Totgewicht gespart und zugleich die Baustoffbeanspruchungen verringert wurden. Man kann nicht die neue Konstruktion nach dem üblichen Wertmaßstab, Gewicht und Kilopreis, mit der alten vergleichen.

Für die Güte der neuen Bauart zeugen die Ergebnisse der amtlichen Eichungen sämtlicher bisheriger Ausführungen der neuen Bauart, von denen in Zahlentafel 3 einige zusammengestellt sind. Die Genauigkeit und Empfindlichkeit betrug ausnahmslos das 5- bis 10fache der vom Eichgesetz vorgeschriebenen Werte, so daß Wagen dieser Bauart als Präzisionswagen angesprochen werden können, wenn man diesen Ausdruck auch im Gleiswagenbau gebrauchen darf. Für die große Widerstandsfähigkeit der Traghebel zeugen die im Vergleich zu den bisher üblichen Werten geringen Durchbiegungswerte, die nach den neuesten Bestimmungen der obersten Eichbehörde der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Abt. I, festgemessen und ebenfalls bei jeder Eichung amtlich festgestellt werden und daher auch aus Zahlentafel zu ersehen sind. Die ermittelten Durchbiegungen betrugen durchschnittlich nur 3 mm und erreichten damit noch nicht die Hälfte der vom Eichgesetz vorgesehenen Normalgrenzen durchbiegung von 8 mm. [B 2443]

Zahlentafel 2

Gewichte der alten und der neuen Bauart

Wiegefähigkeit t	40	60	80
Brückenlänge m	7,5	10	12
Alte Bauart kg	7 700	11 500	15 800
Neue Bauart "	6 700	9 800	12 400
Baustoffersparnis "	1 000	1 700	3 400
" vH	13	14,8	21

Zahlentafel 3

Eichergebnisse der Gleiswagen neuer Bauart

Wiegefähigkeit t	40	50	60	40	50
Brückenlänge m	7,5	9	12	10	15
Empfindlichkeit:					
Zulage bei 1/10 Höchstlast kg	1	2	1	5	2
Bleibender Ausschlag mm	2	3	2	8	3
Zulage bei Höchstlast kg	5	10	5	15	5
Bleibender Ausschlag mm	4	7	5	11	6
Nach Eichvorschrift hätten genügt (umgerechnet) mm	0,6	1	0,5	2	0
Hauptprüfung:					
Mittl. Fehler bei Höchstlast, beobachtet kg	2,25	1,25	3	0,7	2
Zulässige Fehlergrenze "	± 24	± 30	± 36	± 24	± 36
Entlastung:					
Mittlere Änderung bei dreimaliger Entlastung, beobachtet kg	0	0	0,3	0,3	1
zulässige Fehlergrenze "	± 96	± 12	± 14,4	± 96	± 144
Durchbiegung:					
Beobachtet bei Belastung mit t	40	40	60	40	50
der Traghebel mm	4,5	2,6	3	2,5	3
der Brücke "	3	4,6	2,5	5,5	3
insgesamt "	7,5	7,2	5,5	8	7
zulässig "	15	12	12	15	17
Brückenhub "	34	31	30	34	36

Feuerwehr-Drehleitern mit Kraftantrieb

Von Oberreg.-Rat Heinrichs, Berlin-Grünau

(Schluß von S. 948)

Das Drehgetriebe

Das Drehgetriebe wird bei der Magirus-Leiter von der Hauptantriebswelle des Getriebeblocks durch ein Reibradgetriebe betätigt, Abb. 7 (S. 944) und 18. Die Übertragung der Drehbewegung von der Reibradwelle auf die Verzahnung des unteren Drehkranzes und den mit Kurbel zu betätigenden Handantrieb zeigt besonders Abb. 18.

Das Metzsche Drehgetriebe ist wieder als selbstsperrendes Schneckengetriebe ausgebildet, dessen Ritzel in den unteren Drehkranz eingreift. In der Fahrstellung der Leiter wird das Drehgestell durch einen Schnappstift auf dem Fahrgestell festgelegt. Auch das Kieslich'sche Drehgetriebe nach Abb. 19 und 20 ist mit selbstsperrender Schnecke und mit Kegel- und Stirnradvorgelege ausgebildet und greift in die Innenverzahnung des oberen Drehkranzes ein. Bezüglich der elektrischen Bremsanordnung gilt das auf S. 945 Gesagte. Eine

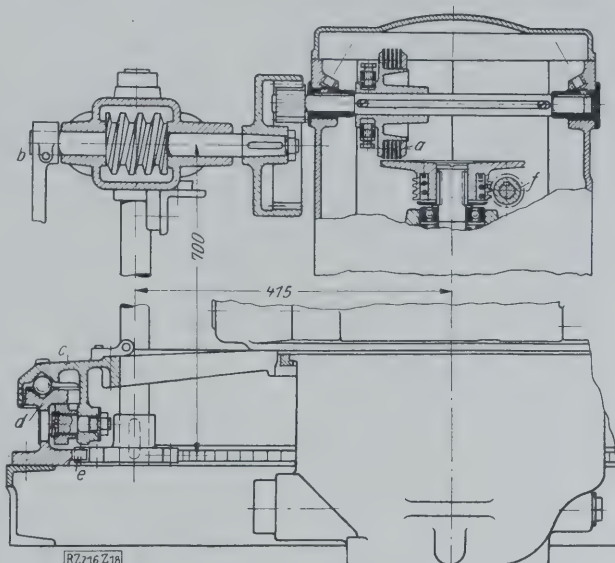
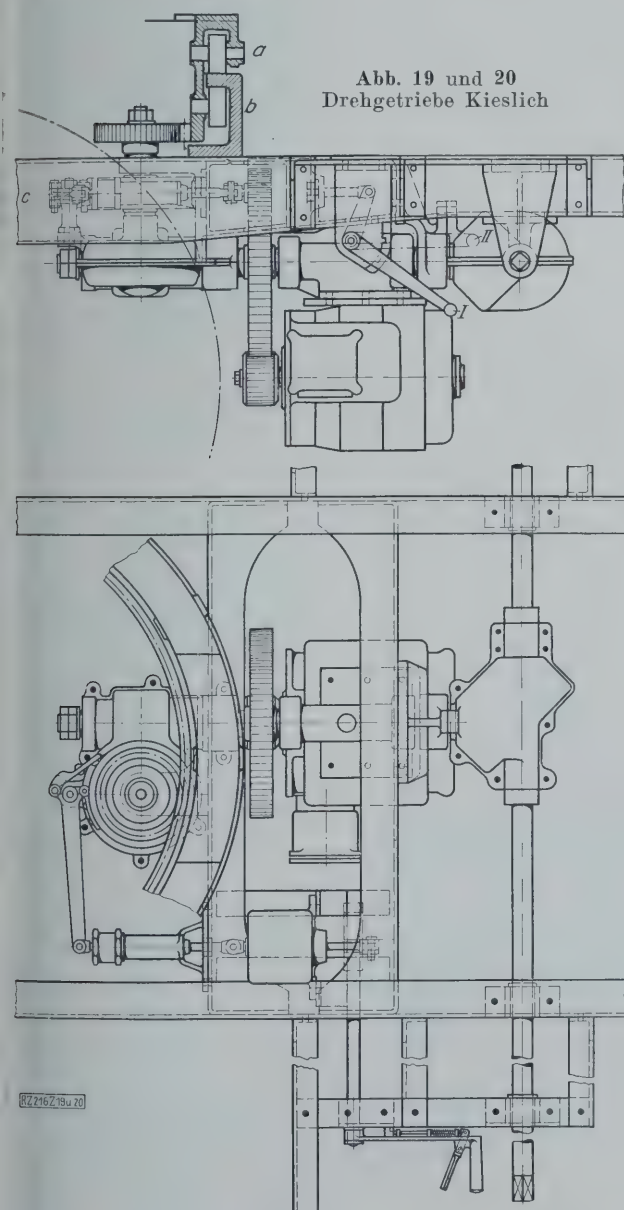


Abb. 18
Drehgetriebe Magirus

a Reibradantrieb b Handantrieb c oberer Drehkranz
d unterer Drehkranz e Verzahnung f Schnecke zur
maschinellen Seiteneinstellung

Abb. 19 und 20
Drehgetriebe Kieslich



a Oberer Drehkranz b Unterer Drehkranz c Wagenrahmen
I Stellung des Schalthebels für die Bremse bei Motorantrieb
II " " " " " Handantrieb

Endabstellung ist hier natürlich nicht vorgesehen, wohl aber eine selbsttätige Abstellung beim Anstoßen der Leiter gegen ein Hindernis während der Drehbewegung, vergl. den Abschnitt „Kippsicherung“.

Die Seiteneinstellung

Die Seiteneinstellung dient, wie schon oben gesagt, dazu, den Stand der Leiter auf schrägem Gelände wieder auszugleichen und die Leiter gegenüber dem schrägen Stand des Fahrzeuges in eine lotrechte Lage zu bringen. In Feuerwehrkreisen ist hier noch immer der seit langem auch in der Buch- und Zeitschriften-Literatur zu findende Ausdruck „Terrainregulierung“ gebräuchlich. Da aber die Leiter seitlich in die Lotrechte eingestellt werden soll, wird die Wirkung der Einrichtung durch die Bezeichnung „Seiteneinstellung“ besser getroffen. Die Leiter ist um einen Bolzen schwenkbar auf dem Aufriehtrahmen gelagert. Zum Ausschwenken dient die im Aufriehtrahmen gelagerte Spindel, deren Mutter mit der Leiter verbunden ist. Die Handräder an beiden Enden der Spindel dienten bis vor wenigen Jahren allein zur Betätigung der Seiteneinstellung; Kieslich verwendet auch heute noch nur diese Handverstellung. Metz und Magirus haben zwar auch noch den Handantrieb, sie sehen aber außerdem einen maschinellen, und zwar selbsttätigen Antrieb der Seiteneinstellung vor. Hier ist Metz vorangegangen, der bald nach dem Kriege mit seiner fertigen selbsttätig gesteuerten Seiteneinstellung herauskam. Auch Magirus hat aber jetzt bei seiner neuesten Leiter eine solche selbsttätige Steuerung für die Seiteneinstellung. Sie stellt zweifellos ebenfalls eine gut durchkonstruierte und einwandfrei wirkende Bauweise dar.

Für die selbsttätige Steuerung war die Verwendung eines sich selbsttätig in die Schwerkraftlinie einstellenden Organs erforderlich, und da war das Lot, die Wage oder der Kreisels bei dem gegenwärtigen Stande der Technik das Gegebene. Sowohl Metz wie Magirus haben das Lot gewählt.

Die Steuerung für die Seiteneinstellung geschieht bei den Magirus-Leitern mittelbar elektromagnetisch, s. Abb. 9 und 10 (S. 945) sowie 21. Nahe dem Drehpunkt der Leiter für die Seiteneinstellung ist in einem in

der Neigungsebene der Leiter schwingenden Gehäuse ein kleines Lot untergebracht, das nur in der Seitenrichtung der Leiter schwingen kann. In der Schwingungsebene dieses Lotes sind zu beiden Seiten im Gehäuse Doppelkontakte aus Platin für die Verbindungsleitungen der Elektromagnete angebracht. Die Kontakte können durch den schiefen Stand der Leiter und den dadurch entstehenden Ausschlag des Lotes gegenüber seinem Gehäuse geschlossen werden. Am Lot selbst ist eine Rückführungsrolle angebracht, über die die Leiter beim Ablegen auf schieferm Gelände wieder in ihre alte Lage in der Fahrzeugachse geleitet werden kann. Die beiden Seitenkontakte des Lotgehäuses sind durch in Panzerschlauch gelegte Leitungen mit den entsprechenden Elektromagneten verbunden. Die Kerne der Elektromagnete sind durch einen Hebel mit der Achse des Steuerhahnes zum Ölschaltgetriebe gelenkig verbunden. Wird nun bei schieferm Stande durch das Lot mittels des Doppelkontaktes die Leitung auf einer Seite geschlossen, so wird mit dem dabei erregten Elektromagneten auch sein Kern hochgezogen, wobei der Kern durch den Hebel des Steuerhahnes zwangsläufig gedreht wird. Diese Drehung bewirkt das Einschalten einer Seite des Öldruck-Schaltgetriebes, wodurch die Spindel der Seiteneinstellung so lange die Leiter verstellt, bis das Lot den Strom unterbricht, d. h. die Leiter lotrecht gestellt ist. Durch Ausschalten des Stromes mittels eines leicht zugänglichen Stromschalters kann die selbsttätige Steuerung unterbrochen werden. Ein auf der Steuerwelle angebrachtes und ebenfalls leicht zugängliches Handrad ermöglicht die Steuerung des maschinellen Antriebes von Hand. Die Leiter kann so nach Ausschaltung des Erregerstromes in der Seitenrichtung in jede gewünschte Lage gebracht werden.

Der Strom zum Erregen der Elektromagneten wird aus der auf jedem Feuerwehrfahrzeug mitgeführten 12 V-Batterie der Licht- und Anlasseranlage entnommen. Der Strombedarf für die Einrichtung ist sehr gering, nur 2 A. Der Strom wird von der Batterie zum Drehgestell der Leiter durch einen Schleifring mit Doppelkontakt geführt.

Um den Steuerhahn in der lotrechten Lage der Leiter durch die von der Leiter auf das Lot übertragenen Erschütterungen nicht in dauernder rechts- und linksschaltender Bewegung zu halten, sind die Kerne der Hubmagnete mit Ölbremse versehen. Das Getriebe wird also erst eingeschaltet, wenn die Leiter tatsächlich eine schiefe Lage eingenommen hat.

Den maschinellen Antrieb der Verstellspindel vermitteln Kegelhäder und in Rohren geführte Wellen vom Ölschaltgetriebe des Getriebeblocks aus, Abb. 9. Das

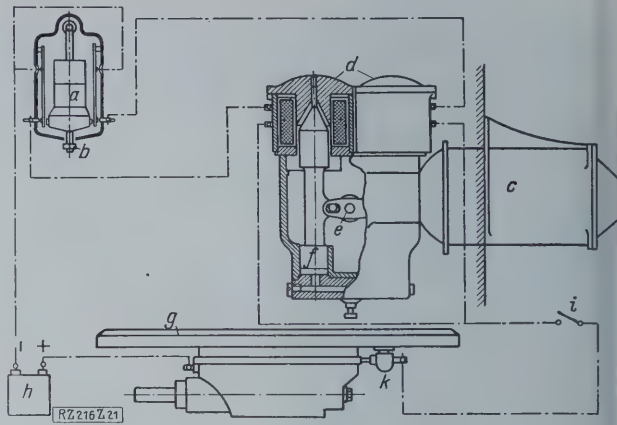


Abb. 21
Steuerung der Seiteneinstellung bei Magirus

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| a Lotgehäuse und Lot | f Öl-Druck-Bremse |
| b Rückführungsrolle | g Drehkranz |
| c Öl-Druck-Schaltgetriebe | h Batterie |
| d Elektromagnete | i Stromschalter |
| e Steuerhahn | k Schalter mit Doppelkontakt |

Öldruck-Schaltgetriebe, Abb. 22, ist vollständig gekapselt und läuft im Ölbad; es wird von der Hauptwelle des Getriebeblocks aus durch Schnecke und Schneckenrad angetrieben. An dem Ölschaltgetriebe ist noch der Steuerhahn mit den Steuerarmen angebaut. Der Öldruck für die hydraulische Schaltung wird durch die Pumpe erzeugt, die auch die Getriebe für die übrigen Leiterbewegungen speist.

Außer dem maschinellen Antrieb ist noch der allbekannte Handantrieb der Verstellspindel vorgesehen.

Um bei allzugroßer Seiteneigung und selbsttätige Einstellung ein seitliches Anlaufen der Verstellspindel mütter und damit Klemmungen und Betriebsstörungen zu verhindern, hat man eine selbsttätige Sicherheitsvorrichtung eingebaut, die vor dem Anlaufen der Mutter an den Spindellagern das Getriebe abstellt.

Der Unterschied der Metzschschen Seiteneinstellung gegenüber derjenigen von Magirus besteht zunächst darin, daß das Lot selbst durch sein Gewicht die mechanische Arbeit des Beeinflussens der Anlaßvorrichtung leistet.

Das Lot ist allseitig beweglich aufgehängt, Abb. 23 und 24. In einen Schlitz des Lotes greift der Zapfen einer Kurbel ein, die in einer Hülse drehbar aber seitlich unverschiebbar gelagert ist und über ein allseitiges Gelenk an eine mit dem Steuerhahn verbundene ausziehbare Welle angeschlossen ist. Von dem Steuerhahn führen Leitungen zu den Kupplungen des Wendetriebs. Durch Schluß der einen oder der andern Kupplung wird die Bewegung der vom Fahrmotor aus betätigten senkrechten Hauptwelle des Getriebeblocks mit entsprechendem Drehsinn auf das Schneckengetriebe übertragen und von dort durch Ketten und Kettenräder auf die mit dem Aufrihtrahmen fest verbundene Spindel.

Wird die Leiter auf ebenem Boden aufgerichtet, dann schlägt das Lot seitlich aus; es verdreht infolgedessen die Kurbel und die ausziehbare Welle um ihre Längsachse, verstellt den Steuerhahn und setzt das Wendetriebe so lange

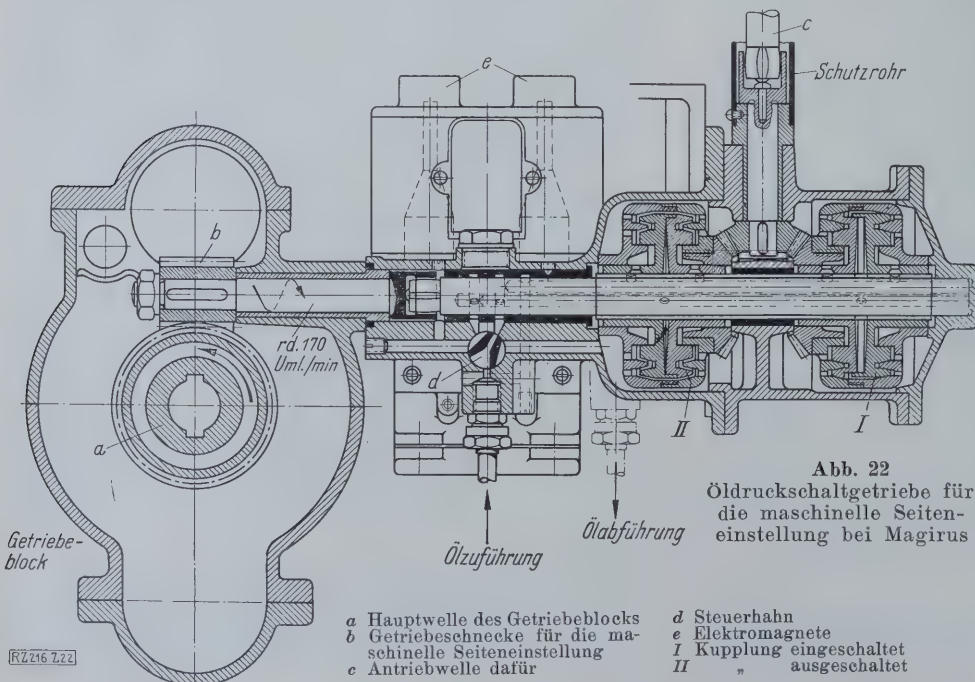


Abb. 22
Öldruckschaltgetriebe für die maschinelle Seiteneinstellung bei Magirus

- | | |
|---|--------------------------|
| a Hauptwelle des Getriebeblocks | d Steuerhahn |
| b Getriebschnecke für die maschinelle Seiteneinstellung | e Elektromagnet |
| c Antriebswelle dafür | f Kupplung eingeschaltet |
| | g Kupplung ausgeschaltet |

- | |
|--------------------------|
| d Steuerhahn |
| e Elektromagnet |
| f Kupplung eingeschaltet |
| g Kupplung ausgeschaltet |

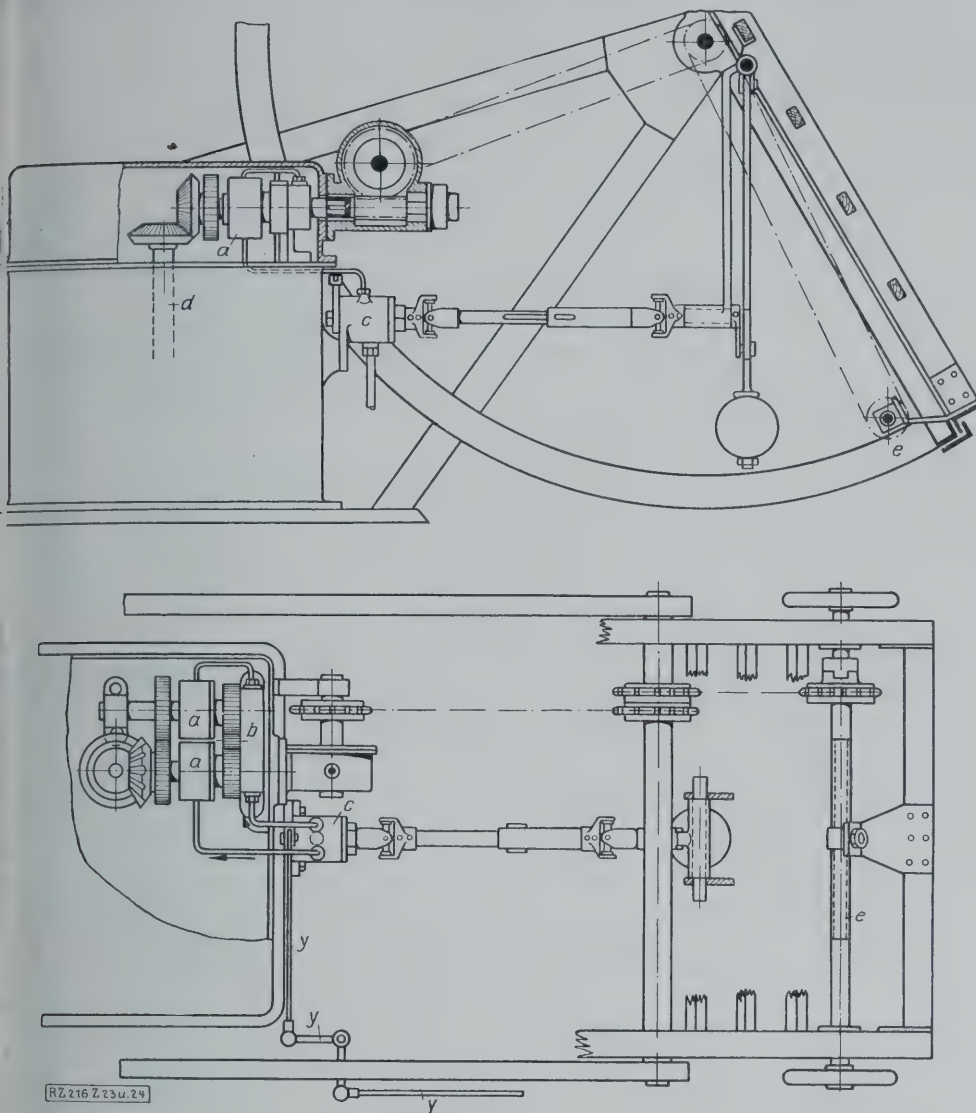


Abb. 23 und 24
Seiteneinstellung bei Metz

a Lamellenkupplung für das Wendegetriebe b Wendegetriebe für die Seiteneinstellung c Steuerhahn
d Hauptwelle des Getriebelocks e Verstellspindel y Hebel zur Betätigung des Steuerhahnes von Hand

in Bewegung, bis die Leiterlängsachse senkrecht steht. Damit aber ist die Kurbel wieder in die senkrechte Lage gekommen und somit der Steuerhahn geschlossen worden.

Das Anlassen des Wendegetriebes und damit die Steuerung des maschinellen Antriebes für die Verstellspindel kann auch bei Metz unabhängig vom Lot von Hand erfolgen, und zwar durch einen besonderen Hebel am Handsteuerbock, der durch das Hebelgestänge $y-y-y$, Abb. 24, den Steuerhahn betätigt.

Besonders beachtenswert ist die Ausbildung des Metzchen Steuerhahns, Abb. 25 bis 29, für das Wendegetriebe.

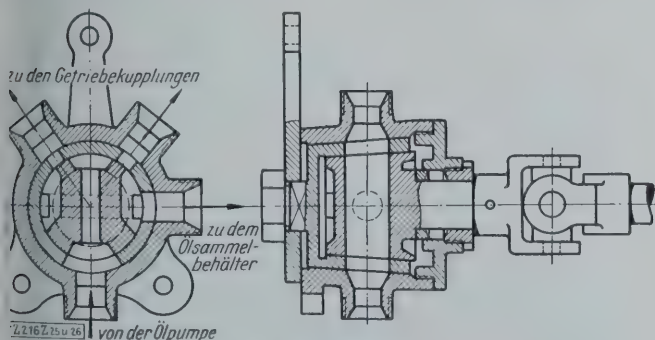


Abb. 25 und 26

Steuervorrichtung für die Seiteneinstellung von Metz

Am Hahngehäuse befinden sich der Stutzen für die Zuleitung des Druckmittels, die zwei Stutzen für die Überleitung des Druckmittels zu den Getriebekupplungen und der Stutzen zur Rückleitung des Druckmittels in den Sammelbehälter. Das in das Gehäuse eingesetzte Hohlkücken, das durch das Hebelgestänge $y-y-y$ in der eben beschriebenen Weise an den entsprechenden Handhebel des Steuerbocks angeschlossen ist, hat für die zu den Getriebekupplungen führenden Stutzen Durchflußöffnungen, die so bemessen sind, daß sie beim Drehen des Kükens den Querschnitt der am Gehäuse befindlichen Öffnungen innerhalb eines bestimmten Winkels nicht ausfüllen. Im Hohlkücken steckt ein weiteres Kücken, das durch einen Verschlussdeckel mit Stopfbuchse im Gehäuse gehalten wird und durch die ausziehbare Welle mit dem Lot verbunden ist. Der Durchfluß ist bei wagrechtem Gelände gesperrt, Abb. 27, wobei die Steuerkanten des Innenkükens die Öffnungen des Hohlkükens nach den Getriebekupplungen hin gleichmäßig überdecken. Bei Aufstellung des Fahrzeuges auf unebenem Gelände stellt das Lot das innere Kücken so, daß die eine oder andere der Steuerkanten den Durchfluß des Druckmittels freigibt und dadurch das Wechselgetriebe in Gang gesetzt wird, bis die Leiter die senkrechte Lage erreicht hat.

Wird durch den Hebel für die Seiteneinstellung am Handsteuerbock das Hohlkücken von Hand um einen gewissen Winkel verstellt, so wird ebenfalls wieder die eine oder andere der Steuerkanten den Durchfluß des Druckmittels freigeben, und infolgedessen neigt sich die Leiter auch seitlich in der einen oder andern Richtung.

Das Hohlkücken wird also von Hand verstellt, wenn die Leiter aus der Senkrechten seitlich herausgeschwenkt werden soll, das Innenkücken aber wird durch das Lot zur selbsttätigen Seiteneinstellung betätigt. Abb. 27 zeigt die Stellung des Hahns bei Aufstellung der aufgerichteten Leiter auf wagrechtem Gelände, Abb. 28 die Stellung auf

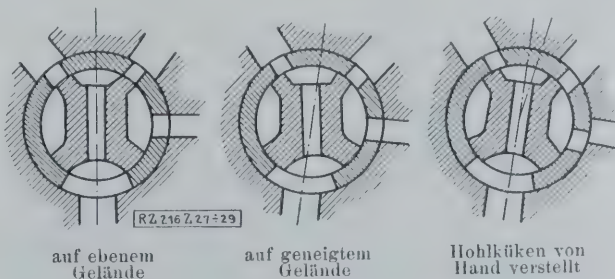


Abb. 27 bis 29

Hahnstellungen für die Seiteneinstellungen von Metz bei verschiedenen Geländelagen

geneigtem Gelände, wobei der Durchfluß des Druckmittels frei und das Wechselgetriebe in Gang gesetzt ist. In Abb. 29 ist das Hohlkükken von Hand verstellt, die Leiter bewegt sich aus der lotrechten Lage nach der Seite.

Beim Ablegen wird die Metz-Leiter in ähnlicher Weise wie die Magirus-Leiter selbsttätig durch das Getriebe für die Seiteneinstellung in die Lage parallel zur Fahrzeug-Längsachse zurückgeführt. Das Getriebe läßt die Leiter ebenfalls nicht über 10° seitliche Neigung kommen.

Der Leiteraufbau

Der Leiteraufbau wird in der Regel für eine Höhe von 25 bis 30 m bei vierteiliger Anordnung ausgeführt. Höhere Leitern können wohl gebaut werden (Metz hat beispielsweise 36 m hohe fünfteilige Leitern für Moskau geliefert), sie finden aber in der Praxis wenig Anwendung, da sie bei zunehmender Länge unhandlicher werden. Berlin beispielsweise bezieht auch 30 m-Leitern nicht mehr, sondern begnügt sich durchweg mit 26 m Höhe.

Die Leiterholme sind von ausgesuchtem astfreiem Fichtenholz, die Sprossen mit 30 cm Mittenabstand sind aus Eschenholz gefertigt. Die Sprossen werden mittels durch die Holme gehender Zapfen, die außen verkeilt werden, befestigt. Die Leiter erhält durch diese Sprossenbefestigungsart schon eine gewisse Seitensteifigkeit. Dem gleichen Zweck dienen die in Abständen von drei bis fünf Sprossen die Holme verbindenden Sprossenschrauben mit beiderseitig eingelassenen Muttern sowie eine Schrägenverstrebung unter den Leiterholmen. Der erste und zweite Leiterteil liegen aufeinander, die übrigen ineinander. Die drei oberen Leiterteile sind mit blanken Stahl-schienen beschlagen, wodurch eine gute Führung der Leiterteile zwischen den Auflagerrollen aus Bronze und den Führungsbügeln gewährleistet wird; diese Stahl-schienen geben der Leiter außerdem eine erhöhte Festigkeit. Kieslich führt die Leiterholme noch mit Nuten und Federn gegeneinander. Zur Erhöhung der Seitensteifigkeit sind weiter an den beiden inneren Seiten der Holme durchlaufende Versteifungsleisten aus Holz, sogenannte Windleisten, angebracht und mit den Holmen und Sprossen innig verbunden. Magirus führt die am meisten beanspruchten Leiterenden der ersten, zweiten und dritten Leiter mit Seitenversteifungsblechen aus, die mit den Schrägen in Verbindung stehen; weitere Seitenversteifungsbleche ordnet er über die Leiter verteilt an.

Metz gibt den Seitenversteifungsblechen in den oberen Leiterteilen die Form von längeren zusammenhängenden Blechen, die im Querschnitt muldenförmig ausgebildet sind und im Grundriß durch Ausschnitte die Form der Vierendeel-Träger erhalten. So ergibt sich eine besonders für die Aufnahme der Verwindungskräfte günstige Form der Versteifungen.

Die Tragfähigkeit der einzelnen Leiterteile wird ferner durch eine sprengwerkartige nachspannbare Stahlbandverspannung gewährleistet, deren Stützen zugleich als Führungsbügel für die nächste Leiter ausgebildet sind.

Die Auszugorgane (verzinkte Stahldrahtseile) sind flaschenzugartig eingebaut und werden durch das Auszuggetriebe nach der Art eines Windwerks auf- und abgewickelt. Die Oberleitern haben Anschläge zur Begrenzung des Auszuges, außerdem eine Glocke zum Anzeigen der Endstellung.

Am unteren Ende der sich ausziehenden Leiterteile sind selbsttätige Einfallhaken (auch Fallhaken oder Gesperre genannt) angeordnet, durch die eine Entlastung der Drahtseile beim Besteigen der Leiter erreicht und beim Bruch eines Auszugseiles das Einstürzen der Leiter verhindert wird. Die Fallhaken haben die einzelnen Leiterteile in der ausgezogenen Stellung dadurch zu halten, daß sie sich auf eine Sprosse der Leiter aufsetzen. Andererseits aber müssen beim Ausziehen der Leiter die Fallhaken an den Sprossen ungehindert vorbeigleiten können. Jede der drei Firmen hat eine besondere Konstruktion für ihre Fallhaken.

Damit die Einzelleitern in Fahrstellung, namentlich bei Talfahrt, nicht ausschlagen, sind sie durch ein selbsttätig sich einschaltendes Rückhalthaken zusammengehalten.

Die Kippsicherung

Bei Drehleitern muß die Auszuglänge stets in einem bestimmten Verhältnis zur Neigung stehen, wenn ein Kippen der Leiter verhindert werden soll. Dies wurde bei früheren Leitern dadurch erreicht, daß man an Hand einer Tabelle oder Skala die Leitern entsprechend einstellte. Das dem Leiterfuß abgekehrte Rad des Fahrzeuges bildete bei der ausgezogenen und aufgerichteten Leiter den Kippunkt, um den das Fahrzeug bei Erreichen der Kippgrenze kippt, während das dem Leiterfuß zugekehrte Rad vom Boden abgehoben wird. Der auf diesem letzteren Rad in der Gebrauchstellung der Leiter noch lastende Raddruck ist also der Gradmesser für die Standsicherheit der Leiter.

Das Bestreben der Konstrukteure ging in dem letzten Jahrzehnt auch dahin, die Leiter selbsttätig gegen das Kippen zu sichern. Die erste selbsttätige Einrichtung dieser Art wurde von Magirus während des Krieges herausgebracht, ihm folgte bald Kieslich und dann Metz und bei allen drei Leitern ist die Kippsicherung fortwährend weiter ausgebildet worden.

Der allen gemeinsame Grundgedanke besteht in der selbsttätigen Abstellung der Antriebvorrichtungen der Leiter beim Aufrichten und Ausziehen, sobald die aufgerichtete und ausgezogene Leiter in die Nähe der Kippgrenze kommt, und zwar ergibt sich diese Kippgrenze und damit die selbsttätige Abstellung der beiden Getriebe je nach der Geländeneigung bei ganz verschiedenem Verhältnis der Auszuglänge zum Aufrichtwinkel.

Metz geht erheblich weiter. Bei ihm werden alle drei Getriebe, also auch das Drehgetriebe, selbsttätig abgestellt, und zwar unter Berücksichtigung der Veränderung, die die Kippgrenze durch Belastung der Leiter durch Drehen der Leiter auf geneigtem Gelände und durch Anstoßen der Leiter an Widerstände erfährt.

Kieslich berücksichtigt die Unebenheiten des Geländes nicht, er sieht aber eine selbsttätige Abstellung des Getriebes durch Unterbrechung des Motorstromes nicht nur vor, wenn ein bestimmtes Verhältnis von Auszuglänge und Neigungswinkel der Leiter erreicht ist, sondern auch wenn die Leiter bei einer der drei Bewegungen gegen ein äußeres Hindernis stößt.

Abb. 11 und 12 (S. 946), zeigen die Bauart der Kippsicherungseinrichtung an der neuesten Magirus-Leiter. An den Triebachsen des Aufricht- und Auszuggetriebes sind unter Zwischenschaltung von Übersetzungen Kurvenscheiben p_1 und p_2 angeordnet, deren Zusammenarbeiten mit der Führungstange q durch die beiden Hebel r_1 und r_2 und den an deren Endpunkten frei hängenden Hebel s vermittelt wird. Die Hebel r_1 und r_2 haben an ihren Enden Rollen, die mit den Kurvenscheiben in Berührung gehalten werden. An der in senkrechter Führung gleitenden Führungstange q ist eine Brücke angebracht, die durch die Anschläge u_1 und u_2 auf die Steuerhähne e_1 und e_2 abstellend einwirken kann. Die Kurvenscheiben sind so ausgebildet und beeinflussen mit der Führungstange q und der Brücke t die beiden Steuerhähne derart, daß die Leiter nur so weit aufgerichtet und ausgezogen werden kann, wie die Standsicherheit des Fahrzeuges es zuläßt. So kann die Leiter im abgelegten Zustande wohl zuerst aufgerichtet, aber nicht ausgeschoben werden, da die Brücke t eine solche Lage einnimmt, daß einerseits der Hahn e_1 aus der dargestellten Lage, die er bei abgelegter Leiter einnimmt, nur nach rechts und damit der Anschlag u_1 nur nach aufwärts bewegt werden kann, wodurch die Aufrichtbewegung eingeleitet wird, und daß andererseits der Hahn e_2 gegen Abwärtsbewegung des Anschlages u_2 und damit gegen Einschalten des Auszuggetriebes gesichert ist. Während der Aufrichtbewegung der Leiter wird mittels der sich links herum drehenden Kurvenscheibe p_1 und des Gestänges r_1 , s , q die Brücke t gesenkt; infolgedessen wird zunächst auch das Einschalten des Auszuggetriebes ermöglicht. Bei teilweise aufgerichteter Leiter aber hört die Ausschleibemög-

schkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt auf, da infolge der durch die Kurvenscheibe p_2 veranlaßten Bewegung des Gestänges r_2, s, q die Brücke t wieder angehoben und der Hahn e_2 wieder in die Nullstellung gebracht wird. Erst wenn weiter aufgerichtet wird und die Kurvenscheibe p sich weiter dreht, bewegt sich die Brücke wieder nach unten und gibt den Hahn e_2 frei, um das weitere Ausziehen der Leiter zu ermöglichen. Bei jeder Neigung der Leiter ergibt also die zugehörige Endlage des Auszuges eine solche Stellung der Brücke t , daß die Steuerhähne für den Auszug und das Neigen blockiert sind.

Im umgekehrten Sinne vollzieht sich der Vorgang beim Einschieben und Neigen der Leiter in teilweise aufgerichtetem Zustande. Hier läßt zunächst die Stellung der Brücke t nur ein Verstellen des Steuerhahns e_2 links herum, also im Sinn einer Einleitung der Einschiebewegung zu. Ein Neigen der Leiter ist nur möglich, wenn vorher ein entsprechendes Einschieben, also ein Drehen der Kurvenscheibe p_2 in entgegengesetztem Sinn, d. h. links herum, und ein Abwärtsführen der Brücke erfolgt ist, so daß der Hahn e_1 entgegengesetzt wie vorher, d. h. links herum, zur Einschaltung des Neigegetriebes bewegt werden kann.

Beim Stande der Leiter auf ansteigendem oder abfallendem Boden wird die Schwerpunktlage der Leiter gegenüber dem Stand auf ebenem Boden verändert. Demzufolge muß das Aufrichten und Ausziehen der Leiter entsprechend der Standsicherheit des ganzen Fahrzeuges früher oder später abgestellt werden. Zu diesem Zweck erhält die Steuerung eine selbsttätig arbeitende Vorrichtung, die entsprechend der Stellung des Fahrzeuges auf schiefer Boden die Steuerung beeinflusst.

Dazu ist am Getriebeblock unabhängig von der Führungstange ein Lot v eingebaut, daß in der Richtung der Aufrichtebene der Leiter schwingbar ist. Durch einen Lötnehmerbolzen w ist es mit einer Keilplatte x gelenkig und in senkrechter Richtung frei beweglich verbunden. Beim Stande des Fahrzeuges auf schiefer Boden wird durch das Lot die Keilplatte x verschoben, wodurch die Getriebe entsprechend der Standfestigkeit des Fahrzeuges früher oder später zu den Leiterbewegungen abgestellt werden.

Die Metz'sche Kippsicherung beruht grundsätzlich darauf, daß die durch die Schwerpunktverlegung der Leiter bei ihrem Ausziehen oder Aufrichten, bei ihrer Überbelastung oder bei ihrem Drehen auf geneigtem Gelände oder auch durch die beim Auftreffen der Leiterpitze auf Widerstände in die Leiter hineinkommenden Kraftmomente oder Längskräfte auf verschiebbliche Teile des Geräts einwirken und daß durch die Verschiebung dieser Teile bei Erreichen einer bestimmten Größe des Kraftmoments oder der Kraft der Antrieb der Leiterbewegungen abgestellt wird. Die Kippsicherung wird also nicht nur in Abhängigkeit gesetzt zu dem Verhältnis von Aufrichtwinkel und Auszugslänge, sondern sie wird unmittelbar betätigt durch die wirkliche Belastung der Leiter, und ein Dynamometer mit Skala und Zeiger läßt in jedem Augenblick den Grad der Belastung ablesen. Diese Aufgabe ist von Metz durch eine Reihe von Konstruktionen gelöst, von denen eine hier besprochen werden mag.

Nach Abb. 30 und 31 ist die Leiter bei a kippbar auf dem Aufrichterahmen gelagert. Die Winkel b, c, d sind mit dem Leiterfuß verbunden, der Winkel e mit dem Aufrichterahmen. Beim Auftreten des höchsten zulässigen Kraftmoments, und zwar während des Ausziehens, des Neigens, des Drehens nach der abschüssigen Seite des Geländes hin, ferner infolge Anstoßens der Leiter von unten her und infolge Überbelastung der Leiter kippt diese um die Kante a , der Leiterfuß hebt sich vom Aufrichterahmen ab, der durch eine Aussparung des Aufrichterahmens und der Winkel c, d, e gesteckte Hebel g wird um die Kante f verschwenkt; sein Ausschlag wird durch den federbelasteten Doppelhebel h stärker übersetzt und durch die Kurbel z , die Welle k , die Kurbel l , die in Verbindung mit der verschiebblichen Muffe m , die Kurbel n und die Welle o über die Neigungsachse auf die Abstellvorrichtung des Bewegungsgetriebes übertragen.

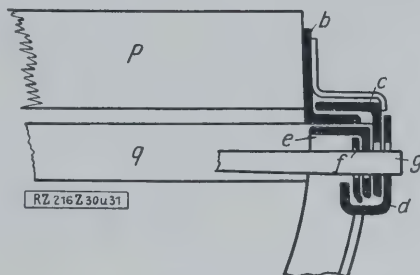
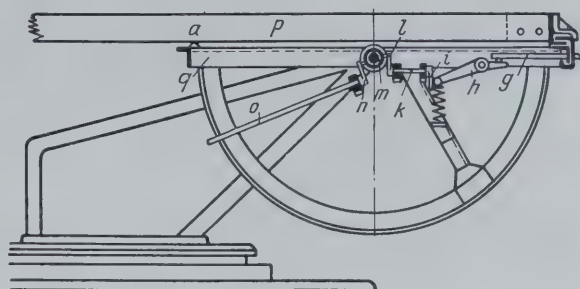


Abb. 30 und 31
Kippsicherung Metz

- | | | | |
|---|---|---|-----------------------|
| a | Kippkante der Leiter p | i | Kurbel |
| b | Winkel, mit dem Leiterfuß | k | Welle |
| c | verbunden | l | Kurbel |
| d | verbunden | m | verschiebbliche Muffe |
| e | Winkel, mit dem Aufrichterahmen verbunden | n | Kurbel |
| f | Kippkante des Hebels g | o | Welle |
| g | Hebel | p | Leiter |
| h | Doppelhebel | q | Aufrichterahmen |

Daß auch bei der Metz'schen Leiter die Bewegungsgetriebe durch Öldruck gekuppelt werden, war schon oben gesagt. Derselbe Öldruck dient aber auch dazu, die Sperrvorrichtungen für die Schalthähne bei der Kippsicherung zu steuern. Diese Sperrvorrichtung ist in Abb. 32 und 33 veranschaulicht.

Jedem der drei Schalthähne, die mit den Getriebe-
kupplungen für das Aufrichten, Ausziehen und Drehen in Verbindung stehen, ist ein Zylinder vorgeschaltet. In der Zylinderwandung, Abb. 33, befinden sich zwei Kanäle. An den einen schließt sich die von dem Umstellhahn kommende Zweigdruckleitung an, der andere ist mit dem Ölsammelbehälter verbunden. An der Kolbenstange sitzt ein Rahmen, dessen Schlitz um den Schalthahn greift und dessen Längsbalken seitliche Nocken tragen. Legen diese Nocken des vorgeschobenen Kolbens sich gegen die Bolzen, die an den Enden der von den Schalthähnen getragenen Doppelhebel angeordnet sind, so ist der Schalt-

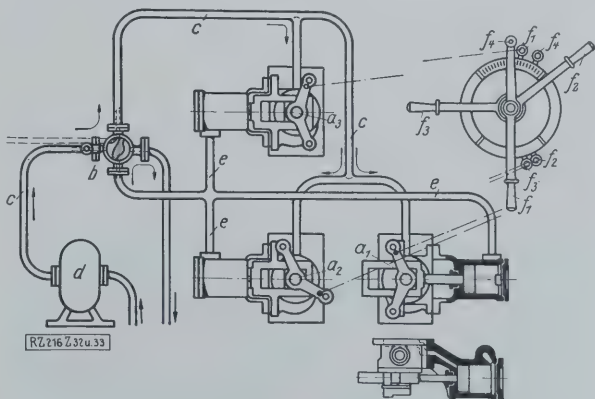


Abb. 32 und 33

Öldruck-Schaltgetriebe für die Kippsicherung Metz

- | | | | |
|----------------|---------------------------------------|----------------|--|
| a ₁ | Schalthahn zum Aufrichten | e | Zweigdruckleitung zu den Sperrvorrichtungen |
| a ₂ | " " Ausziehen | f ₁ | Handhebel zum Drehen |
| a ₃ | " " Drehen | f ₂ | " " Ausziehen |
| a ₄ | Hauptumschalthahn | f ₃ | " " Aufrichten |
| b | Hauptdruckleitung zu den Schalthähnen | f ₄ | " " für den maschinellen Antrieb der Seiteneinstellung |
| d | Ölpumpe | | |

hahn gesperrt, wie das in der Abbildung bei dem Schalthahn a_1 dargestellt ist. Der Schalthahn a_2 ist geöffnet dargestellt, der Schalthahn a_3 geschlossen. Die Doppelhebel und damit die Schalthähne sind durch Gestänge mit den Handhebeln am Steuerbock verbunden, der Hauptumstellhahn wird durch das punktiert angedeutete, mit der Kippsicherung verbundene Gestänge betätigt.

Wird die Ölpumpe durch die Motorwelle angelassen, so steht der Umstellhahn in seiner normalen Stellung, die der Stellung der Leiter innerhalb ihrer Kippgrenze entspricht. Die Druckflüssigkeit kann also aus dem Sammelbehälter durch die Saugleitung und die Druckleitung und weiter durch die Schalthähne zu den Kupplungen der Bewegungsgetriebe übergeleitet werden. Werden die Schalthähne durch die Hebel des Handsteuerbocks geöffnet (vergl. die Hebelstellung des Hahnes a_2), so wirkt das Druckmittel auf die Kupplungen der Bewegungsgetriebe einzeln oder gleichzeitig so lange ein, bis das zulässige Kippmoment erreicht ist. Ist dies der Fall, oder treten Widerstände durch Anstoßen mit der Leiterspitze auf, so stellt das Gestänge der Kippsicherung den Umstellhahn um, der Hauptleitungsstrang wird infolgedessen drucklos, und die Druckflüssigkeit entweicht in den Sammelbehälter; die Kupplungen für die Bewegungsgetriebe werden ausgerückt, und die Leiterbewegungen somit abgestellt. Gleichzeitig wird das Druckmittel auf die Zweigleitungen e und auf die Zylinder umgeleitet, so daß die Kolben soweit vorgeschoben werden, bis die Nocken der Kolbenstangenrahmen an den Bolzen der Doppelhebel anliegen, wodurch die Handhebel am Steuerbock in ihre Nullstellung zurückgedrückt und gesperrt werden.

Durch Umstellen des Haupthahnes mittels des von der Kippsicherung beeinflussten Gestänges wird also ein sofortiger Stillstand der Bewegungsgetriebe herbeigeführt.

Bei der Kieslichschen Kippsicherung sind wesentlich die beiden Kontrollschalter a_1 und a_2 , Abb. 16 (S. 948), die die Stromkreise des Aufricht- und des Auszugsvorgeleges gegeneinander überwachen. Der Schalter a_2 wird zwangsläufig vom Aufrichtgetriebe mittels des eingezeichneten Zahnbogens gesteuert, der auf der Aufrichtwelle d fest aufgekeilt ist. Der Schalter a_1 wird mit Hilfe eines Schneckengetriebes vom Auszugsvorgelege aus zwangsläufig angetrieben.

Die beiden Walzenschalter machen die der Leiter von den Motoren vermittelte Bewegung mit, so daß also jeder Ausziehlänge der Leiter eine bestimmte Stellung des Walzenschalters a_1 und jeder Neigung der Leiter eine bestimmte Stellung des Walzenschalters a_2 entspricht.

Ist bei der Auszugsbewegung eine der augenblicklichen Neigung entsprechende Länge des Auslegers erreicht, so unterbricht der mit dem Ausziehmotor verbundene Schalter a_1 den vom Walzenschalter a_2 überwachten Stromkreis des Ausziehmotors, und ebenso unterbricht der mit dem Aufrichtmotor gekuppelte Schalter a_2 den vom Schalter a_1 überwachten Stromkreis des Aufrichtmotors, wenn beim Neigen des Auslegers eine der Länge entsprechende Neigung erreicht ist.

Um das Ausschalten des Antriebs durch Unterbrechung des Stromschlusses zu bewirken, wenn einer der drei Bewegungen ein äußeres Hindernis entgegentritt, sind in die verschiedenen Stromkreise Spulen eingeschaltet, und zwar auch in den Stromkreis des zum Drehen der Leiter dienenden Motors. Setzt sich der Leiterbewegung ein Hindernis entgegen, so daß der Stromverbrauch des die betreffende Bewegung ausführenden Motors über eine zulässige Höchstgrenze steigt, so zieht die Spule einen Magnetkern an und unterbricht infolgedessen den Strom.

Die Grenze, bei der die Getriebe zum Zwecke der Kippsicherung selbsttätig abgestellt werden, ist natürlich nicht erst gleich der wirklichen Kippgrenze; sie liegt vielmehr weit unter dieser. Manöver werden nur mit der unbelasteten Leiter ausgeführt. Die Leiterbewegungen

können also auch nur bei unbelasteter Leiter selbsttätig abgestellt werden. Die in den Normen festgelegten Weite für den Auszug und die entsprechende Neigung liegen zwar noch etwas unter der Abstellgrenze. Die Leitern sind aber so konstruiert, daß, wenn die unbelastete Leiter bis zur Abstellgrenze aufgerichtet und aufgezogen und dann an der Spitze den Normen entsprechend belastet wird, an dem der Last abgewandten Rade noch ein anreichender positiver Raddruck vorhanden ist.

Schlußbetrachtung

Die Drehleitern mit Kraftantrieb sind unentbehrliche Geräte für die Feuerwehren geworden, obgleich man sie in Brandfällen verhältnismäßig selten benutzt; denn in den weitaus meisten Fällen wird der Brand über eine Treppe oder vom Nachbarhaus her angegriffen werden. Eine gewisse Einschränkung der Verwendung von Kraftwagenleitern ergibt sich auch daraus, daß man mit den Abmessungen der Leiter unter gewisse, hauptsächlich durch die erforderliche Auszuglänge bedingte Mindestmaße nicht heruntergehen kann. Diese Mindestmaße sind aber derart, daß in vielen alten Häusern mit engen und niedrigen Durchfahrten die Hinterhöfe nicht mit den Kraftantriebsleitern erreicht werden können. Bei solchen Häusern wird sich also ihre Anwendung verbieten. Andererseits werden neuzeitliche Häuser so angelegt, daß in Brandfälle wohl meist eine Treppe für den Angriff gegen das Feuer zur Verfügung bleiben wird und also Leitern ebenfalls selten zur Verwendung kommen werden. Die Kraftleitern sind aber im Anwendungsfalle durch kein anderes Gerät zu ersetzen, wenn man als ein solches nicht die Abprotzleiter ansehen will, und darum ist jede Brandwache mit Drehleitern ausgerüstet.

Wenn wir bedenken, daß in Deutschland allein nach dem letzten Taschenbuch für deutsche Feuerwehr-Ingenieure 80 Berufswehren mit 207 ständig besetzten Wachen bestehen und wohl keine Pferdebespannung bei Berufswehren mehr anzutreffen sein wird, daß zu jedem Lösezug eine mechanische Leiter gehört (Berlin hat allein etwa 30 Drehleitern mit Kraftantrieb, daß ferner viele von den etwa 20 000 freiwilligen Feuerwehren Deutschlands Kraftfahrzeuge beschaffen werden oder schon beschaffen haben, wenn wir schließlich bedenken, daß Deutschland nahezu den Bedarf der ganzen Welt an Drehleitern deckt (fast jedes größere Land baut Spritzen und sonstige Feuerwehrgeräte, aber im Bau von Drehleitern ist Deutschland allen andern Ländern weit voraus), so können wir ungefähr die Bedeutung dieses Konstruktionszweiges für die beteiligte deutsche Industrie und das Interesse dieser Industrie an der immer weiteren Vervollkommnung des Gerätes ermessen.

Eine Grenze der Entwicklungsmöglichkeit ist trotz der jetzt erreichten Vollkommenheit der Drehleitern noch nicht abzusehen.

Es gibt allerdings Fachleute aus der Feuerwehrpraxis, die von einer „Überkonstruktion“ der Leitern sprechen, und auch die Zahl derer ist immerhin beachtlich, die da sagen: die Leitern sind auch ohne die Intelligenz des Bedienenden fast völlig ausschaltenden selbsttätigen Einrichtungen durchaus zuverlässige Geräte. Unglücksfälle können mit solchen Geräten bei geschulter Bedienung nicht vorkommen, und von den etwa 32 000 RM betragenden Kosten können ohne Not einige tausend Mark durch Verzicht auf die selbsttätigen Einrichtungen, ja sogar auf den maschinellen Antrieb z. B. für die Drehgetriebe erspart und zur Beschaffung anderer Geräte nutzbar gemacht werden. Das ist bei der schweren Wirtschaftslage, unter der alle Gemeinden zur Zeit seufzen, ein wohl beachtlicher Einwand. Gewiß darf die maschinelle Einrichtung nicht auf Kosten der Übersichtlichkeit und Störungsfreiheit verwickelt gemacht werden; denn die Unübersichtlichkeit ergibt stets wieder Störungsquellen. Die Entwicklung wird vermutlich in der Richtung einer Vereinfachung der Konstruktion bei größter Betriebssicherheit und Übersichtlichkeit vor sich gehen. [B 216]

ie Veränderung im Kleingefüge verschiedener Baustähle durch Wechselbeanspruchung

Von Dr. W. Herold, Wien

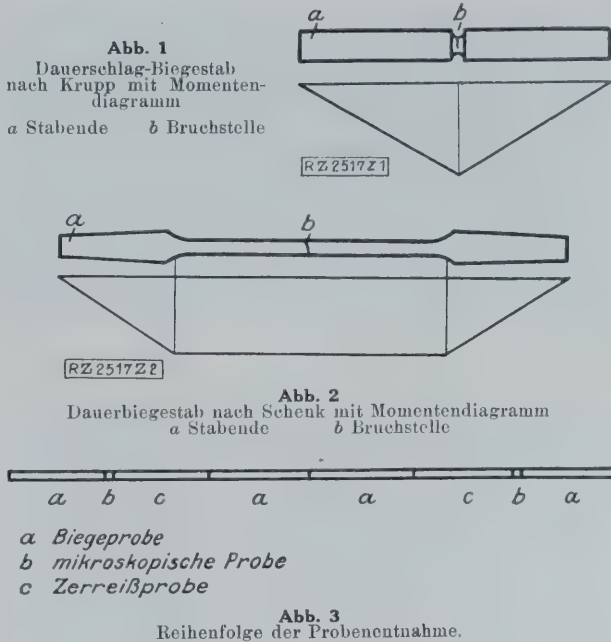
O. Föppl¹⁾ fand bei seiner Untersuchung der ämpfungsfähigkeit eines Baustahles bei Wechselbeanspru- ung, wenn die Belastung knapp über dem kritischen unkt, also im Gebiete der plastischen Hysteresie liegt, eine esentliche Änderung der dynamischen Eigenschaften des ahles. Er berichtete:

„Wenn ein Stab aus dem Werkstoff R.M.B. mit einer andverformung ε_0 , die größer ist als etwa 0,0026, häufig iederholte Wechselbeanspruchungen erfährt, dann ändert ch das Gefüge, so daß seine Dämpfungsfähigkeit δ auf eträge anwächst, die mehrfach so hoch sind wie die erte, die vorher erhalten wurden. Man sieht, daß die eränderung eine Vergrößerung der Dämpfung bei geringen ermormungsgraden auf das 2- bis 3fache des ursprünglich estgestellten Wertes zur Folge hat. Da die gewaltige Stei- erung der Dämpfung auch bei dem vorausgenannten Wert $\varepsilon_0 = 0,0025$ beobachtet werden konnte, der doch nur wenig efer liegt als $\varepsilon_0 = 0,0026$, müssen wir annehmen, daß sich ie Veränderung in den Dämpfungseigenschaften nicht nur uf die Randgebiete beschränkt, bei denen der kritische unkt $\varepsilon_0 = \text{rd. } 0,0026$ wirklich überschritten worden war, ondern daß sich die Veränderung, nachdem sie einmal ingeleitet war, nach dem Innern zu erstreckt hat. Zu ieser Annahme werden wir auch durch die Beobachtung edrängt, daß sich die Veränderung der Dämpfungseigen- chaften eines Stabes stets gleichmäßig über die ganze tablänge erstreckt. Das Gefüge des Stabes ist also in inem labilen Zustande, der sich ändert, sobald von einer telle aus ein genügend kräftiger Anstoß dazu gegeben ist.“

Diese von Föppl aus den Änderungen der Dämpfungse- igenschaften vermuteten Gefügeveränderungen werden von ir seit rd. einem Jahre mikroskopisch verfolgt; die Unter- suchung hat sehr bemerkenswerte Veränderungen des Klein- gefüges ergeben. Die Versuche sind noch nicht abgeschlos- en, und es ist bis heute noch nicht möglich, die Natur der efügeveränderungen einwandfrei festzustellen.

Für die Untersuchung wurden Proben von Kruppschen Derschlagstäben, von Dauerbiegestäben der Schenkschen Ermüdungsmaschine und von Maschinenbestandteilen ent- nommen, die im Betrieb infolge Ermüdung gebrochen sind. Untersucht wurden vergütete und geglühte Chrom-Nickel- und Nickel-Stähle, sowie ein gehärteter Chromnickel-Zahn- radstahl.

Zur Durchführung einer Versuchsreihe sind immer mehrere Probestäbe notwendig; die Schenksche Ermü- dungsmaschine braucht z. B. zwei Zerreiß- und vier Dauerbiegestäbe. Bei der Herstellung der Probestäbe legte nan besondere Sorgfalt darauf, daß die Vergütung aller zu einer Reihe gehörigen Probestäbe vollständig gleichmäßig war. Die Probestäbe wurden aus dem wärme- behandelten Werkstoff herausgearbeitet, um Oberflächen- fehler durch die Wärmebehandlung, wie z. B. Entkohlen, zu vermeiden. Die zu einer Reihe gehörigen Probestangen wurden zunächst gleich lang gemacht und dann in einem Ofen gleichzeitig warmbehandelt. Die Festigkeit wurde lurch den Kugeldruckversuch an mindestens drei Stellen nachgeprüft. Für die Kruppschen Derschlagstäbe verwendet man einen Werkstoff von 15 mm Dmr., für die Schenkschen Dauerbiegestäbe einen solchen von 22 mm Dmr. Bei diesen Abmessungen härten die angewandten Stähle noch voll- ständig gleichmäßig durch, so daß nach dem Härten oder Anlassen kein Gefügeunterschied zwischen Rand und Mitte der Probe vorhanden ist. Mikroskopische Untersuchungen,



die an den Stäben nach der Wärmebehandlung vorgenom- men wurden, ergaben zwischen Rand und Mitte keinen Unterschied im Gefüge.

Da untersucht werden sollte, ob bei der Dauerbeanspru- chung knapp über der Dauerfestigkeit eine Veränderung des Gefüges eintritt, mußte das ursprüngliche Gefüge des Werk- stoffes mit dem nach der Beanspruchung verglichen werden; es wurden daher die Proben an den Stellen der ge- ringsten und der stärksten Beanspruchung entnommen. Wie aus den Momentdiagrammen der Kruppschen Dauerschlag- stäbe, Abb. 1, und der Schenkschen Dauerbiegestäbe, Abb. 2, hervorgeht, ist bei den Kruppstäben die stärkste Beanspru- chung in der Mitte und nimmt gleichmäßig gegen die Enden zu ab. Infolge der Kerbwirkung wird die Beanspruchung an der Bruchstelle noch bedeutend vergrößert. Beim Dauer- biegestab, Abb. 2, ist die Beanspruchung im gesamten zylin- drischen Stabteil die gleiche. Daher wurden die Proben vom Stabende, bei a, und von der Bruchstelle, bei b, ent- nommen. Da aber auch im Stabende eine geringe, wenn auch sehr kleine Beanspruchung vorhanden ist, wurde bei der Untersuchung die Stabmitte (neutrale Faser) von a mit der am stärksten beanspruchten Randfaser der Bruch- stelle (b) verglichen. Diese Auswahl konnte getroffen werden, da Gefügeunterschiede zwischen Rand und Mitte der unbeanspruchten Proben nicht vorhanden waren. Gleich- zeitig wurde auch der Unterschied zwischen der neutralen Faser und der Randfaser an der Bruchstelle untersucht.

Im weiteren Verlauf der Untersuchung wurde dann die Probenahme nach folgendem Plan vorgenommen: Von der Rohstange wurden zunächst die Zerreiß- und die Ermü- dungsprobe in der Reihenfolge nach Abb. 3 abgetrennt, wobei die mikroskopischen Proben noch an den Zerreißproben bel- lassen und erst nach der Vergütung von diesen abgetrennt wurden.

Da bei der Dauerbiegung die Beanspruchung nicht auf dem ganzen Stabquerschnitt dieselbe ist, sondern von der Mitte gegen den Rand gleichmäßig zunimmt, wurden die Schliffe durch die Stabachse hergestellt, um die Stellen ver-

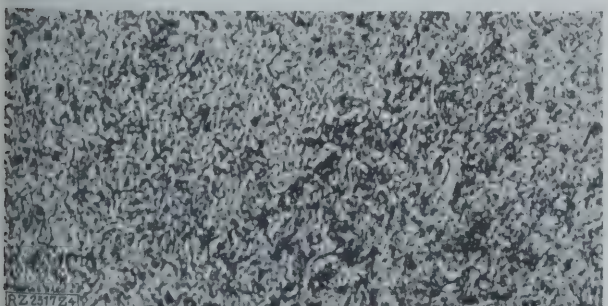


Abb. 4
Vergüteter Manganstahl, unbeansprucht
Vergr. 640 fach

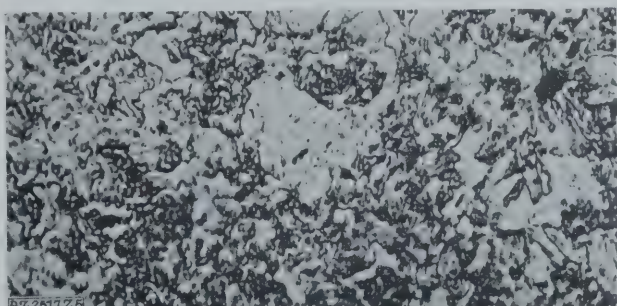


Abb. 5
Derselbe Stahl wie in Abb. 4, aber beansprucht
Vergr. 640 fach

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1291.

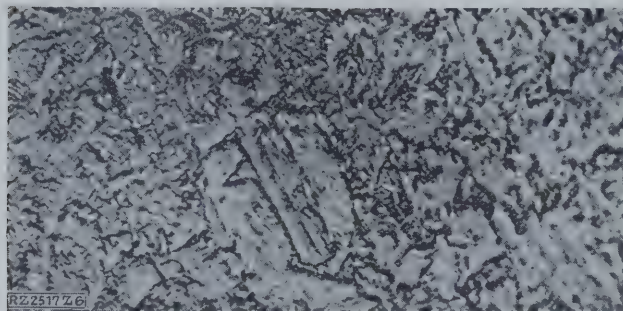


Abb. 6
Stahl wie in Abb. 5, Kristallverformung
Vergr. 1400 fach

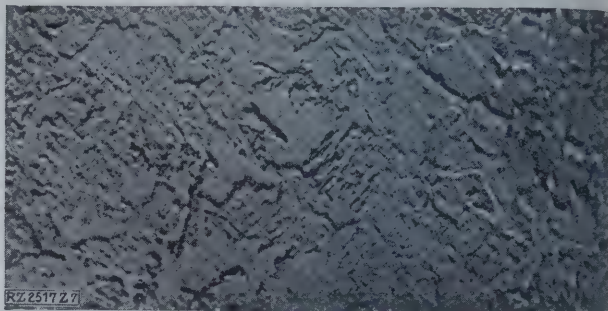


Abb. 7
Stahl wie in Abb. 5, Kristallverformung
Vergr. 1400 fach

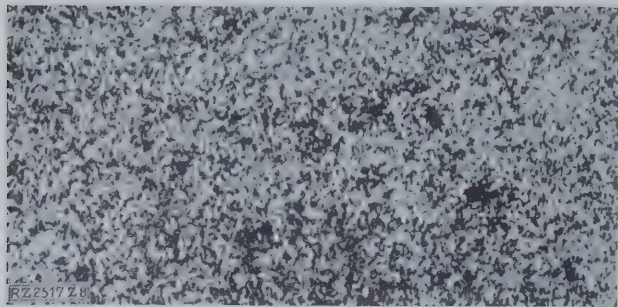


Abb. 8
Cr-Ni-Stahl, vergütet auf 78 kg/mm², unbeanspruch
Vergr. 640 fach

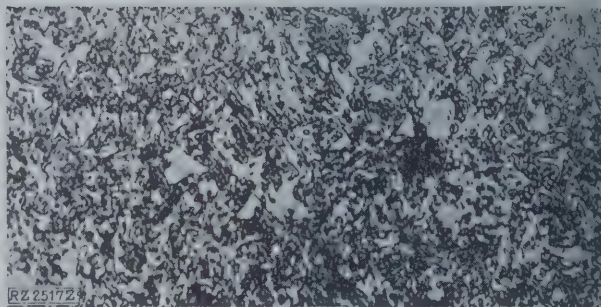


Abb. 9
Derselbe Stahl wie Abb. 8, aber beansprucht
Vergr. 640 fach



Abb. 10
Wie Abb. 8 — Vergr. 1680 fach



Abb. 11
Wie Abb. 9 — Vergr. 1680 fach

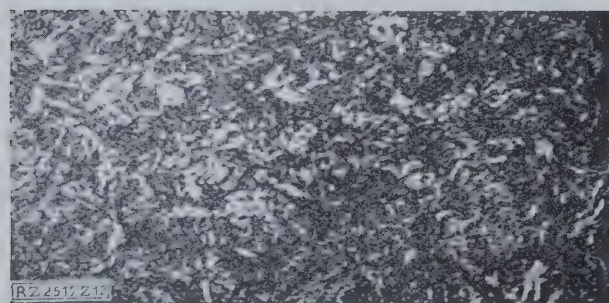


Abb. 12
Cr-Ni-Stahl, vergütet auf 150 kg/mm², unbeanspruch
Vergr. 590 fach

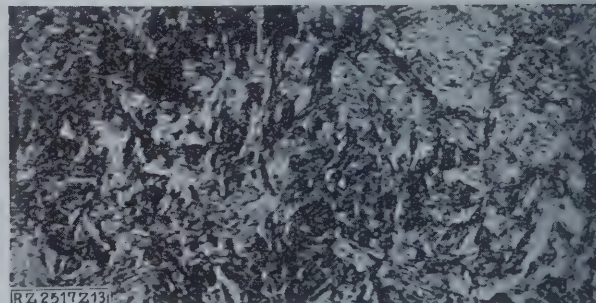
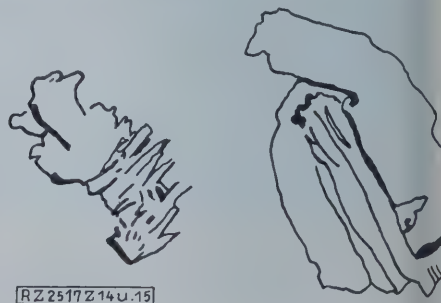


Abb. 13
Derselbe Stahl wie in Abb. 12, aber beansprucht
Vergr. 590 fach

schiedener Beanspruchung miteinander vergleichen zu können. Die Schiffe wurden vollständig gleichmäßig hergestellt und je zwei zusammengehörige von *a* und *b* entnommene Proben gleichzeitig und gleich lange geätzt, um Unterschiede, die durch verschieden langes Ätzen auftreten können, zu vermeiden. Als Ätzmittel hat sich am besten eine Lösung von 1 vH konzentrierter Salpetersäure in Amylalkohol bewährt. Durch mehrmaliges Ätzen und schwaches Nachpolieren konnte die Struktur viel deutlicher entwickelt werden.

Abb. 4 und 5 zeigen das Gefüge eines Manganstahles mit 0,42 vH C und 1,2 vH Mn, der nach dem Vergüten 75 kg/mm² Festigkeit hatte. Zwischen dem rein sor-

Abb. 14 und 15
Kristall-
abschiebung längs
Gleitflächen



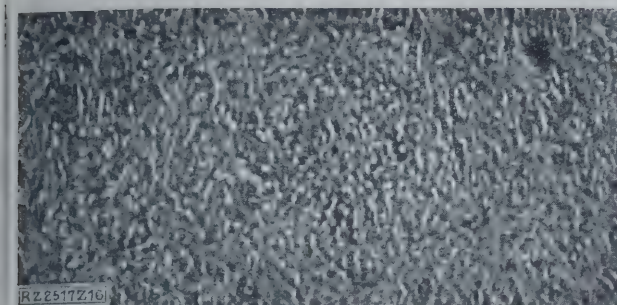


Abb. 16
Welle aus Cr-Ni-Stahl auf 95 kg/mm² vergütet, neutrale Zone
Vergr. 800 fach

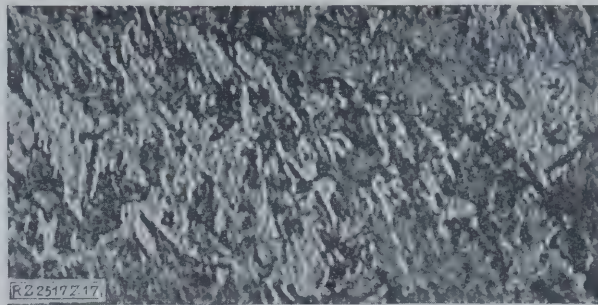


Abb. 17
Wie Abb. 16, aber Randzone. Vergr. 800 fach

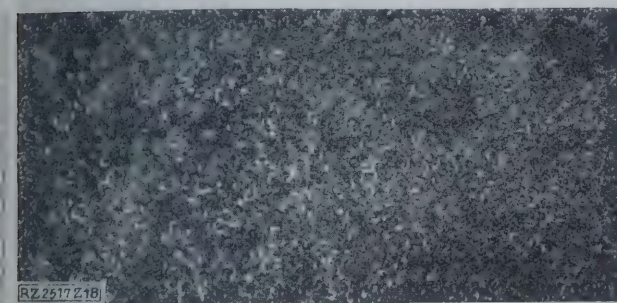


Abb. 18
Welle aus vergütetem Cr-Ni-Stahl, neutrale Zone
Vergr. 800 fach

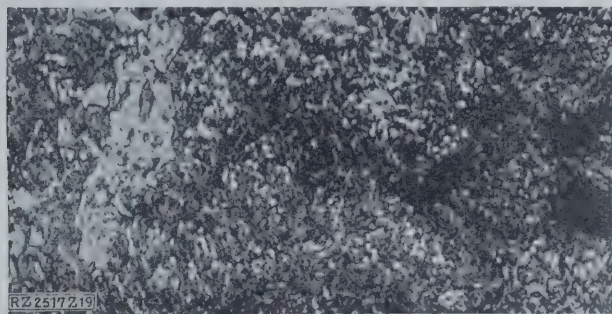


Abb. 19
Wie Abb. 18. Auslauf des Ermüdungsrissses, Gefügevergrößerung
Vergr. 640 fach

bitischen Gefüge der Probe nach dem Versuch, Abb. 4, bei a, Abb. 1, und der in unmittelbarer Nähe der Bruchstelle entnommenen Probe, Abb. 5, bei b, Abb. 1, ist ein ganz bedeutender Unterschied vorhanden. Während Abb. 4 ein vollkommen gleichmäßiges Gefüge ohne Korngrenzen zeigt, sind die Korngrenzen, Abb. 5, sehr deutlich sichtbar, und außerdem hebt sich deutlich ein weißer Gefügebestandteil hervor, der wie Ferrit erscheint. Abb. 6 und 7 geben das Gefüge desselben Werkstoffes bei stärkerer Vergrößerung wieder. Diese Proben wurden ebenfalls der Bruchstelle von zwei Kruppschen Dauerschlagstäben entnommen. In Abb. 6 und 7 sind die Kristallverformungen, die eine Folge der Dauerbeanspruchung sind, besonders sichtbar. Auffallend ist auch hier die Kennzeichnung der Korngrenzen durch die Wechselbeanspruchung.

Abb. 8 bis 11 geben das Gefüge eines vergüteten Cr-Ni-Stahles von 78 kg/mm² Festigkeit wieder. Die Proben wurden einem Dauerbiegestab, Abb. 2, entnommen, Abb. 8 und 10 bei a, Abb. 2, Abb. 9 und 11 bei b, Abb. 2. Durch die Wechselbeanspruchung tritt eine Kornvergrößerung ein. Die Korngrenzen kommen auch hier bei den beanspruchten Proben deutlich zum Ausdruck.

Während die Proben, Abb. 4 bis 11, verhältnismäßig niedrig vergütet waren, zeigt Abb. 12 bei a, Abb. 2, und Abb. 13 bei b, Abb. 2, das Gefüge eines vergüteten Chrom-Nickel-Stahles von 150 kg/mm² vor und nach der Beanspruchung. Auch hier ist der gleiche Unterschied im Gefüge, wenn auch nicht so stark ausgeprägt, zu sehen.

Bei Abb. 4 bis 13 fallen die unregelmäßigen zackigen Begrenzungsflächen der groben Gefügebestandteile auf. Infolge der durch die Wechselbeanspruchung verursachten Dauerverformung findet schließlich ein Abgleiten der Kristalle längs der Gleitflächen, somit eine starke Kristallver-

zerrung statt, wie schon früher Ludwig und Scheu beobachtet haben²⁾. In Abb. 14 und 15 sind zwei kennzeichnende Stellen aus Abb. 6 und 7 wiedergegeben, die das Abgleiten entlang den Gleitflächen und die fortschreitende Kristallverformung zeigen.

Aus den Beispielen geht hervor, daß mit der Wechselbeanspruchung auch eine starke Veränderung des Gefüges verbunden ist. Die an den künstlich hergestellten Ermüdungsbrüchen gemachten Beobachtungen konnten auch an Dauerbrüchen, die bei Maschinenbestandteilen im Betrieb aufgetreten sind, bestätigt werden. Ein auf Schwingung beanspruchter Maschinenbestandteil aus vergütetem Chrom-Nickel-Stahl mit 95 kg/mm² Festigkeit zeigt in der neutralen Zone, Abb. 16, das Gefüge eines gut vergüteten Baustahles, während die Randzone, die einen Ermüdungsanriß hatte, sehr stark vergrößert ist. Abb. 17. Abb. 16 und 17 zeigen dieselben Unterschiede, wie künstlich hergestellte Brüche.

Eine aus demselben Werkstoff hergestellte fliegend eingespannte Welle, bei der sich infolge Wechselbeanspruchung nach rd. zweijähriger Betriebsdauer ein Ermüdungsriß ausgebildet hatte, zeigt in der neutralen Zone ein feines gleichmäßiges Gefüge, Abb. 18, während in unmittelbarer Nähe des Anrisses, Abb. 19, das sehr vergrößerte Gefüge der Randzone wiedergegeben ist.

In Abb. 19 ist auch der Auslauf des Ermüdungsrissses zu sehen, das Gefüge ist stark vergrößert, und man sieht die Werkstoffzerstörung unter den großen Kristallen, die dem Ermüdungseinriß vorausgehen.

Bei einem Nuten-Zahnrad, das aus gehärtetem Chrom-Nickel-Stahl mit 125 kg/mm² Festigkeit hergestellt war, traten nach mehrjähriger Betriebsdauer an den vier Nuten bei Abb. 20 infolge Torsionsschwingungen Ermüdungseinrisse auf. Durch die mikroskopische Untersuchung konnte eine besonders starke Gefügeveränderung an den Bruchstellen festgestellt werden. Die weniger beanspruchten Stellen, bei a, Abb. 20, wo keine Kerbwirkung vorhanden ist, haben das normale Gefüge eines gehärteten Zahnradstahles, Abb. 21, während bei b, Abb. 20, wo sich infolge der Kerbwirkung der Nuten ein Anriß durch die Dauerbeanspruchung herausbildete, das Gefüge durch Ermüdung des Werkstoffes sehr stark verändert ist, Abb. 22. Fehler in der Wärmebehandlung oder Werkstofffehler können nicht die Ursache dafür sein, da der Einriß gleichmäßig an allen vier Nuten erfolgt ist und der Werkstoff zwischen den Nuten vollständig normale Struktur zeigt.

Aus den Beispielen ist zu ersehen, daß durch die Dauerbeanspruchung eine bedeutende Veränderung im Kleingefüge der vergüteten Stähle verursacht wird.

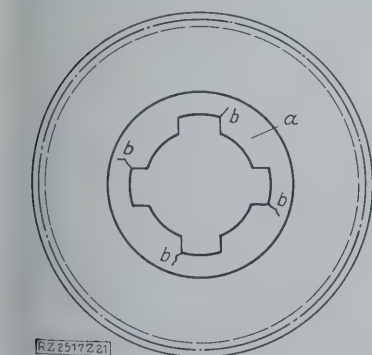


Abb. 20
Ermüdungsrisse in einem Zahnrad aus gehärtetem Cr-Ni-Stahl durch Torsionsschwingungen infolge Kerbwirkung der Nuten

²⁾ Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 122; Z. f. Metallk. Bd. 15 (1923) S. 68.

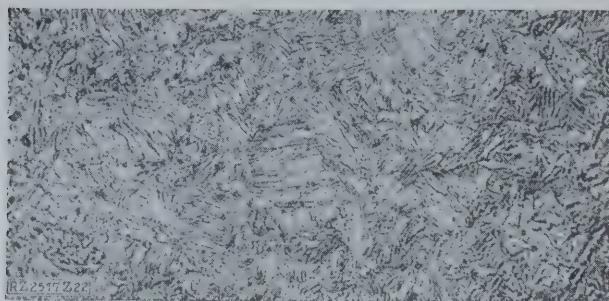


Abb. 21
Gefüge des Zahnrades, Abb. 20 bei a. Vergr. 480 fach

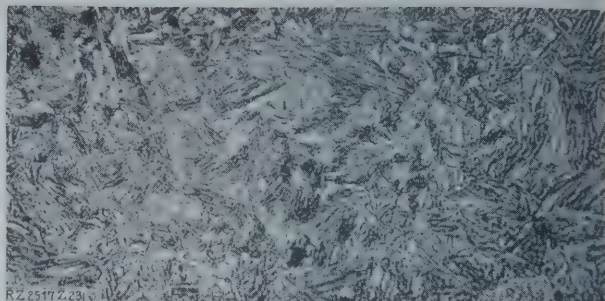


Abb. 22
Gefüge des Zahnrades, Abb. 20 bei b. Vergr. 480 fach

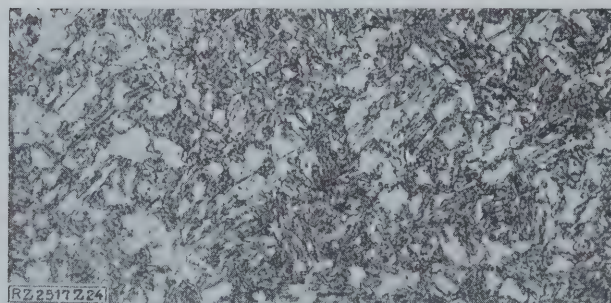


Abb. 23
Cr-Ni-Stahl mit 3vH Ni auf 75 kg/mm² vergütet, unbeansprucht
Vergr. 400 fach



Abb. 24
Derselbe Stahl wie in Abb. 23, aber beansprucht
Vergr. 400 fach

Bei den weich vergüteten Stählen treten die Korngrenzen viel deutlicher hervor, das Gefüge wird gröber, und es tritt eine deutliche Sonderung in zwei Phasen ein; der Anteil an Ferrit scheint vergrößert zu werden. Bei gehärtetem Werkstoff mit martensitischer Struktur tritt nach der Dauerbeanspruchung ein dunkler Gefügebestandteil, ähnlich dem Trostit auf, Abb. 21 und 22; durch die Dauerbeanspruchung scheint eine ähnliche Veränderung des Gefüges wie beim Anlassen einzutreten.

Eine solche Änderung des Gefüges müßte aber mit einer Änderung der Härte verbunden sein. Kugeldruckversuche mit einer 2 mm-Kugel bei 100 kg Belastung ergaben jedoch nur geringe Unterschiede in der Brinellhärte, die innerhalb der Versuchsfehler liegen. Allerdings kann die Brinellhärte in diesem Falle nicht maßgebend sein, da durch die wiederholten Dauerverformungen infolge der Wechselbeanspruchung gleichzeitig eine Art Kalthärtung, also eine Härtesteigerung auftritt.

Möglich wäre auch, daß durch die infolge der Dämpfung entwickelte Wärme ein Anlassen der Stähle stattfindet. Nach den Lehrschen Versuchen³⁾ beträgt die Temperatursteigerung bei der Dauerfestigkeit rd. 50 bis 70 °C, wobei nicht gekühlt wird. Nun wurde aber bei den Dauerversuchen der Probestab immer kräftig gekühlt, und zwar wurde als Kühlmittel wasserlösliches Bohrlöl benutzt, so daß die tatsächliche Temperatur des Probestabes beim Dauerversuch weit unter 50 ° annähernd bei Zimmertemperatur liegen muß. Außerdem tritt die stärkste Gefügeveränderung an den am meisten gezeigten Fasern in unmittelbarer Nähe der Oberfläche des Probestabes auf, also gerade dort, wo die Kühlung am kräftigsten ist. Örtliche Überhitzungen an der Bruchstelle kommen nicht in Betracht, da sich die Gefügeveränderungen im ganzen zylindrischen Teil des Dauerbiegestabes, also auch mehrere Zentimeter von der

Bruchstelle entfernt, nachweisen lassen, wo örtliche Überhitzungen der Bruchstelle nicht mehr wirksam sein können. Hanemann und Traeger⁴⁾ fanden für gehärteten Kohlenstoffstahl mit 0,97 vHC den niedrigsten Umwandlungspunkt bei 100 °C. Enlund, Maurer, Hanemann und Schulz, Heyn und Bauer, Driessen u. a. fanden die niedrigsten Umwandlungspunkte bei gehärteten Kohlenstoffstählen zwischen 95 und 150 °C, also bei Temperaturen, die weit höher sind, als sie bei den Dauerversuchen mit gekühlten Probestäben auftreten können.

Der von Hanemann und Traeger verwendete eutektische Kohlenstoffstahl zeigt martensitische Struktur mit Austenitresten. Durch 14stündiges Anlassen bei 100 °C wurde der Martensit in Trostit verwandelt, während der Austenit erhalten blieb. Die von mir untersuchten vergüteten Stähle wurden bei 500 bis 600 °C angelassen, es ist also kaum anzunehmen, daß bei 100 °C so weitgehende Gefügeveränderungen stattfinden können, wie sie durch die Dauerbeanspruchung festgestellt wurden. Zur Überprüfung wurde ein vergüteter Nickelstahl mit 3 vH Nickel und 75 kg/mm² Festigkeit untersucht. Das Gefüge des unbeanspruchten Werkstoffes zeigt Abb. 23 und das des beanspruchten Abb. 24. Auch hier ist die starke Kornvergrößerung und ausgesprochene Kennzeichnung der Korngrenzen zu sehen. Durch 20stündiges Anlassen in kochendem Wasser veränderte sich weder im beanspruchten, noch im unbeanspruchten Teile das Gefüge.

Da bei der Wechselbeanspruchung die Temperatur des Stahles bedeutend niedriger als 100 °C ist, kann die Veränderung des Kleingefüges nur auf die wiederholten kleinen Dauerverformungen, die eine Folge der Wechselbeanspruchung sind, zurückgeführt werden. Ob dabei eine rein mechanische Trennung der Phasen oder eine Verschiebung des metastabilen Gleichgewichtes stattfindet, konnte noch nicht mit Sicherheit festgestellt werden. [M 2517]

³⁾ Vergl. E. Lehr, „Die Abkürzungsverfahren zur Ermittlung der Schwingungsfestigkeit von Materialien“, Doktorarbeit, Technische Hochschule Stuttgart, 1925.

⁴⁾ „Stahl und Eisen“ Bd. 46 (1926) S. 1508.

R U N D S C H A U

Gießerei

17. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Gießereifachleute

Unter starker Beteiligung fand die Hauptversammlung des Vereins Deutscher Gießereifachleute am 6. bis 8. Mai in Berlin statt. Sie wurde durch eine Tagung des Technischen Hauptausschusses für Gießereiwesen eingeleitet und brachte mehrere Vorträge aus verschiedenen zur Zeit besonders wichtigen Fachgebieten.

Reichsbahnrat Dipl.-Ing. Reitmeister, Kirchseer, berichtete über

ein neues Formsandprüfverfahren¹⁾.

Nach einleitenden Ausführungen über die Wichtigkeit praktisch verwertbarer Formsanduntersuchungen für die Beurteilung geeigneter Formsandmischungen beschrieb er Prüfungsverfahren, mit dem man auf rein physikalischem Wege Bindefestigkeit, Stampffestigkeit und Gaschlässigkeit feststellen kann. Nach näherer Erklärung seiner Begriffe bezeichnete er die Prüfverfahren als am geeignetsten, weil es die Eigenschaften der fertigen Form am besten bewertet. Für die Gasdurchlässigkeit entwickelte eine Formel, die eine Berechnung ihrer im verdichteten Formsand vorhandenen Größe ermöglicht. Das Maß der Verdichtungsarbeit, das einer Form durch Stampfen, Wälzen, Pressen usw. zugeführt wird, läßt sich bei Verwendung gleicher Sandsorten dadurch leicht feststellen, daß man das spezifische Gewicht des gesamten Sandkörpers bestimmt, das bei maschinell und Hand verdichteten Sandkörpern möglichst übereinstimmen soll. Das vorliegende Prüfverfahren gestattet, das Prüfen des Sandes in jedem Verdichtungsstadium häufig wird dabei eine Arbeit von 800 Rüttelhüben mit 1 cm Hubböhe zur Verdichtung eines zylindrischen Probekörpers von 28,3 cm² Querschnitt und 800 bis 1750 g Gewicht zu Grunde gelegt. Sie entspricht ungefähr der Verdichtungsarbeit, die ein Handformer zum normalen Stampfen des gleichen Probekörpers leisten muß. Der Vortragende hat ein Prüfverfahren, dem ein solcher Körper unterworfen wird, ausgearbeitet. Danach wird die Gasdurchlässigkeit in der Weise bestimmt, daß die Sandprobe luftdicht mit einem Kessel in Verbindung gebracht wird, der Druckluft von 0,5 at enthält. Man läßt nun die Druckluft durch die verdichtete Sandsäule entweichen, um aus der Zeit, in der der Druck von 0,5 at abfällt, mit Hilfe der erwähnten Formel die Gaschlässigkeit zu berechnen. Dieselbe Probe dient dann zur Ermittlung der Sandfestigkeit mit Hilfe einer Scherung.

Reichsbahnrat Dr.-Ing. Kühnel, Berlin, behandelte die Abnutzung des Gußeisens und ihre Beziehung zum Aufbau und den mechanischen Eigenschaften.

Er berichtete über die Arbeiten eines vom Verein Deutscher Eisengießereien, Verein Deutscher Gießereifachleute und dem Lokomotiv-Verband mit der Deutschen Reichsbahn gebildeten Ausschusses, der die Abnutzungsbeständigkeit des Gußeisens durch Betriebs- und Laboratoriumsversuche prüft hat. Die Versuche erstreckten sich bisher auf Bremsklötze, b) Schieberbüchsen und Ringe und c) Rostbolzen.

Die Versuche unter a) und b) ergaben übereinstimmend, daß weiches ferritisches Gußeisen nicht verschleißempfindlich ist, auch härteres Gußeisen stark angreift. Die bedingenden Verhältnisse stellen sich ein, wenn die Teile der aufeinander laufenden Teile annähernd die gleiche und perlitische Gefüge vorhanden ist. Bei Schieberbüchsen und Schieberring muß aber die Büchse etwas härter als der Ring sein.

Aus den Versuchen unter c) ging hervor, daß die Durchschmelzbarkeit mancher Kohlenaschen, die Wanderung des Schwefels aus der Kohle in den Roststab und seine Gefügeveränderung infolge äußerer Wärmeeinwirkung zusammengekommen Zerstörungsgründe darstellen, durch die die Abnutzungsbeständigkeit des Roststabes wahrscheinlich in viel höherem Grade nachteilig beeinflusst wird als durch einen hohen Schwefel- oder Phosphorgehalt. Trotzdem ist aber im Hinblick auf die mechanische Beanspruchung des Roststabes und die Bruchgefahr nicht zu hoher Phosphorgehalt erwünscht.

Zivilingenieur Mehrrens, Berlin, erörterte die Bedeutung der Normenbewegung für die Gießerei.

Er berichtete über die Arbeiten des Reichtsausschusses für Lieferbedingungen mit dem Deutschen Normenausschuß und dem von den Gießereiverbänden eingesetzten Normenausschuß GINA, und gab einen Überblick über die in Frage kommenden Roh- und Hilfsstoffe in der Gießerei. Die Aufstellung von Liefornormen soll vorgenommen werden für Roheisen, Schmelzzusätze, Nichteisenmetalle, Legierungen, Abfallstoffe, Schrott, Almetalle, Schmelzkoks und sonstige Brennstoffe, feuerfeste Steine, Formsande, Kohlenstaub usw. Auch über die Vereinheitlichung der Betriebsmittel, Werkzeuge und Geräte in den Gießereien werden Fachnormen vorbereitet, sowie für den Modell- und Formmaschinenbau. Der Vortragende erläuterte die Vorteile, die durch diese Maßnahmen herbeigeführt werden und berichtete, daß das Normenblatt „Gußeisen“ als Vorstands Vorlage abgeschlossen sei, das Blatt „Temperguß“ im Entwurf vorliege und das Blatt „Stahlguß“ endgültig abgeschlossen sei. Zum Schluß wies er darauf hin, daß alle Kreise der Industrie und Wirtschaft die Pflicht hätten, durch eine gesunde Kritik mitzuhelfen, die noch vorhandenen Mängel in den Normenentwürfen zu beseitigen und die Einführung der Liefornormen zu beschleunigen, zur Förderung der deutschen Wirtschaft.

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. Mathesius, Berlin, sprach über

den Kuppelofen in Theorie und Praxis der letzten Jahrzehnte.

Nach einem Überblick über die erfolgreichen wissenschaftlichen Versuche mit dem Kuppelofenbetrieb der letzten 10 Jahre werden folgende Schlußfolgerungen gezogen:

Die Schmelzleistung steht in einem gesetzmäßigen Zusammenhang mit der Windmenge, die in 1 min durch 1 m² Ofenquerschnitt strömt.

Die günstigsten Schmelzverhältnisse werden mit gutem Koks bei etwa 8 vH Satzkoks erreicht. Es ergibt sich dabei eine Schmelzleistung von 10 t/h, bezogen auf 1 m² Schachtquerschnitt, wenn etwa 100 m³/min Wind, bezogen auf 1 m² Ofenquerschnitt, zugeführt werden. Vermehrung und Verminderung dieser Windmenge beeinflussen das Schmelzergebnis im ungünstigen Sinn und erniedrigen die Eisentemperaturen.

Wird die Satzkoksmenge vergrößert, so stellt sich eine erhebliche Verminderung der Stundenschmelzleistung in Verbindung mit einer Erniedrigung der Eisentemperatur ein. Vermindert man die Satzkoksmengen, so entsteht die Gefahr einer zu niedrig liegenden Schmelzzone, womit eine Steigerung des Abbrandes und das Erschmelzen eines gasreichen Eisens verbunden ist. Unter normalen Betriebsbedingungen kann mit dem Kuppelofen eine höchste Eisentemperatur von 1400 bis 1500° erzeugt werden.

Dr.-Ing. W. Claus, Berlin, machte Ausführungen über die Beziehungen zwischen Formart und Festigkeitseigenschaften bei Metallguß und über das Naßform-Gußverfahren.

Ausgehend von der kaum geklärten Frage der Eigenschaften gegossener Metalle in Abhängigkeit von der angewandten Formart wird auf die besondere Bedeutung ihrer Klärung für die Metallgießerei hingewiesen, bei der man bestrebt ist, vom Gießen in getrockneten Formen zum Naßguß überzugehen. An der Hand einer Untersuchungsreihe von Reinaluminium, einer Al-Cu-Zn-Legierung und einer Al-Cu-Legierung, die in Kokille, grüner und getrockneter Sandform vergossen worden war, werden die Zahlenwerte der Härte, Zerreißfestigkeit, Dehnung und Schlagarbeitsleistung erörtert und der Einfluß der Formart auf den Gefügebau behandelt.

Die Untersuchungen zeigen, daß der Naßguß im Durchschnitt um eine Kleinigkeit bessere Eigenschaften aufweist als Trockenguß. Bedeutend besser sind sie indessen bei Kokillenguß.

In mechanisch-technologischer Hinsicht bestehen demnach gegen die Einführung des Naßform-Gußverfahrens in den Metallgießereien keine Bedenken.

Dr.-Ing. Bardenheuer, Düsseldorf, besprach als letzter Vortragender

die Verbrennungsvorgänge im Kuppelofen und ihre Beeinflussung durch die Kohlenstaub-Zusatzfeuerung²⁾.

Nach einleitenden Erörterungen über die Verbrennungsvorgänge und die Schmelzleistung der Kuppelöfen wird auf die Möglichkeiten eingegangen, die die Kohlen-

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 543.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 233.

staub-Zusatzfeuerung³⁾ bietet, um die Nachteile des üblichen Kuppelofen-Schmelzbetriebes zu beseitigen und durch Beschleunigung des Schmelzvorganges die allgemeinen Wärmeverluste, die durch Strahlung und Leitung veranlaßt sind, herabzusetzen. Durch das Einblasen eines Teiles des dem Ofenschacht zugeführten Brennstoffes in Gestalt von Kohlenstaub etwas oberhalb der Winddüsen wird in der Schmelzzone eine örtlich sehr starke Wärmeentwicklung und damit auch Temperaturerhöhung erreicht, womit vermutlich gleichzeitig auch eine bessere Verbrennung des Kokes verbunden ist. Die Folge ist die Verkleinerung der Koksätze, demzufolge weniger Koks mit den aufsteigenden heißen Gasen in Berührung kommt, wodurch die Verluste durch Kohlenoxydrückbildung aus der Kohlensäure verringert werden.

Über die Wirkungsweise des Verfahrens und die mit ihm erreichten Wärmebilanzen ist in dieser Zeitschrift eingehend berichtet worden⁴⁾. Der Vortragende teilt mit, daß es nach Versuchen aus der allerletzten Zeit möglich ist, das neue Verfahren so zu leiten, daß sich im Kuppelofen ein hochwertiges Gußeisen⁵⁾ mit einer Biegefestigkeit von 46 bis 58 kg/mm² bei 10 bis 13 mm Durchbiegung und 28 bis 35 kg/mm² Zugfestigkeit im laufenden Betrieb mit Sicherheit erschmelzen läßt.

Hamburg

[N 506]
Lohse³⁾ Erfindung von Dr.-Ing. A. Kaiser, Oberhausen, Rhld.⁴⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 233.⁵⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 562.

Gaserzeugung

Lade-Stoßmaschine für kleinere Gaswerke

Seitdem man in der Gasfachwelt erkannt hat, welche große Vorteile die vollgeladene Retorte bringt¹⁾, gewann der wagerechte Retortenofen wieder mehr an Boden und ist heute in seiner verbesserten Konstruktion, dem wagerechten Kleinkammerofen, bei dem ebenfalls nur mit vollgeladenen Entgasungsräumen gearbeitet wird, dem besten neuzeitlichen Gaswerkofen gleichwertig. In neuerer Zeit baut man in England ganz große Gaswerke, für die in Deutschland bei der gegenwärtigen Einstellung nur Senkrecht- oder Schrägöfen in Frage kämen, mit Retorten großen Profils aus, die man vollständig füllt.

Auf einigen kleineren Werken hat man seit einiger Zeit eine Lade-Stoßmaschine, Abb. 1 und 2, die unter Anlehnung an die Schleudermaschine von C. Eitle konstruiert ist, in Betrieb genommen.

Man schreitet beim Bau dieser Maschine einen ganz neuen Weg; denn der Anbau der Stoßmaschine als geschlossene Einheit wäre zu teuer geworden. Deshalb verlängerte man das Schleudermundstück, das bisher vor dem Entgasungsraum endete, in der Weise, daß es gleichzeitig als Stößel benutzt werden kann. Man bildete den Stößel hohl aus und schleudert nun nach Entfernung des Kokes die Kohle durch den Stößel hindurch.

Nach Öffnen der Retorten oder Kleinkammerverschlüsse fährt man mit dem freitragend angeordneten Stoßrohr *a* in

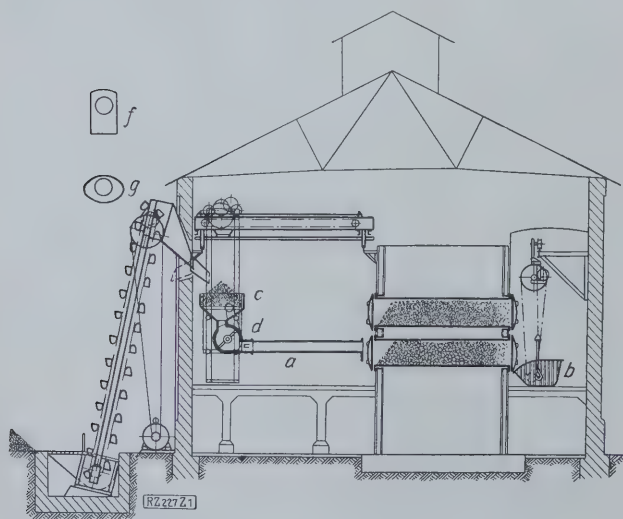
¹⁾ Z. Bd. 65 (1921) S. 75.

Abb. 1

Lade-Stoßmaschine für kleinere Gaswerke

a freitragendes Stoßrohr *b* Kokswagen *c* Trichter
d Stahlgußgehäuse des Schleudengerätes *f* Stößel für Retorten, Ansicht von vorn *g* Stößel für Kleinkammern, Ansicht von vorn

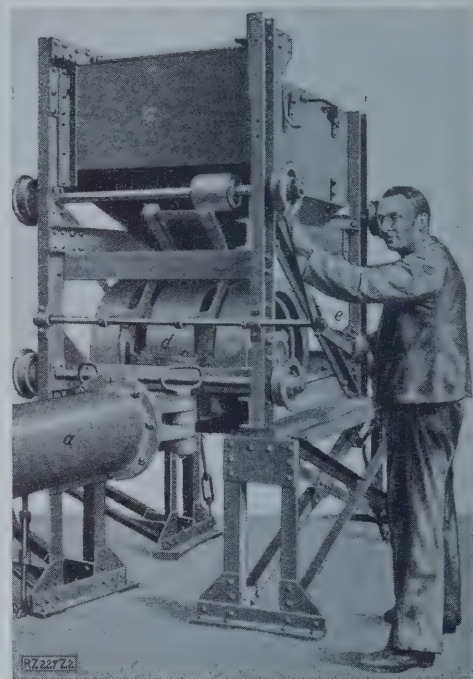


Abb. 2

Lade-Stoßmaschine auf dem Prüfstand
e Zuflußregler, s. a. Abb. 1

den Entgasungsraum und drückt den Koks durch die hintere Öffnung in den Kokswagen *b*. Während oder nach erfolgtem Rückgang des Stößels werden die Kohlen aus dem Trichter *c* in einem Stahlgußgehäuse *d* laufenden Stahlflügeln zugeführt, die den Kohlen die notwendige wagerechte Beschleunigung erteilen.

Die Flügel wirbeln ähnlich der Mischtrommel die Kohle durcheinander und werfen, da die erteilte Beschleunigung größer als der notwendigen Wurfarbeit entsprechend gewählt ist, die Kohleteilchen fest aufeinander; hierdurch gewinnt man, wie sonst mit der Stampfvorrichtung, einen guten Koks. Damit in der Ruhezeit der Durchgang durch das Ofenhaus freibleibt, ist das Stoßrohr schwenkbar befestigt.

Die aus dem Hängerahmen herausgehobene Maschine auf dem Prüfstand mit dem ausschwenkbaren Stoßrohr und dem zwischen zwei Schwungrädern eingebauten Schleudengerät *d* zeigt Abb. 2. Der Zufluß der Kohlen aus dem Trichter *c* wird mit einem zweiarmigen Hebel *e* geregelt.

Kleinere Werke können mit Hilfe der Lademaschine die Retorten voll beschicken und damit auf eine Garungszeit von 12 h und auf den Zweischichtenbetrieb übergehen, andererseits durch Dampfen der Retorten Ausbeuten und Leistungen erreichen, wie sie bisher nur in großen Werken üblich waren. Ein weiterer Vorteil für die kleinen Werke ist der, daß mit Einführung der Maschine nun auch in den kleinsten Werken der wagerechte Kleinkammerofen verwendet werden kann, mit Hilfe dessen es wiederum möglich ist, die Leistung weiter zu steigern. [M 227]

Stuttgart

Oberingenieur L. Stock

Werkstoffe

Abgekürztes Prüfverfahren zur Ermittlung der Dauerstandfestigkeit von Stahl bei erhöhten Temperaturen

Die bisher im Schrifttum bekanntgegebenen Arbeiten über die Festigkeitseigenschaften von Stahl bei erhöhten Temperaturen lassen sich trennen in solche, die ohne Berücksichtigung des Zeiteinflusses, und solche, die mit Berücksichtigung des Zeiteinflusses durchgeführt sind.

Die erste, ältere Versuchsgruppe ergibt übereinstimmend für Stahl im geglihten Zustand ein stetiges Anfallen der Elastizitäts- und Streckgrenze mit steigender Temperatur. Die Zugfestigkeit fällt mit zunehmender Versuchstemperatur zu einem Mindestwert zwischen 50 und 200 °, steigt zu einem Höchstwert zwischen 200 und 350 ° an und fällt weiter mit steigender Temperatur ständig ab. Den Höchstwerten der Festigkeit entsprechen Mindestwerte der Einschnürung bei nahezu gleichen Temperaturen und Mindestwerte der Dehnung bei gewöhnlich etwas niedrigeren Temperaturen.

Die mit Berücksichtigung des Zeiteinflusses durchgeführten Versuche ergaben, daß oberhalb einer gewissen Rekrystallisationstemperatur (etwa 300 °) mit gesteigerter Versuchzeit die Zugfestigkeitswerte abnehmen.

Nach den angewandten Versuchsverfahren lassen sich die Versuche in drei Hauptgruppen trennen:

- Versuche bei gleichbleibender Temperatur mit bestimmter Dehngeschwindigkeit,
- Versuche bei gleichbleibender Belastung mit veränderlicher Temperatur,
- Versuche bei gleichbleibender Temperatur und Belastung.

Die letzte, vornehmlich bei neueren Untersuchungen angewandte Versuchsart bezweckt, durch stufenweises Belasten und Entlasten für eine bestimmte Temperatur die Spannung zu ermitteln, bei der die anfänglich auftretende Dehnung nach einer gewissen Zeit noch zum Stillstand kommt. Bei Überschreitung der so ermittelten Grenzspannung setzt nach dem anfangs starken Dehnen ein langsames, anhaltendes Weiterdehnen bis zum Bruch des Probestabes ein. Die Ermittlung dieser kritischen Spannung erfordert sehr lange Versuchzeiten, so daß ihre Bestimmung als laufendes Werkstoff-Prüfverfahren nicht in Frage kommt.

Die von A. Pomp und A. Dahmen¹⁾ angestellten Untersuchungen bezweckten, ein Prüfverfahren zu ermitteln, das mit genügender Genauigkeit und in nicht allzu langer Zeit die Eigenschaften des Werkstoffes bei erhöhter Temperatur und lang anhaltender Belastung bestimmt.

Stähle mit steigendem Kohlenstoffgehalt von 0,046 bis 0,18 vH C sowie ein nickellegierter Stahl mit 0,09 vH C und 18 vH Ni wurden bei Temperaturen von 300 bis 500 ° untersucht.

Den Dehnvorgang verfolgte man in der Weise, daß der Versuchstab in die Prüfmaschine eingespannt, auf die gewünschte Temperatur gebracht und über längere Zeiträume (durch eine gleichbleibende Belastung ausgesetzt wurde. Nach gewissen, zunächst beliebig gewählten Zeitabschnitten wurde der Versuch am gleichen Stab mit stufenweise gesteigerter Belastung wiederholt. Gleichzeitig wurden ständige Dehnungsmessungen vorgenommen. Aus den berechneten mittleren Dehngeschwindigkeiten, bezogen auf 1 h, und den aufgezeichneten Dehnungs-Zeit-Schaulinien war zu entnehmen, daß die Dehngeschwindigkeit stark von der Beobachtungszeit abhängig ist, und daß die Dehnung mit der Zeit bei bestimmten Temperaturen und Belastungen abnimmt. Als Ursache dieser Erscheinung wird die bei der Dehnung im Werkstoff auftretende Verfestigung angenommen. Es müßte also bei allen unterhalb der Rekrystallisationstemperatur liegenden Prüftemperaturen ein Abklingen der Dehnung mit der Zeit auftreten. Bei sehr hohen Belastungen wird jedoch die infolge der Verfestigung auftretende Festigkeitsteigerung durch die bei der Querschnittsverminderung eintretende Spannungserhöhung übertroffen, so daß der Werkstoff dehnt sich fortgesetzt bis zum Bruch. Bei steigender Versuchstemperatur oder steigendem Reckgrad bei gleichbleibender Temperatur nimmt die Rekrystallisationsgeschwindigkeit rasch zu, so daß schon bei sehr niedrigen Belastungen, infolge der eintretenden Entfestigung, mit einem dauernden Dehnen des Werkstoffes zu rechnen ist.

¹⁾ Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. 9 (1927) Lfg. 3 S. 30.

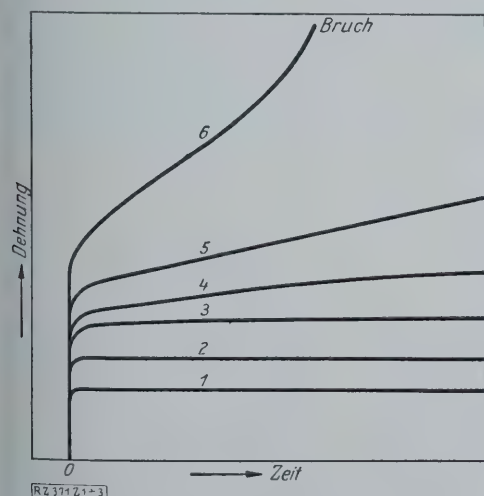


Abb. 3
Dehnungs-Zeit-Schaulinien für verschiedene Belastungsstufen (schematisch)

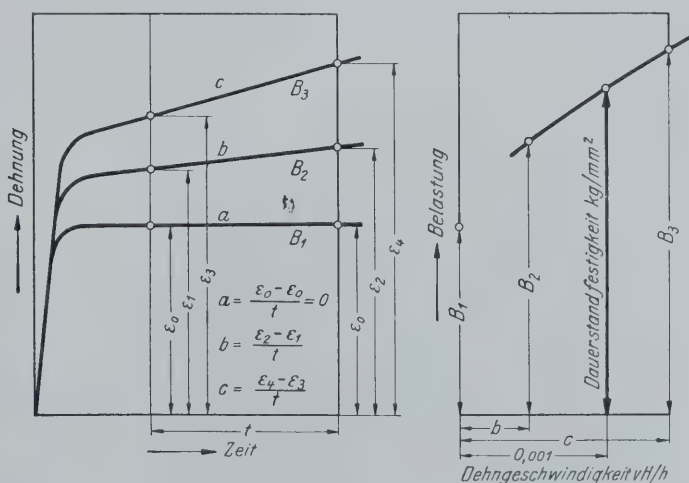


Abb. 4 und 5
Schema eines abgekürzten Verfahrens zur Ermittlung der Dauerstandfestigkeit

Versuche an Kupfer und Zink bei Raumtemperatur sowie an Stählen bei Prüftemperaturen oberhalb der Rekrystallisationstemperatur (600 °) bestätigen den Einfluß der Rekrystallisation auf den Dehnungsverlauf.

Auf Grund der aus dem Schrifttum bekannten Veröffentlichungen und der von den Verfassern angestellten Untersuchungen wird das Verhalten eines Werkstoffes bei gleichbleibender Belastung und Temperatur durch die in Abb. 3 wiedergegebene Form gekennzeichnet.

Die Höchstbelastung, bezogen auf die Querschnittsfläche, bei der das anfänglich starke Dehnen noch zum Stillstand kommt, sei als wahre Dauerstandfestigkeit bezeichnet. Oberhalb dieser Belastung dehnt sich der Stab fortgesetzt bis zum Bruch. Da die Ermittlung dieser Belastung sehr lange Versuchzeiten, möglicherweise Monate und Jahre, erfordert, wurde folgender Weg beschritten, um zu einem abgekürzten Verfahren zu gelangen.

Als praktische Dauerstandfestigkeit wird die Belastung angenommen, bei der die Dehnung in einem bestimmten, in der zweiten Dehnperiode liegenden Zeitabschnitt einen gewissen Betrag nicht überschreitet. Als zulässige Dehngeschwindigkeit wird eine solche von 0,001 vH/h festgesetzt und auf Grund der angestellten Untersuchungen die Beobachtungszeit jedesmal zwischen der dritten und sechsten Stunde nach Aufgabe der Belastung gewählt.

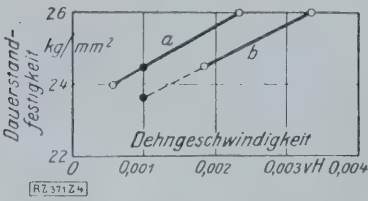
Durch zwei oder drei Versuche gelangt man zu Belastungswerten, denen nahe ober- oder unterhalb von 0,001vH/h gelegene Dehngeschwindigkeiten entsprechen, und ermittelt hieraus durch Interpolation den gesuchten Wert.

In Abb. 4 und 5 ist der Verlauf des Versuches und die Auswertung schematisch dargestellt. Den Belastungen B_1 , B_2 und B_3 entsprechen in der Zeit t die Dehngeschwindigkeiten a , b und c , die sich berechnen aus der Gleichung

$$\frac{\epsilon_0 - \epsilon_0}{t} = a, \quad \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{t} = b, \quad \frac{\epsilon_4 - \epsilon_3}{t} = c.$$

Trägt man die Dehngeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Spannung auf, Abb. 4, wobei die einer Geschwindigkeit von null entsprechenden Spannungen nicht berücksichtigt werden, und verbindet die Punkte miteinander, so schneidet die Verbindungslinie eine im Abstände von 0,001 zur Ordinate gezogene Parallele im Punkte P . Die zu P gehörige Ordinate, Abb. 5, stellt die gesuchte Dauerstandfestigkeit dar.

Die Prüfung der Brauchbarkeit dieses Verfahrens ergab zufriedenstellende Ergebnisse, wie das in Abb. 6 wiedergegebene Auswertungsbeispiel an Stahl F mit 0,58 vH C bei 300 ° erkennen läßt. Weitere Untersuchungsergebnisse an Stählen mit steigendem Kohlenstoffgehalt bei 300 bis 500 ° sind in Abb. 7 wiedergegeben. Die Dauerstandfestigkeit fällt mit steigender Temperatur stark ab, am stärksten zwischen 400 und 500 °. Mit wachsendem Kohlenstoffgehalt nimmt die Dauerstandfestigkeit des Stahles zu. Eine Ausnahme stellt Stahl G mit 1 vH C ein, dessen Dauerstandfestigkeit zwischen der des Stahles A mit 0,046 vH C und der des Stahles D mit 0,23 vH C liegt. Der Grund ist in der Gefügeausbildung zu suchen. Stahl G weist ein aus kugeligem Zementit und Ferrit bestehendes Gefüge auf; die übrigen untersuchten Stähle zeigen ein Gefüge von lamellarem Perlit und Ferrit. Der Flächenanteil an Zementit beträgt in Stahl G 15 vH und der des Perlits im Stahl D 27 vH. Hieraus ist der niedrige Wert der Dauerstandfestigkeit von Stahl G zu erklären.



Belast. kg/mm²	Dehn- geschw. vH/h	Dauerstdf. kg/mm²
a } 24	0,000 56	24,4
a } 26	0,002 33	
b } 24,5	0,001 83	23,6
b } 26	0,003 33	

Abb. 6
Dauerstandfestigkeit (Auswertung)
von Stahl F (0,58 vH C) bei 300°

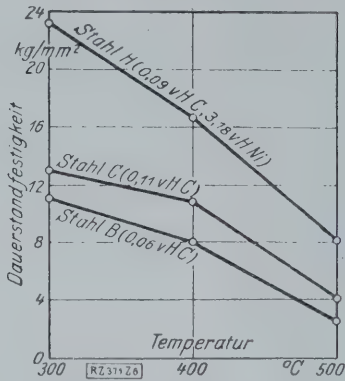


Abb. 8
Dauerstandfestigkeit von geglähten
Bleichen in der Wärme

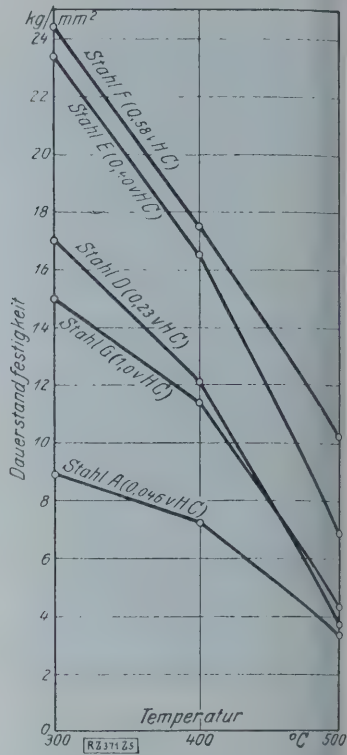


Abb. 7
Dauerstandfestigkeit
von geglähten Stählen
in der Wärme

Untersuchungen verschiedener Bleche mit 0,06 und 0,11 vH C sowie eines legierten Bleches mit 0,09 vH C und 3,18 vH Ni zeigten die Überlegenheit des nickellegierten Werkstoffes gegenüber den reinen Kohlenstoffstählen, Abb. 8.

Um den Einfluß der Vorbehandlung des Werkstoffes auf die Dauerstandfestigkeit zu prüfen, wurden Stahl A und D einmal im geglähten und einmal im vergüteten Zustand untersucht. Bei Temperaturen von 300 bis 400° zeigte sich eine beträchtliche Überlegenheit des vergüteten Werkstoffes, die jedoch bei 500° vollkommen verschwindet. [M 371]

Düsseldorf

A. P o m p

Maschinenteile

Preßsitzverbindungen mit zylindrischer Sitzfläche

Die Fortschritte der Meßtechnik in Verbindung mit den Ergebnissen der Werkstoffprüfung gestatten es, technologische Vorgänge rechnerisch zu erfassen und die auf rein praktischen Erfahrungen fußenden Arbeitsweisen und konstruktiven Ausbildungen bestimmter und in engeren Grenzen festzulegen. Eine Arbeit von Huggenberger, Zürich¹⁾, behandelt die Aufgaben, die beim Einpressen von Achsen in die Naben der Radsterne bei Lokomotiven und Eisenbahnwagen zu erfüllen sind.

Es handelt sich in der Hauptsache darum, die Preßverbindungen mit zylindrischer Sitzfläche zu untersuchen und die zweckmäßige Bemessung des Nabenringes und der Zugabe festzulegen. Nachdem die Bemessung des Radnabenringes rechnerisch ermittelt war, wobei sich die Nabenwanddicke gleich dem Bohrungshalbmesser ergab, wurden vier Versuchsreihen durchgeführt, bei denen die radiale Zugabe 0,082, 0,16, 0,163 und 0,318 mm bei 205 mm Nabenbohrung betrug.

Die Versuche erstreckten sich auf die Untersuchung der Radsatzpresse, die beim Ein- und Auspressen auftretenden Kräfte und Erscheinungen und auf die Verhältnisse bei verschiedenen Zugaben. Zum Vergleich wurden auch Versuche mit kegelförmigen Sitzflächen durchgeführt, bei denen der Achsenkopf eine Neigung von 1 : 200, die Nabenringbohrung

eine Neigung von 1 : 300 der Kegelmantellinien hatte. Außerdem wurde der Einfluß eines in axialer Richtung eingepreßten Rundkeiles zur Verhinderung der Verdrehung ermittelt. Der Einfluß des Schmiermittels, über den Unge ausreichende Untersuchungen angestellt hat, wurde nicht in Betracht gezogen. Als Schmiermittel wurde ein Gemisch von 10 Gewichtsteilen Leinöl und 90 Gewichtsteilen Tal benutzt.

Zum Messen der Formänderungen und Beanspruchungen des Nabenringes auf Stirn- und Mantelflächen wurden Huggenberger-Dehnungsmesser (Tensometer), Abb. 9, benutzt, die außerordentliche Meßfeinheit und Empfindlichkeit mit geringem Platzbedarf vereinen. Besondere Bauarten wurden zu den Messungen in den Ringzonen nahe der Nabenbohrung notwendig.

Das neuartige Einpreßverfahren bei zylindrischen Sitzflächen verwendet einen kegelförmigen Dorn mit den in Abb. 1 wiedergegebenen Abmessungen, der vor dem Achsenkopf durch die Nabenbohrung gepreßt wird. Der Dorn ist im Einsatz gehärtet und geschliffen, der Durchmesser seines zylindrischen Teiles entspricht dem Durchmesser der Achse.

Die Ergebnisse der Versuche zeigen, daß bei zylindrischer Sitzfläche eine wesentlich gleichmäßigere Beanspruchung des Nabenringes in axialer Richtung eintritt und daß daher eine wirtschaftlichere Ausnutzung des Werkstoffes möglich wird. Die Arbeit zum Abpressen erreichte den 2,1 bis 4,5fachen Betrag des zum Abpressen bei kegelförmiger Sitzfläche gebrauchten, und zwar bei unbedeutender Verformung des Nabenring-Werkstoffes. Bleibende Verformung wurde bei einer radialen Zugabe von 0,320 mm bzw. etwa in die Mitte der Nabenringbreite wirkend festgestellt.

Das Schlichten der Sitzfläche bei wiederholtem Einpressen ergab keinen nachteiligen Einfluß auf die Güte der Verbindung.

¹⁾ Dr. sc. techn. A. Huggenberger, „Die Festigkeit der Preßsitzverbindungen mit zylindrischer Sitzfläche“, Sonderheft der Technischen Blätter, herausgeg. von der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur.

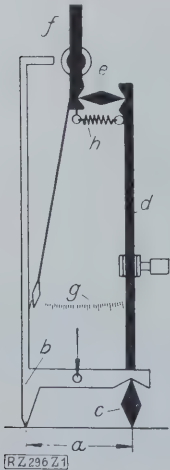


Abb. 9
Schema des Dehnungsmessers
von Huggenberger

- a abgegrenztes Ringlinienelement auf der Ringstirnfläche
- b feststehende auswechselbare Schneide
- c drehbares Schneidenprisma
- d Übertragungshebel
- e Kupplung
- f Dreharm
- g Maßteilung für 1200fache Vergrößerung
- h Zugfeder zur Verbindung von d mit f

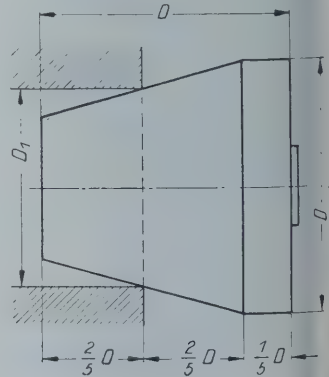


Abb. 10
Dorn für das Einpreß-
verfahren

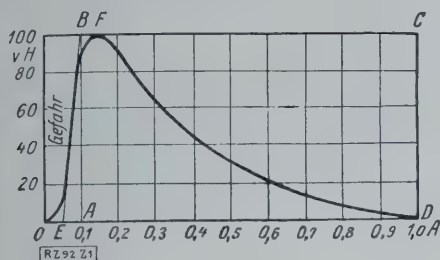


Abb. 11
Das Lebensgefahrgebiet des elektrischen Stromes

bindung. Der eingepreßte Rundkeil von rd. 25 mm Dmr. vergrößerte die Haftkraft. Durch die Bohrung des Rundteiloches wurden die Beanspruchungsverhältnisse nicht beachtenswert beeinflusst, die Verdrehungssicherheit wurde durch den Rundkeil wesentlich erhöht.

Bei den Verbindungen mit kegelförmiger Sitzfläche trat die Lockerung bereits bei einem Wege von halber Nabenringbreite ein, während bei zylindrischer Sitzfläche der Schlupfweg bis zur völligen Lockerung der Achse gleich der Nabenringbreite war. Die Ergebnisse sprechen in jeder Weise für die Anwendung zylindrischer Sitzflächen. [M 296]

Berlin W. Deutsch

Elektrotechnik

Die Lebensgefährlichkeit niedrig gespannten Wechselstromes¹⁾

Allgemein wird angenommen, daß die Gefährlichkeit des Wechselstromes für das menschliche Leben mit der Spannung wachse, oder daß die Spannung selbst die Schädigung des menschlichen Körpers herbeiführe, die den Tod zur Folge hat. Diese Annahme trifft jedoch nach den Erfahrungen nicht zu. Maßgebend für die Hemmung der Herztätigkeit oder der Atmung und damit für den Eintritt des Todes ist der Strom, der den Körper durchfließt. Der Strom bemißt sich nach dem Ohmschen Widerstand, den der Körper, insbesondere in feuchten Räumen, aufweist. Die Lebensgefahr nimmt aber keineswegs mit steigender Stromstärke zu. Durch Tierversuche und Messungen bei Hinrichtungen im elektrischen Stuhl ist erwiesen worden, daß die untere Grenze der Lebensgefahr etwa bei 0,1 A und die obere bei etwa 1 A liegt, daß also bei noch höheren Stromstärken eine Berührung der stromführenden Teile nicht tödliche Folgen zu haben braucht und von einer bestimmten Stromstärke ab gefahrlos bleibt. Eine rohe Umgrenzung des Gefahrengbietes wäre demnach zeichnerisch durch in Rechteck ABCD nach Abb. 11 gegeben.

Die Wahrscheinlichkeit eines tödlichen Ausgangs eines Unfalles verläuft nach irgendeiner Kurve, die von null ansteigt, bei einer gewissen Stromstärke ihren Höchstwert erreicht, und dann wieder auf null fällt. Diese Wahrscheinlichkeit in vH sei hier als Gefahr bezeichnet; eine Gefahr von 60 vH bedeute, daß von 100 Unfällen voraussichtlich 60 tödlich verlaufen werden. Nimmt man in zweiter Annäherung als Stromstärke, bei der die Gefahr gleich null ist, etwa 0,05 A an und läßt man die Gefahr linear bis 0,1 A ansteigen, so erhält man den aufsteigenden Ast dieser Kurve EB, der, mit Abrundung an den Koordinatenanfang geführt und an die Tangente im Höchstwert von 100 vH angelegt, eine ziemlich glaubwürdige Gestalt erhält. Der Höchstwert läge dann etwa bei 0,14 A.

Über den abfallenden Ast der Gefahrenkurve kann man allerlei Vermutungen hegen, aber nichts Bestimmtes aus-

¹⁾ z. T. nach „Sterkstroom“ Bd. 4 (1926) S. 309.

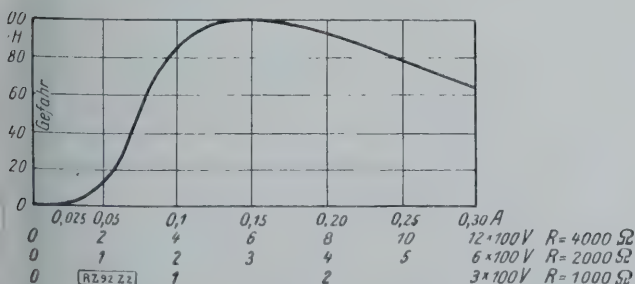


Abb. 12
Der aufsteigende Ast der lebensgefährlichen Stromkurve

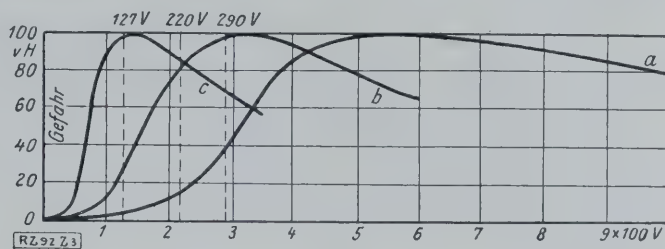


Abb. 13
Die lebensgefährlichen Spannungskurven bei verschiedenen Widerständen des menschlichen Körpers
a 4000 Ω b 2000 Ω c 1000 Ω

sagen. Immerhin kommt die Beobachtung zu Hilfe, daß bei Auftreten starker Brandwunden, die von hohen Stromstärken herrühren, der Unfall nicht tödlich verläuft, und daß andererseits bei Todesfällen durch den elektrischen Strom nur geringe oder keine Verbrennungen auftreten. (Im Sinne dieser Arbeit sollen nur die unmittelbaren Todesfälle und nicht solche als spätere Folgen starker Verbrennungen betrachtet werden.) Die Gefahrenkurve dürfte daher im Bereiche der niedrigen Stromstärken vom Höchstwert ab ziemlich steil abfallen, etwa nach FD.

Für den Fall der Niederspannungen, die nur geringe Stromstärken erzeugen, ist jedoch der abfallende Ast von geringerer Wichtigkeit als der aufsteigende, der in Abb. 12 in einem vergrößerten Abszissenmaßstab aufgezeichnet ist. Diese Abbildung lehrt, daß eine Stromstärke bis 0,025 A als gefahrlos angesehen werden kann, daß ferner bei höherer Stromstärke eine starke Steigerung der Gefahr eintritt, die bei etwa 0,14 A ihren Höchstwert erreicht, und daß schließlich die Gefahr weiterhin abnimmt, um bei 1 A zu verschwinden, Abb. 11.

Der Leitungswiderstand des menschlichen Körpers in feuchten Räumen ist etwa von der Größenordnung 1000 bis 4000 Ω . Die Spannungen, die bei den in Abb. 12 gewählten Widerständen, 1000, 2000 und 4000 Ω , die auf der Abszissenachse eingetragenen Stromstärken erzeugen, sind ebenfalls in dieser Schaulinie berücksichtigt. Todesgefahr liegt demnach unbedingt vor bei 560 V für $R=4000$, 280 V für $R=2000$, und 140 V für $R=1000$ Ω . Aus Abb. 12 können dann die Gefahrenkurven der verschiedenen Spannungen für die drei genannten Widerstände mit gleichem Maßstabe der Abszisse übereinander gezeichnet werden, Abb. 13.

Diese drei Schaulinien zeigen, daß je nach dem Leitungswiderstand des menschlichen Körpers die gleichen Spannungen ganz verschiedene Gefahren bieten²⁾. Der Übersichtlichkeit wegen seien die drei gebräuchlichsten Spannungen, nämlich 127, 220 und 290 V gegen Erde, berücksichtigt und in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1
Gefährlichkeit der Spannungen

Widerstand des menschl. Körpers Ω	Gefahrhöhe in vH bei		
	127 V	220 V	290 V
4000	2	16	40
2000	30	90	100
1000	100	85	70

Es ergibt sich also die nach der verbreiteten Anschauung zunächst widersinnig erscheinende Erscheinung, daß eine Spannung von 127 V unter Umständen mit Gewißheit den Tod herbeiführt ($R=1000$ Ω), während in anderen Fällen eine Spannung von 290 V nur mit 40 vH Wahrscheinlichkeit tödlich wirkt ($R=4000$ Ω). Die Erfahrungen bestätigen dies aber; denn es sind Fälle beobachtet worden, die nicht tödlich verliefen, aber aus der Art der Verbrennungen erkennen ließen, daß die Stromstärken höher als 0,1 A gewesen waren. Es ist daher ganz unberechtigt, die Spannung allein für die Unfälle verantwortlich zu machen oder gar, wie angeblich in Schweden geplant, der behaupteten größeren Gefährlichkeit wegen für Neuanlagen von Drehstromnetzen die Spannung auf 270/127 V zu beschränken. [M 92]

Berlin Emil Klappe

²⁾ Für den gesamten Leitungswiderstand des menschlichen Körpers ist der Übergangswiderstand ausschlaggebend. Er ist gering bei feuchter verschwitzter, mit Salzlösungen bedeckter Hautfläche.

Kleine Mitteilungen

Gleichstrom-Dampfmaschine mit Öldrucksteuerung

Der Personenraddampfer „Hélvétie“ (Länge zwischen den Loten 70,1 m; Breite über Spanten 8,53 m; Verdrängung 560 t; Geschwindigkeit 28 bis 30 km/h) hat eine dreizylinderige Gleichstrom-Dampfmaschine besonderer Bauart von Gebr. Sulzer, Winterthur.

Die Zylinder haben sämtlich 850 mm Dmr. bei 1200 mm Hub des Kolbens. Bei 46 Uml./min, 14 vH Füllung, 90 bis 92 vH Luftleere leistet die Maschine 1500 PS_i. Der Kolben ist rd. 1100 mm lang. Die Einlaßventile werden nicht mehr durch Exzenter und Gestänge gesteuert, sondern mittels eines unter Öldruck stehenden Kolbens betätigt. Ein von der Kurbelwelle mittelbar getriebener Kolbenschieber regelt den Ölzufluß zu den Ventilen, die als gewöhnliche Teller-ventile in Boden und Deckel angebracht sind.

Mit einem Hebel werden sowohl die Kolbenschieber und somit die Maschine umgesteuert, als auch die Höhe des Öldruckes geregelt. Dadurch erfolgt dann die Regelung der Maschine, da sich die Öffnung des Hauptdampfventils und der Einlaßventile dem Öldruck entsprechend einstellt.

Durch Wegfall der Steuerungsgestänge wird die Bauart der Maschine wesentlich gedrängter. Bei der Durchbildung ist ferner große Sorgfalt auf ungehinderte Wärmedehnung aller Bauteile gelegt worden; ebenso ist Druckschmierung für alle Teile vorgesehen, wobei die einstellbaren Radlager gegen Wassereintritt besonders gut geschützt wurden. („The Engineer“ 24. Juni 1927 S. 676) [N 613 d] Ls.

Entwicklung der englischen Kraftwagen- Industrie

Kerr Thomas sprach am 28. Juni d. J. in einer Versammlung der Institution of Mechanical Engineers zu Birmingham über verschiedene Einflüsse der Kraftwagen-erzeugung auf die Entwicklung anderer Industriezweige. Außer einigen Hinweisen auf neue Arbeitsverfahren, z. B. das Bohren der Zylinder auf stehenden Maschinen, das Anfräsen von Keilen in Wellen usw. behandelte er besonders auch die wirtschaftlichen Wirkungen des gesteigerten Kraftwagenbaues, namentlich die Abnahme des Bedarfs an gelernten Arbeitern infolge der Zunahme von Sondermaschinen und Vorrichtungen. Die Kraftwagen-Industrie beschäftigte 1925 in England rd. 250 000 Personen, während der englische Werkzeugmaschinenbau nur etwa 15 000 beschäftigt. Auf die Werkzeugschneider, die wirklich gelernten Arbeiter, entfallen nur etwa 7 vH aller Arbeiter. Während ferner vor vier Jahren auf Grund einer Statistik der Arbeitgeber-Vereinigung in der genannten englischen Maschinenindustrie von den Gesamtausgaben 43,17 vH auf Werkstoffe, 19,84 vH auf Löhne und 36,99 vH auf Unkosten entfielen, stellt sich heute für eine Kraftwagenfabrik dieses Verhältnis auf: Material 75 vH, Löhne 11 vH, Unkosten 14 vH, alles infolge der Massenfertigung. („The Engineer“ 1. Juli 1927 S. 21/23) [N 625 b] H.

Halbbewegliche Freiluft-Unterstationen

Die Marland Oil Co. hat auf ihren Ölfeldern in Texas die Dampfmaschinen zum Antrieb der Bohrmaschinen außer Betrieb genommen und durch Asynchronmotoren ersetzt, die den Strom über sogenannte halbbewegliche Unterstationen erhalten. Diese haben Masttransformatoren von 50 kVA Leistung mit 13 200/440 V Spannung bei Dreieck-Dreieckschaltung. Der Strom wird auf der Hochspannungsseite gemessen; Strom- und Spannungswandler, Blitzschutzvorrichtungen, Drosselspulen und Schalter sitzen oberhalb der Transformatoren auf dem Eisengerüst zwischen zwei Gittermasten. Diese werden vollständig auf dem Boden zusammengebaut und dann aufgerichtet. Die Unterstationen lassen sich ohne große Schwierigkeiten an andre Plätze versetzen. („Electrical World“ 25. Juni 1927 S. 1387) [N 625 c] Pa.

Drahtlose Fehlerortbestimmung bei Seekabeln

Um die Ungenauigkeiten der Brückenschaltung zur Fehlerortbestimmung bei Seekabeln zu vermeiden, hat die Great Western Power Co., San Franzisko, ein neues Verfahren ausgearbeitet. Am Ufer wird zwischen Kabel und Erde ein 3 kW leistender Umformersatz geschaltet, der Strom von 500 Per./s liefert. Dann wird der summende Ton dieses Stromes durch einen Zweiröhren-Empfänger aufge-

nommen, der in einem Boot aufgestellt ist, das über das Kabel entlang geschleppt wird. Sobald die Fehlerstelle überfahren wird, verschwindet der Summertone im Kopfhörer. Bei vier Seekabelstörungen ist dies Verfahren während des letzten halben Jahres benutzt worden; die Zeit bis zum Auffinden des Fehlerortes betrug in keinem Fall mehr als 3½ h; bei anderen Verfahren waren 6 bis 24 h erforderlich. Das Verfahren kann bei Bleikabeln und bleilosen Kabeln angewendet werden. („Electrical World“ 25. Juni 1927 S. 1386) [N 625 e] Pa.

Neue Messungen der Durchflußzahl von Düsen

Die Durchflußzahl α der deutschen Normaldüsen wurde bisher nach Versuchen von Jakob und Erk zu 0,96 angenommen. S. I. Davies und C. M. White haben neuerdings („Engineering“ vom 1. Juli 1927) eine Normaldüse von 29 mm l. W. mit einem 38 mm weiten Stauraum verglichen und aus der von Watson und Schofield bestimmten Durchflußzahl eines derartigen Staurandes die Durchflußzahl der Normaldüse neu ermittelt. Zu diesem Zweck wurde ein Vierzylinder-Automobilmotor elektrisch angetrieben und als Luftpumpe benutzt; er sog einen Luftstrom in ein Sammelgefäß durch eine Rohrleitung, die abwechselnd die Düse oder der Staurand eingebaut war. Der Druckabfall in beiden war annähernd gleich, und es wurde daher angenommen, daß bei gleicher Umlaufzahl die Maschine auch die gleiche Luftmenge gefördert wurde. Bei der Reynoldsschen Zahl $R = 50\,000$ kommen die Beobachtungen zu $\alpha = 0,97$. Indem sie nun den Werten von Jakob und Erk eine größere Genauigkeit zuschreiben als diese selbst schließen sie, daß α mit zunehmendem R auf etwa 0,955 bei $R = 100\,000$ sinke und dann wieder auf 0,965 bei $R = 250\,000$ ansteige. Jakob und Erk haben in ihrem Meßbereich ($R = 70\,000$ bis $300\,000$) $\alpha = 0,961 \pm 0,008$ erhalten. Davies und White können also recht haben oder nicht. Für das erste sprechen Versuche von Râteau, Leroux und Bougeat („Comptes Rendus“ vom 26. Juli 1926) mit Wasser an einer Düse, die einige Ähnlichkeit mit der deutschen Normalform hatte und bei der α , abhängig von R abgetragen, ebenfalls einen Mindestwert ergab und hier flach verlief, sowie unveröffentlichte Versuche von Jakob und Kretschmer an Normaldüsen, die auf eine beträchtliche Zunahme der Durchflußzahl zwischen $R = 300\,000$ und $R = 900\,000$ schließen lassen. [N 625 f] M. J.

Kragträgerbrücke in Kalifornien

Die soeben fertiggestellte, rd. 1360 m lange Kragträgerbrücke über die Carquinez-Meeressstraße hat zwei große Öffnungen von je 335 m l. W. Jede Öffnung besteht aus zwei Kragarmen von rd. 100 m und einem dazwischen eingehängten Teil von rd. 135 m Länge. Bei Hochwasser trägt die lichte Höhe über dem Wasserspiegel rd. 45 m. In der mittleren Pfeiler in Eisenkonstruktion hat unten rd. 2800 m² Grundfläche. Er ruht in Höhe des Wasserspiegels auf vier Betonsäulen von rd. 10,4 m Dmr. Die größte Wassertiefe unter der Brücke beträgt 30 m. Die Brücke dient für den Straßenverkehr; der Fahrweg ist 9,1 m breit. Der Bau hat 8 Mill. \$ gekostet. („Automotive Industries“ 11. Juni 1927 S. 897, „Engineering News Record“ 12. Juni 1927 S. 777*) [N 625 g] Sd.

Erdbebensicheres Gebäude in Tokio

Die Mitsui-Bank erbaut gegenwärtig auf Grund der Erfahrungen des letzten großen Erdbebens von 1923 in Tokio ein neues Bankhaus, das den besonders gefährlichen Beanspruchungen in der Wagerichten bei Erdbeben standhalten soll. Das Gebäude ist 107 m lang, 49,5 m breit und greift auf drei Seiten an Straßen. Das Traggerüst besteht aus rd. 150 Säulen, die in Fachwerk-Gitterkonstruktion ausgeführt sind und in der Höhe des ersten Stockwerkes einen quadratischen Querschnitt von $1,45 \times 1,45$ m haben, der entsprechend nach oben verjüngt. Die Säulen sind größtenteils im Rechteck angeordnet, so daß freie Räume von rd. 34 m² mittlerer Grundfläche entstehen. Die Deckkonstruktion der einzelnen Stockwerke besteht aus Fachwerk. Das Gebäude hat fünf Stockwerke, von denen das unterste mit 11 m l. Höhe als ein einziger großer Raum ausgeführt ist, der dem Verkehr des Publikums dient. Für den Bau sind insgesamt 10 000 t Stahl erforderlich. („Engineering News-Record“ 23. Juni 1927 S. 1010) [N 625 h] Sd.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Eisenbau. Ein Handbuch für den Brückenbauer und Eisenkonstrukteur. Von Luigi Vianello. 3. Aufl. erweitert von Luz David. München und Berlin 1927, Oldenbourg. 617 S. m. 640 Abb. Preis 31,50 M.

Die vorliegende Neuauflage des bekannten Werkes zeigt wesentliche Umgestaltung und Erweiterung des behandelten Stoffes. Einleitend sind zunächst die Abschnitte „Thematik“, „Vier Grundbegriffe aus der Differential-Integralrechnung“ und „Mechanik“ neu hinzugekommen. Die dann folgenden beiden Abschnitte „Einleitung zur Statik“ und „Statisch bestimmte vollwandige Träger“ zeigen wesentliche Änderungen, bringen aber in ausreichendem Maße Hinweise auf neuere Veröffentlichungen in der Literatur. Eine etwas eingehendere Behandlung des einmal eingeführten ω -Verfahrens für Knickstäbe erscheint vielleicht ratsam. Beim VI. Abschnitt (Statisch bestimmte ebene Fachwerke) wird abschließend der durch geachtete Gelenkeinschaltungen statisch bestimmt gemachte Festträger kurz behandelt. Auch die Abhandlungen über statische Fachwerke und statisch unbestimmte Tragwerke (Abschnitte VII und VIII) zeigen mancherlei nützliche Ergänzungen. Allenthalben haben in erster Linie die Theorien von Müller-Breslau Berücksichtigung gefunden. Im IX. Abschnitt (Mauerwerk) sind die Berechnungen von Tonnengewölben und Stützmauern zweckmäßig gestrichen worden. Im X. Abschnitt (Technische Aufgaben) erscheinen die ausführenden Klarlegungen bezüglich der Nietverbindungen besonders beachtenswert. Die „Praktischen Angaben“ sind sachdienlich ergänzt und durch eine kurze Abhandlung über Ausführung und Berechnung von Brückenkränen erweitert worden. Den Beschluß der Neuauflage bildet ein Kapitel über ein verhältnismäßig schnell zum Ziele führendes Entwurfverfahren für Rahmen- und Bogendächer.

Das Werk bietet in seiner Neuauflage einen reichhaltigen, mit großer Gewissenhaftigkeit neu bearbeiteten Stoff, der jedem Fachmann von ganz besonderem Nutzen sein wird. Die reichliche Verwendung von Kleindruck konnte das übliche Ausmaß gewahrt bleiben. Das von dem Verlag ausgestattete Buch wird allen denen, die sich theoretisch und praktisch mit dem Eisenbau zu befassen haben, nach wie vor ein guter Ratgeber sein. [E 541] C. Kersten

Bau im Hochbau. Von Hugo Bronneck. Wien 1927, Julius Springer. 388 S. m. 415 Abb. Preis 22,50 M.

Die in diesem Buch vertretene, wohl begründete und erste Warnung zur Vorsicht und Gewissenhaftigkeit bei der Errichtung von Holzbauwerken und die leider oft zu wenig beachtete, hier aber noch einmal sehr eindringlich auch als notwendig erkennbar ausgesprochene Ermahnung, bei der Durchführung die angeführten, mit großer Skeptik gesammelten Erfahrungen zu beachten, stellen wohl ein Vertrauensverhältnis dar zwischen dem Verfasser und dem Leser. Dieser erhält durch das Buch eine willkommene Sicherheit für seine Entwürfe, Berechnungen und Ausführungen. Das Buch belehrt und gibt Auskunft, und zwar von den einfachsten Anfängen des Zimmerhandwerkes bis zu den neuesten gewaltigen Konstruktionen, die man früher mit Holz nicht auszuführen wagte. Über den Bau des Stoffs, über seinen Einkauf, über seine Behandlung und Pflege, über seine richtige Verwendung, selbst über Nachbaugebiete, wie über die notwendigen Hilfskonstruktionen an Eisen für die Verbände und Knotenpunkte sind ausführliche Angaben gemacht. Dort, wo eine Anlehnung gesucht wird zu Nachbargebieten, ist eine kleine, aber gezielte Auswahl von Literatur beigelegt. [E 370]

Karl Stodieck

Bau langer, tiefliegender Gebirgstunnel. Von Carl Andreae. Berlin 1926, Julius Springer. 151 S. m. 3 Abb. Preis 13,20 M.

Wie im Vorwort des Werkes betont ist, dienen ihm die Grundlagentheorien über Eisenbahn- und Tunnelbau an der Technischen Hochschule in Zürich. Selbst Leiter des Bau des Simplontunnels, will der Verfasser dort und anders Tunnelbauten gemachte Erfahrungen dem Ingenieur-Nachwuchs erhalten.

Das Buch ist daher nicht etwa ein Lehrbuch des Tunnelbaues. Es will vielmehr nur ein solches ergänzen. Zudem enthält es zum besseren Verständnis manches aus früheren ausführlichen Arbeiten über lange Gebirgstunnel schon bekannt und was teilweise nur noch von historischem Interesse ist, namentlich in den ersten Ab-

schnitten über mechanische Bohrung und Förderung. Und doch wird der mit dem Fachgebiet Vertraute auch dies gern lesen, weil manche andere Gesichtspunkte, eigene Gedanken, Darstellungen und Mitteilungen von Erfahrungen des Verfassers immer wieder fesseln.

Das einschlägige Schrifttum, auch solche Arbeiten, die bis dahin weniger erwähnt und beachtet worden waren, sind mit behandelt und zum Teil kritisch beleuchtet.

Sehr beachtenswert für den Bau langer und tiefliegender Gebirgstunnel sind besonders in den Abschnitten 4 bis 6, Seite 59 bis 110, die wissenschaftlich auf hoher Stufe stehenden Ausführungen über die geologischen Verhältnisse, Druck, Wärme und Wasser im Gebirge, über Lüftung und Kühlung. Sie dürften den Kern und den wertvollsten Bestandteil des Buches bilden.

Der planende oder ausführende Ingenieur wird aber auch in den letzten Abschnitten über Bau- und Betriebsweise, sanitäre Maßnahmen, Organisation und Kosten manchen willkommenen Hinweis und Anhalt finden.

[E 2678]

D. Randzio

Wasserkraftjahrbuch 1925/26. Von K. Dantscher und Carl Reindl. München 1926, Richard Pflaum. 386 S. m. zahlr. Abb. Preis 16 M.

Dieser 2. Jahrgang behandelt im ersten Abschnitt die Entwicklung der Wasserkraftausnutzung, im zweiten die Verwertung der Wasserkraftenergie, zunächst im Großverbrauch der wirtschaftlich so wichtigen Elektrochemie. Es folgen Abhandlungen über Wasserkraft und Aluminium, den Belastungsausgleich in großen alpinen Wasserkraftnetzen und Untersuchungen über die Wasserkraft-Speicherung von Dampfkraftenergie. In dem Abschnitt „Ausbau der Wasserkraft“ werden u. a. Vorarbeiten für Wasserkraftausnutzung, und insbesondere die Gefällausbeute, behandelt. Die Aufsätze über die Bemessung von Wasserschlossern und ein praktisches Beispiel zur Berechnung eines Stauschwalles in einem Obergaben bei vorhandener Heberentlastung, ferner die Wassermessung bei Wasserkraftanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Überfallmessung sind beachtenswert. Den Wasserkraftmaschinen, besonders den Kaplan-turbinen, ist ein größerer Raum gegeben. Wertvoll sind die im Anhang zusammengestellten einheitlichen Bezeichnungen und Formelzeichen in der Hydraulik. [E 520]

J. Hasse

Technik und Praxis der Papierfabrikation, 2. Bd.: Die Fabrikation des Zellstoffes aus Holz. 2. T.: Natronzellstoff. Von Erik Hägglund. Berlin 1926, Otto Elsner. 359 S. m. zahlr. Abb. Preis 30 M.

Hägglund hat sich für die Abfassung dieses Werkes die Mitarbeit mehrerer in der Praxis fortschrittlicher technischer Arbeit stehender Ingenieure gesichert, so daß das Buch, für dessen chemischen Teil ja der Name des Autors bürgt, auch nach der technischen Seite besonderen Wert und große Lebendigkeit gewinnt. Das Verfahren, Holzstücke mit Natronlauge zu kochen, scheint ja an sich recht einfach zu sein. Aber es birgt eine Fülle von chemischen Aufgaben, da die Aufschließungsreaktion von den Veränderungen: Laugenkonzentration, Kochzeit, Kochtemperatur und nicht zuletzt Holzart, abhängt und damit noch wichtige Nebenreaktionen einhergehen, die auf Ausbeute und Verwertbarkeit des Zellstoffes einwirken. An der Spitze der technischen Aufgaben aber steht die Notwendigkeit höchster Wirtschaftlichkeit der Verfahren.

Nach einer geschichtlichen Einleitung werden Anatomie und Chemie des Holzes recht ausführlich behandelt. Das folgende Kapitel geht mitten in die Beschreibung der Lagerung, Zerkleinerung und Sortierung des Holzes. Die Chemie der Kochung wird danach zwar anscheinend ausführlicher als ihre Technik behandelt; aber die späteren Abschnitte über Wärmetechnik und Wärmewirtschaft enthalten ja sehr vieles, was mit dazu gehört. Die sehr wichtige Aufarbeitung der vom Zellstoff getrennten Schwarzlauge wird nach der Beschreibung der verschiedenen Verfahren für diese Trennung eingehend behandelt, kürzer sodann die Verarbeitung des Zellstoffes und die Gewinnung der Nebenerzeugnisse. Die Abschnitte über die chemische Betriebsüberwachung und vor allem über die Wärmetechnik bringen aus erster Hand die neuen Untersuchungsergebnisse aus dem Betrieb und ihre anschauliche Erörterung.

Im einzelnen werden besonders die technischen Verhältnisse in Schweden und in Amerika berücksichtigt.

Deutschlands Erzeugung an Natronzellstoff ist eben sehr gering, sie beträgt nicht ganz ein Zehntel derjenigen von Schweden.

Genf

[E 516]

E. Färber

Die nutzbaren Mineralien mit Ausnahme der Erze und Kohlen. Von Bruno Dammer und Oskar Tietze. 2. Aufl. von Bruno Dammer. 1. Bd.: 554 S. m. 66 Abb. Stuttgart 1927, Ferdinand Enke. Preis 35,40 M.

Da sich die in dem Buche stark berücksichtigten wirtschaftlichen Verhältnisse vollständig gewandelt haben, war die erste 1913 erschienene Auflage des von der Fachkritik beifällig aufgenommenen Buches in manchen Teilen veraltet. In der Neuauflage ist das Schrifttum nach Möglichkeit bis zum Frühjahr 1926 verarbeitet worden. Wenn es naturgemäß auch schwierig ist, gerade die wirtschaftlichen Angaben schon vollständig vorzulegen, so sieht man doch an allen Absätzen die bessernde Hand des Herausgebers und seiner Mitarbeiter. Die Angaben über Gewinnung usw. sind auf die Jahre nach 1920 beschränkt, das Jahr 1913 wurde aber noch zum Vergleich herangezogen. (Für ältere Angaben muß also die erste Auflage benutzt werden.) Aber nicht nur wirtschaftliche Fragen waren Veranlassung zur Besse- rung, sondern eine Durchsicht überzeugt, daß die Bearbeiter bemüht gewesen sind, in allen Teilen das Neueste noch zu verarbeiten.

Erfreulicherweise sind die Literaturangaben ganz wesentlich vermehrt worden, so daß das Werk stark ge- wonnen hat. Der vergrößerte Umfang ist zum Teil darauf zurückzuführen, doch sind auch einige Mineralgruppen neu aufgenommen worden, wie z. B. Arsen- und Kobaltmine- ralien und sämtliche Kali- und Magnesiasalze. 42 Mine- ralgruppen werden besprochen, darunter Diamant, Graphit, Quarz, Bauxit, Steinsalz, Kali-Magnesiasalze, Flußspat, Kalkspat, Magnesit, Radiumerze. Bei jeder Gruppe ist die bewährte Einteilung beibehalten worden: Vorkommen und Zusammensetzung, Gewinnung, Verwendung, Bewertung. Wirtschaftliches. [E 490] Harrassowitz

Lebende Bücher. Herausgeg. von Adalbert Deckert. Post- betriebsmechanik. Von Hans Schwaighofer. 1. u. 2. Bd. 1. Bd.: 428 S. m. 181 Abb. 2. Bd.: 438 S. m. 275 Abb. Wittenberg 1927, A. Ziemsen. Preis zus. 25 M.

Die Entwicklung der Großstädte führt zu einer ge- waltigen Anhäufung des Postverkehrs an einzelnen Punk- ten. Die hierbei auftretenden Förderaufgaben unterscheiden sich aber von denen der „Massenförderung“ im üblichen Sinn insofern, als die einzelnen Sendungen nicht nur nach Größe und Art verschieden sind, sondern auch nach ihrer Bestimmung dem Einzelfall entsprechend behandelt werden müssen. Dies rechtfertigt es, wenn der Verfasser von einer „Postfördertechnik“ spricht. Man hat zum Teil die bekannten Fördermittel dem Zweck anpassen, zum Teil aber auch ganz neue Förder- und Verteilanlagen erfinden müssen, wie die Paketverteilerturbine im Paketzustellungs- amt am Marsfeld in München.

Das Schwaighofersche Buch gibt eine Fülle von wert- vollem Stoff und reiche Anregungen für den Fachmann. Wenn auch die Anforderungen des Postbetriebes sich kaum an anderer Stelle wiederholen, so wird doch oft eine hier gefundene Lösung ein unerwartetes Licht auf solche Aufgaben werfen, die in ganz neuem Zusammen-

hange gestellt sind. Das Werk enthält neben allgemeinen Grundlagen für den Entwurf von Postförderanlagen auch für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit eine aus- dehnnte Sammlung wichtiger Beispiele aus dem In- und Ausland. Es stellt eine äußerst wertvolle Bereicherung der Literatur über Förderanlagen dar, die jedem Fach- genossen zum Studium empfohlen werden kann.

[E 512]

G. v. Hanffstengl

Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis. Von Clarence Feldmann. 4. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 554 S. m. 485 Abb. Preis 38 M.

Aufgaben aus der Elektrotechnik. Von Rob. Mayer. 2. Aufl. Wechselstromtechnik. 2. Aufl. Leipzig und Wien 1927, Franz Deuticke. 207 S. m. 116 Abb. Preis 7 M.

Berechnung vielfach statisch unbestimmter biege- fester Stab- und Flächentragwerke. 1. T.: Dreigliedrige Systeme. Von Peter Pasternak. Zürich und Leipzig 1927, Gebr. Leemann & Co. 273 S. m. 77 Abb. u. 3 Taf. Preis 13 M.

Sammlung Götschen, 611. Bd.: Experimentalphysik. Von Robert Lang. 1. T.: Mechanik der festen, flüssigen und gasigen Körper. 3. Aufl. Berlin und Leipzig 1926, Walter de Gruyter & Co. 146 S. m. 125 Abb. Preis 1,50 M.

Handbuch der Mineralchemie. Herausgeg. von C. Dörm- ter und H. Leitmeier. 4. Bd. 9. T.: S. 321 bis 800. m. vielen Abb. Leipzig 1926, Theodor Steinkopff. Preis 8 M.

Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern. 3 u. 36. Zusammenstellung der Betriebsergebnisse von Wasser- werken. Betriebsjahre 1923/24/25. München 1927, R. Oldenbourg. 169 S. Preis 20 M.

Die Entwicklung der Unkostensätze und Nebenbetriebs- unkosten in Maschinenfabriken und verwandten Betrieben. Von K. Seyderhelm. Berlin-Charlottenburg 1927, Verein Deutscher Maschinenbauanstalten. 16 S. m. 13 Abb. Preis 5,50 M., für Mitglieder 2,75 M. (Vergl. S. 1018 dieses Heftes.)

Ergänzungsbände zur Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 11. Bd.: Das deutsche betriebswirtschaftliche Schrifttum über die Maschinenindustrie. Von W. M. Leipzig 1927, G. A. Gloeckner. 149 S. Preis 9 M.

Die deutsche Wirtschaft und ihre Führer. 10. Bd.: Der deutsche Braunkohlenbergbau. Von W. Oellerich und G. Czempin. Gotha 1927, Flamberg-Verlag. 118 S. Preis 6 M.

Wanderungen durch die mittelhessische Industrie, 2. T. Ein Gang durch das Gaswerk Mainz. Von P. Statz. 2. Aufl. Mainz 1927, Georg Aug. Walter. 103 S. m. 129 Abb. Preis 2 M.

25 Jahre VDI. Ein Rückblick auf die fünfundsiebenzigjäh- rige Tätigkeit des Verbandes deutscher Elektro-Installations- Firmen E. V. 1902 bis 1927. Herausgeg. von H. Buhwald. Frankfurt a. M. 1927, Selbstverlag. 152 S. m. 11 Abb. Preis 6,50 M.

Patentní Právo v Československé Republice. Von L. V. Spirk. Praha 1927, Václav Petr. 526 S. Preis 6 Kč.

Zur Viertelhundertfeier des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene. Berlin-Dahlem 1927, Selbstverlag der Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene. Preis 4,50 M.

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

	Seite
Die neuen Förder- und Aufbereitungsanlagen der Zeche Minister Stein (Schacht Emil Kirdorf, Dortmund-Eving). Von Fr. Prockat	1009
Neuere Messungen mit dem Klydonographen	1013
Autogyro-Wasserflugzeug	1013
Zur Entwicklungsgeschichte der Hohlseile. Von A. Fuchs	1014
Neue Gemeinkostenzahlen aus dem Maschinenbau	1018
Fortschritte im Bau von Gleiswiegevorrichtungen. Von M. Raudnitz	1019
Feuerwehr-Drehleitern mit Kraftantrieb. Von Hein- richs (Schluß)	1023
Die Veränderung im Kleingefüge verschiedener Bau- stähle durch Wechselbeanspruchung. Von W. Herold	1029
Rundschau: 17. Hauptversammlung des Vereins deut- scher Gießereifachleute — Lade-Stoßmaschine für	

kleinere Gaswerke — Abgekürztes Prüfverfahren zur Ermittlung der Dauerstandfestigkeit von Stahl bei erhöhten Temperaturen — Preßsitzverbindungen mit zylindrischer Sitzfläche — Die Lebens- gefährlichkeit niedrig gespannten Wechselstromes — Kleine Mitteilungen	335
Bücherschau: Der Eisenbau. Von L. Vianello (L. David) — Holz im Hochbau. Von H. Bronneck — Der Bau langer, tiefliegender Gebirgstunnel. Von C. Andreae — Wasser- kraftjahrbuch 1925/26. Von K. Dantscher und C. Reindl — Technik und Praxis der Papier- fabrikation. Von E. Hägglund — Die nutz- baren Mineralien mit Ausnahme der Erze und Kohlen. Von B. Dammer und O. Tietze — Postbetriebsmechanik. Von H. Schwaighofer — Eingänge	335

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

D. 71

SONNABEND, 23. JULI 1927

NR. 30

Der Mississippi und seine Hochwasser¹⁾

Von Oberregierungs- und Baurat R. Seifert, Berlin

Der Abflußvorgang im Stromgebiet des Mississippi, die Entstehung und der Verlauf der Hochfluten und ihre Wirkungen

Durch ein Hochwasser von ganz ungewöhnlichen Ausmaßen und verheerendsten Wirkungen hat der Mississippi im Frühjahr 1927 die Aufmerksamkeit der Welt auf sich gelenkt. Noch fehlen in Deutschland zuverlässige Angaben^{1a)} über die Einzelheiten der Ursachen dieser Flut, über Regen- und Schneeverhältnisse der vorhergegangenen Zeit, über die Pegelstände der Nebenströme und des Hauptstromes und das Zusammenwirken ihrer Flutscheitel sowie über die zahlreichen Uferabbrüche und die Dammdurchstiche zur Entlastung des Stromes. Soviel aber geht aus den Meldungen hervor, daß es sich um ein außerordentliches Ereignis in der Geschichte von Überschwemmungen oft betroffenen Stromgebiet handelt.

Aus den Angaben früherer großer Hochwasser läßt sich ein Bild über das diesjährige gewinnen. Eine erschöpfende Darstellung ist in diesem Rahmen nicht möglich.

Gewässernetz und Abflußvorgang

Das Stromgebiet des Mississippi ist mit rd. 3,22 Mill. km² eines der größten der Erde, Abb. 1. Es liegt mit Ausnahme eines kleinen, zu Kanada gehörigen Zipfels

¹⁾ Nach amtlichen Veröffentlichungen des U. S. Department of Agriculture, Weather Bureau, des U. S. Department of the Interior, Geological Survey, und des Chief of Engineers.

^{1a)} Einige Angaben sind auf S. 1043 nachgetragen.

im äußersten Nordwesten ganz in den Vereinigten Staaten von Amerika und nimmt 41 vH ihres Flächeninhalts ein (ohne Alaska und die Inseln)²⁾.

Wirtschaftlich ist es von der allergrößten Bedeutung, sowohl landwirtschaftlich wegen des Weizen-, Mais-, Baumwoll- und Zuckerrohranbaues, der Viehzucht und der Wälder, wie auch bergbaulich (Kohle, Petroleum, Eisen und Kupfer) und gewerblich auf allen Gebieten. Daneben finden sich im Osten und Norden aber auch sehr dünn besiedelte Prärien, wüstenhafte Gebiete und Hochgebirge. Es reicht vom 50. bis 29. Breitengrad, was etwa der Lage von Brüssel und Kairo (Ägypten) entspricht.

Im Osten ist das Einzugsgebiet durch das Alleghanygebirge mit 900 bis 2000 m Höhe begrenzt, im Westen durch die östlichen Ketten des Felsengebirges, deren Gipfel bis auf 4400 m ansteigen. Nach Norden ist die Wasserscheide wenig ausgeprägt; bei Chicago werden sogar künstlich etwa 200 m³/s aus dem Michigansee in den Illinois zum Mississippi abgeleitet. Ebenso ist die Wasserscheide gegen die südlichen Nachbarflüsse im Tiefland niedrig. Der Hauptteil des Gebietes ist nach dem Mittelbecken sanft abgeösch und sehr flach; die Ströme haben daher außerordentlich geringes Gefälle, nachdem

²⁾ Das Gebiet des Rheines einschließlich der Maas umfaßt 0,224 Mill. km², also nur 7 vH davon, Abb. 1.



Abb. 1. Gliederung des Stromgebietes des Mississippi. Zum Vergleich ist das Stromgebiet des Rheines im gleichen Maßstab eingezeichnet.

sie die Cañons und Stromschnellen der Oberläufe überwunden haben. Die Mündung schiebt sich fingerförmig in den Golf von Mexiko um jährlich etwa 80 m vor, die zahlreichen Arme heißen Pässe.

Abb. 1 zeigt die Gliederung des Stromgebietes, Zahlentafel 1 die Flächeninhalte und Lauflängen.

Zahlentafel 1

	Gewässernetz		
	Einzugsgebiet km ²	vH	Lauflänge km
Oberer Mississippi, Itaskasee bis St. Louis	446 000	14	2 140
Missouri, Vereinigung der drei Quellflüsse bis St. Louis	1 374 000	43	4 450
Ohio, von Pittsburg bis Cairo	530 000	16	1 560
Arkansas	456 000	14	2 400
Red River	234 000	7	1 900
Unterer Mississippi, St. Louis bis Mündung	182 000	6	2 030
Zusammen	3 222 000	100	

Man unterscheidet sechs Hauptgebiete, die von sehr verschiedener Natur, Größe und Bedeutung sind.

Der obere Mississippi, der dem ganzen Stromsystem den Namen gegeben hat, ist weder nach Lauflänge, noch nach Wasserreichtum der Hauptfluß. Aber er hält die Haupttalrichtung von Norden nach Süden durchaus inne. Der Mississippi (d. h. großes Wasser) entspringt in etwa 500 m Seehöhe, sein Quelllauf bis zum Itaskasee ist 720 km lang, von da bis zur Mündung beträgt die Lauflänge rd. 4170 km, davon sind 3600 km schiffbar. Die Niedrigwassertiefe in der Stromrinne wächst von 4,6 m bei 110 m Niedrigwasserbreite bei St. Paul auf 5,5 m bei 1500 m Breite unterhalb der Ohio-Mündung und 28,5 m bei 670 m Breite in der Gegend von New-Orleans 174 km oberhalb der Mündung an. Die Tiefen sind jedoch nicht etwa durchgängig vorhanden, und die Sandbänke in der Stromrinne liegen bei Niedrigwasser oft nur 1,1 m unter Wasser. Die Regulierungsentwürfe des Mississippi und der Nebenflüsse rechnen nur mit rd. 3 m Fahrtiefe bis Chicago und beim Ohio bis Pittsburg aufwärts.

Das Gefälle des Mississippi zwischen St. Paul und St. Louis beträgt nur 83 mm/km. Die mittlere Niederschlagshöhe des oberen Mississippigebietes beträgt 700 mm im Jahre, im nördlichen Teil steigt sie bis auf 870 mm, im südlichen bis auf 1020 mm. Die Hochwassermenge bei Rock Island, 520 km oberhalb St. Louis, beträgt bei 241 000 km² Einzugsgebiet 7200 m³/s, die Niedrigwassermenge 600 m³/s¹⁾. Bei St. Louis beträgt die mittlere jährliche Abflußmenge des ganzen oberen Mississippibeckens 3540 m³/s, entsprechend 81/s km².

Der rauhe Festlandwinter im Nordteil bringt eine Eisdecke von 30 bis 60 cm Dicke und 3 bis 4 Monate Schneefall. Der Eisgang spielt jedoch in der Regel keine Rolle beim Hochwasser. Im Südteil des oberen Mississippi ist der Winter milder.

Der Missouri (d. h. Schlammfluß) ist nach seiner Lauflänge und Gebietgröße der Hauptstrom. Von der Vereinigung seiner drei Quellflüsse im Felsengebirge bis zur Mündung in den Mississippi bei St. Louis ist er 4450 km lang, bis zum Golf von Mexiko rd. 6480 km. 4600 km sind schiffbar. Seine Hauptzuflüsse empfängt der Missouri aus dem Felsengebirge, das im Winter große Schneemassen trägt, sonst aber arm an Niederschlägen ist. Sein Oberlauf hat die Eigenart eines Hochgebirgsflusses mit Niedrigwasser im Winter und Hochwasser im Mai und Juni. Die mittlere jährliche Abflußmenge des Missouri beträgt etwa 3000 m³/s oder 2,2 l/s km², also sehr wenig.

Das Niederschlagsgebiet der beiden Ströme bis St. Louis beträgt 1,825 Mill. km² oder 57 vH des gesamten Mississippibeckens. Bei Hochwasser führt der Fluß bis 32 000 m³/s, bei Niedrigwasser bis hinab zu 680 m³/s Wasser. Von St. Louis bis zur See hat der Fluß 2030 km

Länge und 115 m oder 57 mm/km Fallhöhe bei Niedrigwasser.

Der bei weitem wasserreichste Nebenfluß des Mississippi ist der Ohio, der das sehr regnerische Gebiet zwischen der Bodenschwelle südlich des Erie-Sees in dem Alleghanygebirge entwässert. Er entsteht aus der Vereinigung der beiden schiffbaren Flüsse Alleghany und Monongahela bei Pittsburg, von da bis zur Mündung bei Cairo ist er 1560 km lang.

Die mittlere jährliche Abflußmenge des Ohio bei 8500 m³/s = 16 l/s km², die Hochwassermenge 42 500 m³/s, die Niedrigwassermenge 1400 m³/s. Die Wasserstandshöhe schwankt bei Cincinnati um nicht weniger als 22,6 m²⁾. Es kommt ein Anstieg von 3,3 m in 12 h oder 6 m in 24 h vor oder ein Abfall um 8,5 m in zwei Tagen. Die Wasserführung wechselt also äußerst schroff. Die mittlere Regenhöhe beträgt 1140 mm, und zwar im Norden 890 mm, im Süden 1780 mm.

Obgleich das Einzugsgebiet des Ohio nur ein Drittel von dem des vereinigten Mississippi und Missouri ist, ist die Niedrig- und Mittelwasserführung des Ohio 1,3 mal die größte Abflußmenge 1,5 mal so groß wie die des vereinigten Mississippi und Missouri.

Der Tennessee ist wohl der ungebändigteste der Ohio-Zuflüsse, seine Wasserführung schwankt zwischen 2300 und 18 300 m³/s bei 101 000 km² Einzugsgebiet, ein Wasserstand wechselt im Unterlauf um rd. 15 m³⁾.

Das Gefälle des Ohio ist mit Ausnahme der Stromschnellen von Louisville sehr gleichmäßig und gering. Im Durchschnitt 83 mm/km. Die Mündung des Ohio bei Cairo liegt nur 300 km unterhalb der des Missouri. Hier sind 2,343 Mill. km² oder 73 vH des Stromgebietes des Mississippi gesammelt, während die Lauflänge bis zur Meere noch 1730 km beträgt. Das Gewässernetz ist landschafts ausgesprochen fächerförmig gestaltet, so daß dadurch wie auch durch das außerordentlich schwache Gefälle der unterliegenden Strecke des Mississippi von 53 mm/km die Bildung sehr hoher langanhaltender Wasserstände ungemein begünstigt wird.

Die aus dem Felsengebirge entströmenden rechtsseitigen großen Nebenflüsse des unteren Mississippi, der Arkansas und Red River, sind im Vergleich zum Hauptfluß im allgemeinen zahmer und wasserarm. Bei einzelnen Hochwassern, so auch 1927, wirkt aber besonders der Arkansas kräftig mit. Im Quellgebiet, das bis 4400 m hinauf reicht, fallen 500 bis 570 mm als Schnee, während die Gebiete östlich davon 300 bis 900 mm Niederschlag empfangen. Die Hochwässer sind teils Schmelzfluten, teils auf Wolkenbrüche zurückzuführen. Zu Zeiten ist das Gebiet fast wasserleer, viele Nebenflüsse versiegen im Sommer gänzlich. Das Klima ist im unteren Gebiet subtropisch. Zur Bewässerungszwecken waren 1912 im Gebiete des Arkansas Speicherbecken mit 250 Mill. m³ Inhalt angelegt.

Sehr regenreich ist das Gebiet, das zum unteren Mississippi unmittelbar entwässert. Schon die durchschnittliche Regenhöhe im März beträgt 150 mm. Im Januar, Februar und März 380 mm, in Hochwasserjahren steigt sie auf das Doppelte. Unterhalb Cairo beträgt die Hochwassermenge 57 300 m³/s und die Niedrigwassermenge rd. 2000 m³/s. Für New-Orleans wurde 1927 eine Zahl von 80 000 m³/s genannt. Der Hochwasserseil braucht von Cairo bis New-Orleans einen Monat. Bei dem äußerst geringen Gefälle von 32 mm/km bei Niedrigwasser, 44,5 mm/km bei Hochwasser auf der Strecke von Vicksburg bis Baton Rouge findet das Wasser nicht so rasch genug Abfluß. Unterhalb der Mündung des Red River auf einer 470 km langen Strecke macht sich bei Niedrigwasser bereits der Tideeinfluß der See bemerkbar.

Der jährliche Gang der Wasserstände schwankt an einigen Hauptpegeln ist in Abb. 1 dargestellt. Der obere Mississippi (St. Paul) hat im Januar das höchste monatliche Mittelwasser, der Missouri (Cincinnati) im Juni, einen Nebenseitel im April, ein drittes Scheitel treten auch in St. Louis auf. Der Ohio (Cincinnati) mit seinem Höchststand im März verlegt den Seil

¹⁾ Der Rhein bei Köln hat äußerstenfalls bei Eisstau 12,5 m monatliche Pegelschwankung.

²⁾ Der Rhein bei Caub führt bei gleichgroßem Einzugsgebiet 530 m³/s bis 8500 m³/s bei 8,50 m Wasserstandsunterschied.

³⁾ Der Rhein unterhalb der Moselmündung hat bei einem Einzugsgebiet von rd. der halben Größe etwas größere Abflußmengen.

Zahlentafel 2
Niederschlagshöhen und Abflußmengen, die zum Hochwasser von 1922 führten¹⁾

Niederschlag- gebiet	Februar		März		April		Zusammen etwa	
	Niederschlag- höhe mm	Abflußmenge Mill. m ³	Niederschlag- höhe mm	Abflußmenge Mill. m ³	Niederschlag- höhe mm	Abflußmenge Mill. m ³	Niederschlag- höhe mm	Abflußmenge Mill. m ³
Ohio	17,80	11,7	44,40	29,4	31,79	20,9	93,99	62,0
oberer Mississippi	6,86	4,4	12,94	8,2	18,30	11,5	38,10	24,1
unterer "	10,16	11,5	17,51	20,0	7,62	8,7	35,29	40,2
Missouri	8,64	3,9	31,75	10,6	34,03	15,8	74,42	30,3
Arkansas	8,64	3,7	25,90	11,1	23,37	100,0	57,96	24,8
Red River	10,67	4,9	19,30	8,2	17,52	8,2	47,49	21,3
in ganzen	62,77	40,1	151,80	87,5	132,63	75,1	347,20	202,7
Abflußverhältnis	—	0,27	—	0,25	—	0,23	—	0,25

¹⁾ Die Niederschlagsmassen der Teilgebiete sind aus Isohyeten ermittelt und sodann auf das wirksame Gesamtgebiet des Mississippi, Zahlentafel 5, als Niederschlagshöhen in mm umgerechnet; dies Verfahren ist in Deutschland nicht üblich. Hier wird der amerikanischen Methode gefolgt. Das Verhältnis von Abflußmasse zu Niederschlagsmasse ist als unveränderlich in den Teilgebieten angenommen. Genaue Abflußmessungen liegen nicht zu Grunde.

in ganzen Stromlauf unterhalb Cairo auf den April. Der Arkansas mit seinem Höchststand im Mai vermag den Abfluß zum Mai hin nur etwas aufzuhalten.

Die niedrigsten Wasserstände treten im Arkansas bereits im August, im Ohio im September, im unteren Mississippi im Oktober und November, im oberen im Dezember auf. Der untere Missouri hat im Januar Niedrigwasser.

Für das Hochwasserjahr 1922 sind die durchschnittlichen Niederschlagshöhen und Abflußmassen der Teilgebiete des Mississippibeckens für die entscheidenden Hoch-

wassermonate Februar, März und April in Zahlentafel 2 zusammengestellt.

In andern Hochwasserjahren sind die Niederschlagsmassen und ihre Verteilung natürlich anders. Die durchschnittliche Niederschlagshöhe für 1922 des Gesamtgebiets betrug 349 mm, das entspricht einer Regenmasse von 1120 km³ in drei Monaten. Die Abflußmasse dieser Monate ist zu rd. 200×10^9 m³ oder durchschnittlich 26 400 m³/s, der Abflußbeiwert zu 0,25 geschätzt worden. Örtlich und zeitlich sind die Niederschläge noch größer. So sind am Red River bis 610 mm in drei Monaten, am unteren Missouri bis 175 mm in einer Woche beobachtet worden. In größeren Gebieten des Ohio sind bei andern Fluten Niederschläge von über 100 mm an einem Tage gemessen worden, vereinzelt 150 mm.

Inzwischen sind die amtlichen Wetter- und Wasserstandsberichte bis Ende März 1927 in Deutschland eingetroffen; hiernach kann man sich bereits einen Überblick über die Anfänge des diesjährigen Frühjahrshochwassers machen.

Im Januar 1927 haben die Niederschläge im Gebiet des Ohio und Arkansas die durchschnittliche Höhe bis um 100 mm übertroffen, auf großen Flächen um 50 mm. Im Februar war der Überschuß minder groß, er erstreckte sich hauptsächlich auf das Felsengebirge und das Quellgebiet des Ohio, während das Tal des mittleren Mississippi Fehlbeträge bis zu 50 mm aufwies; bis weit in den Süden — Shreveport und Vicksburg — kamen Schneefälle vor; im Quellgebiet des Ohio fielen bis 75 cm Schnee. Ende Februar lag eine zusammenhängende Schneedecke im Bereich des Arkansas, Missouri, oberen Mississippi und oberen Ohio von rd. 5 cm mittlerer Höhe. Der März brachte wiederum recht bedeutende Niederschläge, die fast im ganzen Stromgebiet das gewöhnliche Maß beträchtlich übertrafen, am meisten am mittleren Mississippi, wo der Überschuß bis auf 150 mm stieg. Ein großer Teil der Niederschläge fiel als Schnee. Die Wärme übertraf die mittlere des März fast durchweg, am meisten im Nordteil, wo der Überschuß bis zu 4,5 °C stieg. Hierdurch wurde die Schneedecke weggewaschen. Ende März lagen nur noch im Felsengebirge, wo die Temperatur unter der mittleren zurückgeblieben war, Reste davon. Die Abflußmengen sind durch die Schneeschmelze sicher beträchtlich vermehrt worden. Entsprechend der Zugrichtung der Tiefdruckgebiete, die vielfach dem weiter unten erwähnten „Südwest-Typ“ angehörten, herrschten im März im ganzen Gebiet Winde aus südlichen Richtungen vor. Der Januar brachte in verschiedenen Gebieten bereits Hochwasser. Die Wasserstände im Februar überschritten die Gefahrlinie an einer Reihe von Pegeln. Im März verbreitete sich die Flut weithin, der sonst so gefährliche Ohio blieb mäßig erregt. Der mittlere und der untere Mississippi stiegen stetig an. Die entscheidende Wendung zum verheerenden Hochwasser ist erst im April eingetreten.

Wetterlage

Die Hochwasser werden durch folgende Wetterlage hervorgerufen: Stürme vom „Südwest-Typ“ brechen von der Nordküste des Stillen Ozeans über das Zentralplateau und das Felsengebirge in Texas ein. Die Sturmbahn

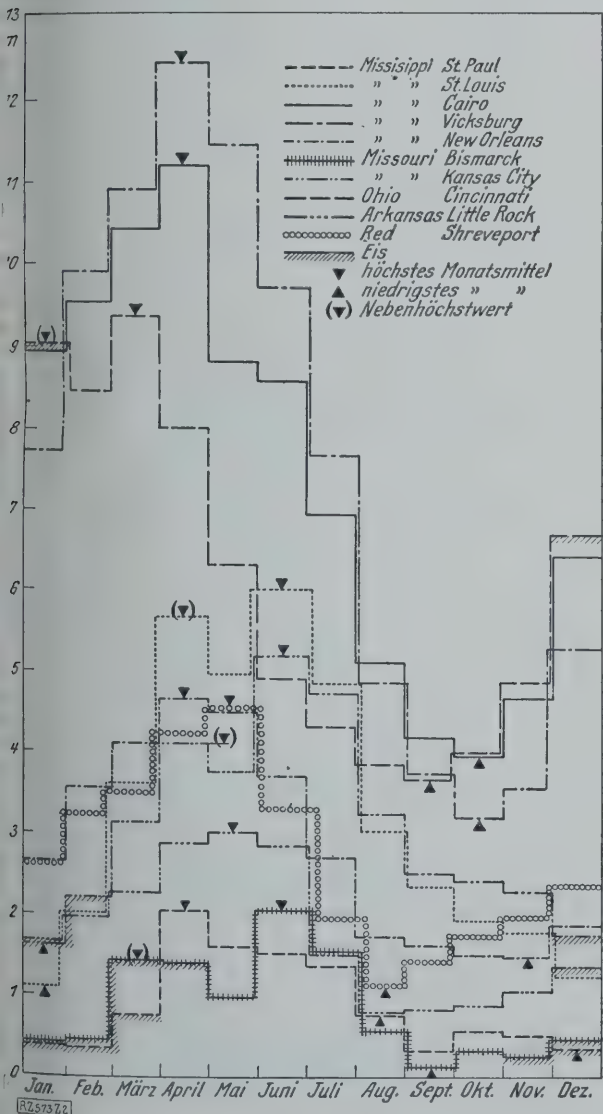


Abb. 2

Mittlere monatliche Wasserstände der Jahresreihe 1913 bis 1924 (ohne das Jahr 1920)

Zahlentafel 3
Anzahl der Hochwasser mit Überschreitung der Gefahrgrenze und der schweren Hochfluten ()

Pegelstelle	Strom	1871 1880	1881 1890	1891 1900	1901 1910	1911 1922 ¹⁾	Summe	Mittlere Zeiträume zwischen zwei Fluten Jahre
Cincinnati	Ohio	4 (1)	7 (6)	7 (5)	9 (5)	12 (7)	39 (24)	1,33 (2,17)
Johnsonville (Tenn.)	Tennessee	—	7 (5) ²⁾	6 (4)	3 (1)	10 (6)	26 (16)	1,65 (2,69) ³⁾
Nashville (Tenn.)	Cumberland	4 (1)	7 (5)	6 (2)	3 (1)	12 (7)	32 (16)	1,62 (3,25)
Kansas-City (Mo.)	Missouri	1 (0)	2 (0)	5 (0)	7 (3)	8 (2)	23 (5)	2,26 (10,4)
St. Louis (Mo.)	Mississippi	1 (0)	3 (1)	3 (1)	6 (3)	6 (0)	19 (5)	2,74 (10,4)
Memphis (Tenn.)	"	5 (0)	8 (0)	6 (0)	9 (4)	10 (6)	38 (10)	1,37 (5,20)
Vicksburg (Miss.)	"	7 (1)	10 (3)	7 (5)	7 (2)	9 (6)	40 (17)	1,30 (3,06)
New-Orleans (La.)	"	7 (1)	10 (1)	9 (3)	6 (3)	7 (5)	39 (13)	1,33 (4,0)
Little Rock (Ark.)	Arkansas	12 (4)	9 (2)	6 (2)	6 (1)	4 (0)	37 (9)	1,41 (5,78)
Alexandria (La.)	Red River	—	—	2 (0)	3 (1)	5 (0)	10 (1)	3,80 (38,0) ⁴⁾

¹⁾ 12 Jahre²⁾ einschließlich 1880³⁾ 43 Jahre⁴⁾ 38 Jahre.

bewegt sich dann in nordöstlicher Richtung, zumeist längs des Ohiotales rasch vorwärts, das Hochdruckgebiet liegt auf der Nordseite. Es wird also warme feuchte Luft vom Golf angesaugt. Diese Stürme treten am häufigsten vom Januar bis April auf und haben schwere Regenfälle im Gebiet des unteren Mississippi und des Ohio im Gefolge.

Schon gewöhnliche Regenfälle genügen im Winter, um Hochwasser im unteren Mississippi hervorzurufen, so daß außerordentliche Niederschläge Überschwemmungsgefahr in diesem Gebiete verursachen, ehe noch das Hochwasser des Ohio eintrifft.

Der Ohio und seine Nebenflüsse, hauptsächlich die südlichen, sind unruhige und schnellfließende Ströme, die rasch anschwellen. Die Regenhöhen in den Alleghanys sind besonders groß. Infolgedessen muß ein vom Ohio kommendes Hochwasser, das auf den bereits hochgehenden Mississippi trifft, in diesem schwere Fluten erzeugen. Der Ohio und der untere Mississippi allein können ein großes Hochwasser hervorbringen, ohne daß der obere Mississippi und seine westlichen Nebenflüsse mitwirken. Tatsächlich haben die letztgenannten gewöhnlich nur mittlere Wasserführung, wenn der Ohio und der untere Mississippi ihr Hochwasser bringen.

Mit zunehmender Größe des Niederschlagsgebietes sinkt die Wahrscheinlichkeit gleichzeitiger Überregnung. Ein Zusammentreffen der Hochwasser aller Nebenflüsse ist noch nie beobachtet worden, unmöglich ist es jedoch nicht. Was dann geschieht, ist nicht auszudenken. Bei der letzten großen Flut von 1922 scheint das Zusammentreffen dem Höchstfalle näher als je vorher gekommen zu sein. Der Missouri unterhalb Kansas-City, der obere Mississippi, der Illinois, der Unterlauf des Ohio, Arkansas und Red River hatten fast zu gleicher Zeit Hochwasser. Zum Glück fiel damals der obere Ohio mit Cumberland und Tennessee aus.

Die zeitliche Verteilung der Niederschläge ist von gleicher Bedeutung wie ihre Höhe. Es kommen in reißenden Flüssen Hochwasser nach eintägigem schwerem Regen vor, während am unteren Mississippi zwei bis drei Monate Dauerregen dazu gehören.

Häufigkeit und Dauer der Hochwasser

Die Häufigkeit der Hochwasser weist merkliche Schwankungen in den einzelnen Zeitabschnitten auf. Als Grenze des Hochwassers ist dabei für jeden Pegel ein gefahrdrohender Wasserstand (flood stage) festgesetzt, der etwas über dem bordvollen Strom liegt. Man unterscheidet drei Stufen der Hochfluten: Kleine, die diese Grenze um nicht mehr als einen Fuß überschreiten, schwere von zwei bis drei Fuß und schwerste (Katastrophenhochwasser). Der Begriff des „mittleren Hochwassers“ im Sinne unserer Gewässerkunde ist anscheinend nicht bekannt. Die Zahlentafel 3 bringt die Gesamtzahl der Wasserstände über der Gefahrgrenze und der schwersten Hochwasser (letzte Anzahl in Klammern) an einigen Hauptpegeln.

Man sieht, daß die Grenzhöhe der gefährlichen Hochwasser ziemlich verschieden liegt, je nach Uferhöhe. Die Häufigkeit der gewöhnlichen Fluten hat seit 1871/80 nicht wesentlich zugenommen, wohl aber ist die Zahl der schweren Fluten, also die Höhe des Wasserstandes, gewachsen.

Die Hochwasser treten in ziemlich regelmäßigen Zwischenräumen auf. Besonders starke Hochwasserjahre

waren 1882, 1897, 1903, 1907, 1912, 1913, 1916, 1920 und 1922. Außerordentlich groß ist auch die Dauer der gefährlichen Hochwasserstände, wie Zahlentafel 3 zeigt. Sie steigt bis 81 Tage bei Melville im Atchafalapa.

Steigerung der Hochfluten

Von größter Bedeutung ist, genau wie in Deutschland, die Frage, ob die Hochwassergefahr im Laufe der Jahre gewachsen ist. Abb. 3 läßt dies unbedingt bejahen. Während sich in älterer Zeit die Hochwasser von Cairo abwärts

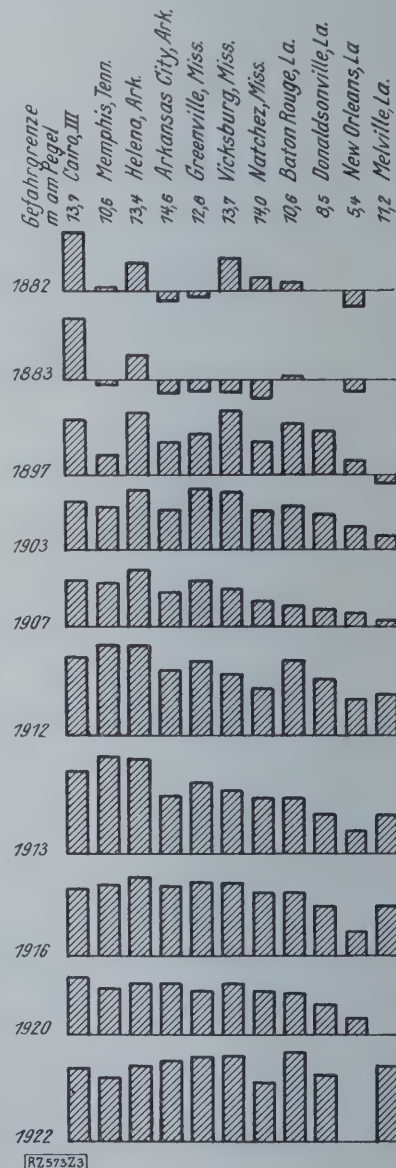


Abb. 3

Änderung der Scheitelstände des unteren Mississippi oberhalb der Gefahrgrenze im Laufe der Jahre

Zahlentafel 4
Dauer der Hochwasserstände über der Gefahrgrenze in Tagen

Ort und Gefahrgrenze	Strom	1882	1883	1893	1900	1903	1907	1912	1913	1916	1920	1922
St. Louis . . . 9,15	Mississippi	9	17	5	5	16	0	7 2	0	3	0	14
Cairo 13,72	„	24	21	18	48	20	15 ¹⁾ 8	32 ¹⁾ 14	20 ¹⁾ 27	42	30 ¹⁾ 14	53
Memphis . . . 10,50	„	6	—	10	44	23	16 ¹⁾ 7	56 30	25 ¹⁾ 30	49	48	56
icksburg . . . 13,72	„	39	—	45	70	59	32 ¹⁾ 7	61 38	25 ¹⁾ 10 ¹⁾	60	71	64
ew-Orleans . . 5,49	„	—	—	—	52	62	32 ¹⁾ 7	60 38	10 ¹⁾ 23	52	69	63
incinnati . . . 15,25	Ohio	9	?	?	7	8	?	12	23	9	?	5
ohnville . . . 9,45	Tennessee	32	0	10	28	9	0	12 ¹⁾ 4	9	7	14	15
ashville . . . 12,20	Cumberland	23	6	3	11	1	0	10 ¹⁾ 6	12 ¹⁾ 9	7	8 ¹⁾ 6	18
ine Bluff . . . 7,62	Arkansas	14	16	15	0	0	22	5 ¹⁾ 5	0	9	0	4
lexandria . . . 10,98	Red River	—	—	—	—	7	0	0	0	8	9	12

¹⁾ Zwei Fluten über Gefahrgrenze. ? Angabe fehlt.

Zahlentafel 5¹⁾
Regenhöhen von sieben Fluten, umgerechnet auf die wirksamen Flächen des gesamten Einzugsgebietes

Einzugsgebiet und zugrunde gelegte Fläche km²	Gebietsanteil für die Berechnung vH	Regenhöhen in mm						
		1882	1903	1912	1913	1916	1920	1922
Ohio 528 000	24	124,4	86,3	99,0	109,1	71,1	63,5	94,0
berer Mississippi 384 000	17	38,1	22,9	35,6	35,6	27,9	25,4	38,1
nterer „ 156 000	7	45,7	35,6	38,1	35,6	25,4	25,4	35,3
issouri 532 000	24	33,0	25,4	53,3	35,6	35,6	35,6	74,4
rkansas 375 000	17	48,2	35,6	50,8	35,6	33,0	27,9	58,0
ed River 231 000	11	40,6	38,1	35,6	27,9	22,9	25,4	47,5
zusammen 2 206 000	100	330,0	243,9	312,4	279,4	215,9	203,2	347,3

¹⁾ Das wirksame Einzugsgebiet des Mississippi enthält die obersten Gebiete des Arkansas, Missouri und Mississippi nicht, weil diese zu den Hochfluten kaum beitragen; im übrigen vergl. die Anmerkung zu Zahlentafel 2.

also nach Aufnahme des Ohio — mehr oder weniger tiefen und die Gefahrgrenze wenig oder gar nicht überschritten, laufen sie in jüngerer Zeit nach unten zu immer höher auf. Ähnliches zeigt sich am Rhein auch. Die Flußsohle hat sich nicht erhöht, wie durch Abflußmessungen und Querschnittaufnahmen nachgewiesen ist. Die Verregnung des Gebiets ist an dieser Steigerung ebenfalls nicht schuld. Das geht aus der Zahlentafel 5 hervor, die Verteilung und Gesamthöhe der Niederschläge für einige Fluten wiedergibt.

Danach war z. B. der Niederschlag 1922 nicht wesentlich größer als 1912 und 1882, die Wirkung im Unterlauf aber viel erheblicher. Die Herkunft der Wassermassen und ihr Zusammentreffen darf allerdings nicht außer acht gelassen werden.

Die Hauptursache des Anstiegs der Hochwasser muß nun in der Eindeichung suchen. 1882 war das Deichsystem, das den Mississippi von Cairo abwärts begleitet, noch in seinen Anfängen; heute ist ein geschlossenes Hochwasserschutz bis zur Mündung vorhanden. Unter Berücksichtigung der entlastenden Deichbrüche einerseits und der Stauwirkung des 1903 errichteten und 1920 bis 1922 wieder fertiggestellten Dammes der Missouri-Pacific-Bahn bei St. Louis sowie des wechselnden Einflusses der großen Nebenflüsse ist sich der Flutscheitel zwischen Cairo und Memphis im Jahre 1882 um 1,8 m gehoben. Stromab verläuft sich die Hebung allmählich; man nimmt an, daß 1 cm Hebung auf etwa 3 km verschwindet.

Die Größe des natürlichen Überschwemmungsgebietes vor den großen Dammbauten rd. 77 000 km²;
1903 wurden überschwemmt 35 000 „
1912 18 000 „
1922 46 000 „
1922 34 000 „

Gewaltig wie die Fluterscheinungen sind auch die Schäden der Hochwasser. Die von 1912 werden zu 330 Mil-

lionen Mark angegeben, 1913 zu 690 Millionen Mark, 1922 bei geringeren Deichbrüchen zu 72 Millionen Mark. 467 Menschen fielen 1913 der Flut zum Opfer, die durch die Überschwemmung obdachlos gewordenen zählen in die Hunderttausend.

Für die Hochflut von 1927 werden von Herbert Hoover, Staatssekretär für Handel der Vereinigten Staaten, der das Hilfswerk für das Überschwemmungsgebiet leitet, einige Zahlen der Öffentlichkeit übergeben, die hier angefügt werden mögen.

Das Überschwemmungsgebiet ist 90 000 km² groß, d. h. größer als das frühere natürliche Überschwemmungsgebiet.

600 000 Menschen sind von ihren Heimstätten vertrieben, 750 000 von der Überschwemmung berührt; New Orleans mit 600 000 Einwohnern wurde durch die Sprengung der Deiche unterhalb der Stadt vor der Überschwemmung bewahrt. Der Schaden wird auf 800 bis 1600 Mill. \$ geschätzt.

Hochwasserwarnung

Der Hochwasserwarnungsdienst und die Hochwasser-vorhersage sind unter diesen Umständen von der allergrößten Bedeutung, und die in Sicherheit gebrachten Werte sind außerordentlich hoch. In vielen Fällen sind sie auf mehr als die Hälfte der verlorenen Werte berechnet worden. Infolge des großen zeitlichen Vorsprungs von einer bis vier Wochen von Cairo abwärts, den die ersten Warnungen vor dem Eintreffen der Flut haben, wird das gefährdete Land zuweilen gar nicht erst bestellt; jedenfalls können Maßregeln zur Verteidigung getroffen werden. Die Vorhersagen werden immer unter dem Vorbehalt gegeben: „wenn die Dämme nicht brechen“ und „wenn keine ungewöhnlichen Regenfälle eintreten“. Die Genauigkeit der Vorhersage ist recht befriedigend und die Bevölkerung der gefährdeten Gebiete hat ihre anfänglich ablehnende Haltung aufgegeben. [B 573]

Der gegenwärtige Stand des Diesellokomotivbaues

Von Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Lomonosoff, Kiew

(Aus dem Russischen übersetzt von Dr.-Ing. E. Mrongovius, Berlin)

Die Grundsätze einer zweckmäßigen Diesellokomotivbauart werden erörtert, die Vier- und Zweitaktmotoren in Bezug auf ihre Verwendbarkeit geprüft, die verschiedenen bisher vorgeschlagenen Lokomotivbauarten erwähnt, ihre Aussichten und Erfolge kurz geschildert und einige für die zu wählende Bauart wichtige Gesichtspunkte angeführt

Jede Diesellokomotive besteht aus folgenden vier Hauptteilen: 1. den Fahrgestellen, 2. dem Dieselmotor, 3. dem Kühler, 4. der Übertragung. Das Fahrgestell einer Diesellokomotive unterscheidet sich im Grunde genommen nicht von den Bauarten, die eine hundertjährige Praxis für Dampflokomotiven entwickelt hat. Ich will daher auf diesen Teil nicht näher eingehen.

Die größte Schwierigkeit in der Anwendung von Dieselmotoren auf Lokomotiven besteht darin, daß der Motor nur in verhältnismäßig engen Geschwindigkeits- und Belastungsgrenzen wirtschaftlich und zuverlässig arbeitet. Bei sehr geringen Kolbengeschwindigkeiten (unter 0,5 m/s) kann der Motor überhaupt nicht arbeiten. Infolgedessen muß er mittels Druckluft oder einer andern von irgend-einer Quelle erzeugten Kraft angelassen werden, d. h. im Vergleich mit der Dampflokomotive fehlt diesem Motor die für den Eisenbahndienst erforderliche Anpassungsfähigkeit.

Im Unterschied aber zu ortfesten Maschinen und Schiffsmaschinen müssen Lokomotiven unter außerordentlich veränderlichen Bedingungen arbeiten. Sie müssen in der Lage sein, schwere und leichte Züge zu befördern, sowie auch ohne Zug zu fahren. Außerdem müssen Lokomotiven bei beliebiger Zuglast, bis zu den höchsten, die Züge in Steigungen, ebenen Strecken und Gefällen befördern. Die Lokomotiven müssen die Züge bei verschiedenen Streckenprofilen mit vorgeschriebenen Geschwindigkeiten fahren können, die durch die Signale, den Zustand der Strecke und Brücken und sogar die Bremsart bedingt sind. Ganz allgemein kann man sagen, daß die Geschwindigkeit und die Belastung von null bis zu einem Höchstwert veränderlich sein muß, während in Gefällen sogar negative Arbeit gefordert wird, d. h. ein Lokomotivmotor muß den höchsten Grad der Anpassungsfähigkeit aufweisen. Die Dampflokomotive erhielt in dieser Hinsicht bereits von Stephenson eine außerordentliche Vollkommenheit, und ihre grundsätzliche Bauart veränderte sich fast gar nicht mehr. Die Anpassungsfähigkeit der Dampflokomotive an die Bedingungen des Eisenbahndienstes ergibt sich daraus, daß ihre Maschine bei den geringsten und höchsten Geschwindigkeiten völlig zuverlässig arbeiten kann, sowie daraus, daß die Zugkraft bei beliebiger Stellung des Reglers und der Steuerung mit wachsender Geschwindigkeit selbsttätig rasch sinkt. Diese Eigenschaft der Selbstreglung bei der Dampflokomotive, die erst in der letzten Zeit theoretisch richtig bewertet wurde, ist aber außerordentlich wertvoll¹⁾.

Wir sehen, daß zur Schaffung einer Diesellokomotive, die ein brauchbares Werkzeug des Bahnbetriebes sein soll, entweder der Dieselmotor grundlegend verändert werden muß, indem er den gleichen Grad der Anpassung wie eine Dampfmaschine erreicht, oder die Ergänzung dieser ungenügenden Anpassungsfähigkeit des Dieselmotors muß durch Einführung einer besonderen Übertragung erzielt werden. In beiden Richtungen ist im Laufe der letzten Zeit von der Technik der ganzen Erde viel erreicht worden. Die Versuche zur Schaffung eines Lokomotivdieselmotors, der anpassungsfähiger ist als der ortfeste Motor und der Schiffsdieselmotor, haben bereits zum Erfolg geführt. Die Viertakt-Schnellläufermotoren der Firma Beardmore und der MAN entsprechen in bezug auf Gewicht und Regelfähigkeit bereits völlig den Anforderungen, die an sie bei der Verwendung der einfachsten Übertragung gestellt werden. Diese Motoren laufen ganz zuverlässig bei 50 bis 1000 Uml./min bei mittleren Drücken von 2 bis 9 at.

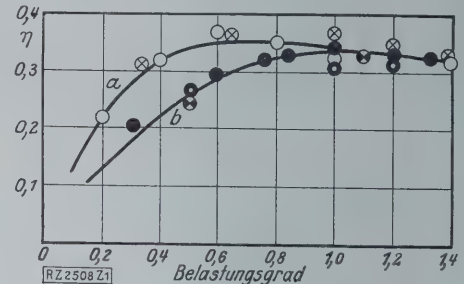


Abb. 1
Wirkungsgrade von Zwei- und Viertaktmotoren
a Wirkungsgrade von Viertaktmotoren
b „ „ „ Zweitaktmotoren

Eine Reihe von Firmen arbeitet zur Zeit an der Schaffung von Zweitakt-Lokomotiv-Dieselmotoren. Diese Aufgabe kann jedoch noch nicht als gelöst angesehen werden, und es scheint mir, daß auch bei der besten Lösung der Zweitaktmotor doch nie die Anpassungsfähigkeit erreichen wird, die bei Viertaktmotoren erreicht ist. In dieser Hinsicht ist Abb. 1 sehr anschaulich, in der die Schaulinie a die Wirkungsgrade von Viertaktmotoren anzeigt, die in letzter Zeit erprobt worden sind, und die Schaulinie b die Wirkungsgrade von Zweitaktmotoren. Auf der Abszissenachse sind die Leistungen angegeben, gemessen in Teilen der Nennleistung, aufgetragen. Wir sehen aus Abb. 1, daß bei Nennleistung und bei Überlastung die Viertakt- und Zweitakt-Dieselmotoren praktisch gleich wirtschaftlich arbeiten, während bei Unterbelastung, mit der die Lokomotiv-Dieselmotoren arbeiten müssen, die Viertaktmotoren bedeutend im Vorteil sind.

Bei der Wahl der Dieselmotoren ist ein sehr wichtiger Umstand für den Lokomotivdienst das Gewicht. 1 PS. Solange es mehr als 50 kg/PS betrug, war die Verwendung von Dieselmotoren auf Lokomotiven unmöglich. Bei neueren Diesellokomotiven sind Dieselmotoren verwendet worden, die 20 bis 30 kg/PS wiegen, während Flugzeuge bereits Dieselmotoren mit weniger als 5 kg/PS gebaut werden. Die Gewichtsverminderung wird durch folgende vier Maßnahmen erreicht: Erhöhung des mittleren indizierten Druckes, Erhöhung der Drehzahl, Erhöhung der Zahl der Arbeitshübe für eine Umdrehung und letztere Bauart. Mittels der ersten Maßnahme kann nur ein wenig erreicht werden, da bei Erhöhung von p_i bei 9 at bei dem Viertaktverfahren und über 7,5 at bei dem Zweitaktverfahren der Wirkungsgrad des Dieselmotors wesentlich sinkt. Bedeutend vorteilhafter ist die zweite Maßnahme — die Erhöhung der Drehzahl. Abb. 2 zeigt die Gewichte für 1 PS_e der derzeitigen Dieselmotoren (Z. Bd. 70 (1926) S. 1065). Wie zu erwarten war, zerfallen diese Werte in drei Gruppen: einwirkende Viertaktmotoren (weiße Kreise), einwirkende Zweitaktmotoren (weiße Kreise mit Punkten) und doppelwirkende Zweitaktmotoren (schwarze Kreise). Wir sehen aus Abb. 2, daß der Übergang von den Viertakt- zu den Zweitaktmotoren eine Gewichtsersparnis bei Drehzahlen unter 12 Uml./s, d. h. 720 Uml./min, ergibt, was einem Gewicht von etwa 12 kg/PS_e entspricht. Für eine weitere Gewichtsverminderung der Dieselmotoren wird vorwiegend hauptsächlich durch Verwendung von Aluminium an Stelle von Stahl, wodurch aber die Festigkeit der Teile verringert wird. Eine Diesellokomotive ist aber ein Flugzeug, und wenn Diesellokomotiven der gleichen Leistung wie die entsprechenden Dampflokomotiven gebaut werden sollen, so besteht kein Zwang, unter 12 kg/PS_e zu

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 849.

ht zu gehen, Dies alles spricht dafür, daß für die derzeitigen Verhältnisse die geeignetsten Dieselmotoren für Diesellokomotiven die Viertaktmotoren sind mit einer Drehzahl von etwa 720 Uml./min und einem Gewicht von etwa 100 kg/PS_e. Ein solcher Motor kann genügend anpassungsfähig gebaut werden, allerdings nicht so anpassungsfähig, man ohne Übertragung auskommen kann.

Der russische Professor Grinewetzki machte als erster den Versuch, der von seinen Schülern Schelest und Masing fortgesetzt wurde, an Stelle des Dieselmotors einen besonderen Lokomotiv-Verbrennungsmotor zu schaffen, um dadurch die Übertragung überflüssig zu machen, oder, richtiger gesagt, sie unsichtbar zu machen. Diese Versuche führten bisher nicht zum Erfolge infolge einer Reihe von baulichen und theoretischen Schwierigkeiten, auf die ich in meinem Buch „Die Diesellokomotive“, das in diesem Jahr erscheint²⁾, näher eingehe. In letzter Zeit versuchen die Firma Ansaldo in Italien und Günther in Deutschland die Aufgabe auf rein mechanischem Wege zu lösen. Der Vorschlag von Günther³⁾ beruht zunächst nur auf dem Papier. Die Lokomotive von Ansaldo, 1100 PS Leistung, für die italienischen Bahnen, wurde im Ende 1926 bereits fertiggestellt; die ersten Versuchsfahrten zeigten jedoch die Notwendigkeit mehr oder weniger wesentlicher Umbauten.

Jedenfalls läuft, abgesehen von der Still-Lokomotive⁴⁾, bis jetzt noch keine Diesellokomotive mit unmittelbarer Übertragung für eine einigermaßen bedeutende Leistung. Solange wir Dieselmotoren verwenden, muß eine ungenügende Anpassungsfähigkeit an die Verhältnisse des Eisenbahndienstes durch eine Übertragung ergänzt werden, die zur Veränderung der Drehzahl dient, d. h. des Verhältnisses zwischen der Drehzahl des Dieselmotors und der Räder. Im Laufe der letzten fünf Jahre sind über hundert verschiedene Vorschläge von Übertragungen gemacht worden. In bezug auf die Übertragungsart können sie in folgende vier Gruppen eingeteilt werden: 1. elektrische Übertragung, 2. Flüssigkeitsgetriebe, 3. mechanische Getriebe, 4. Gasübertragung.

Mittels der elektrischen Übertragung kann jeder Dieselbauart eine Elastizität der Regelung der Lokomotive erreicht werden, die die Anpassungsfähigkeit einer Dampflokomotive weit übertrifft. Nachteile sind die verwickelte Bauart, das hohe Gewicht und der hohe Preis. Dafür zeigte aber die zweijährige Erfahrung mit der ersten russischen Diesellokomotive Nr. 001, daß in bezug auf Zuverlässigkeit die elektrische Übertragung nichts zu wünschen übrig läßt. Das reiche Amerika will heute von andern Übertragungsarten nichts wissen. Man sei aber erwähnt, daß in Amerika Diesellokomotiven ausschließlich für Verschiebebetrieb verwendet werden, bei dem die Elastizität besonders wichtig ist. Auf diesem Ge-

biet sind Diesellokomotiven mit elektrischer Übertragung natürlich unersetzlich.

Die deutsche Technik beschäftigte sich bis zur letzten Zeit hauptsächlich mit dem Flüssigkeitsgetriebe. Die bisherigen Ergebnisse können jedoch nicht als befriedigend anerkannt werden. Während der Wirkungsgrad der elektrischen Übertragung etwa 85 vH, der mechanischen etwa 90 vH beträgt, ergaben die bisher erprobten Flüssigkeitsgetriebe nur 60 bis 70 vH. Meiner Anschauung nach ist der Hauptmangel des Flüssigkeitsgetriebes der, daß zur Kühlung des Arbeitsöles der Kühler um 30 bis 40 vH vergrößert werden muß. Die Unterbringung genügend großer Kühler aber ist überhaupt eine der schwierigsten Fragen des Diesellokomotivbaues.

Es wurde seit längerer Zeit angenommen, daß der Bau einer genügend elastischen mechanischen Übertragung nicht möglich ist. In dieser Hinsicht sind die Erfahrungen, die im Verlauf der Versuchsfahrten auf der Deutschen Reichsbahn mit der zweiten russischen Diesellokomotive Nr. 005 mit Zahnradgetriebe und elektromagnetischen Kupplungen gemacht worden sind, als eine außerordentlich wichtige Entwicklungsstufe des Diesellokomotivbaues anzusehen. Mit Hilfe der elektromagnetischen Kupplungen der Firma Magnet-Werk, Eisenach, und des Zahnradgetriebes von Krupp gelang es, eine genügende Anpassungsfähigkeit zu erzeugen. Natürlich ist diese Getriebe-Lokomotive nicht so elastisch in der Regelung wie eine Diesellokomotive mit elektrischer Übertragung und nicht einmal wie eine Dampflokomotive. Die Versuche zeigten aber, daß für Personen- und durchgehenden Güterverkehr die Anpassungsfähigkeit ausreichend ist. Dabei ist die Getriebe-Lokomotive um 30 vH billiger als eine Diesellokomotive mit elektrischer Übertragung und nur um 50 vH teurer als eine Dampflokomotive von entsprechender Leistung; eine Diesellokomotive mit elektrischer Übertragung ist also um 115 vH teurer als eine Dampflokomotive.

Wie bedeutend der Erfolg der russischen Diesel-Getriebe-Lokomotive mit Magnetkupplungen war, kann daraus ersehen werden, daß noch vor den endgültigen Versuchen in Rußland die Deutsche Reichsbahn der Lokomotivfabrik Hohenzollern, A.-G., Düsseldorf, eine ähnliche Diesellokomotive in Auftrag gegeben hat. Es darf aber ein wesentlicher Mangel der russischen Diesel-Getriebe-Lokomotive nicht verschwiegen werden, der bei den Versuchsfahrten in Deutschland festgestellt worden ist. Es handelt sich hier darum, daß bei der Veränderung der Übersetzung mittels des Getriebes beim Übergang von einer Geschwindigkeitsstufe zur andern die Hauptkupplung ausgeschaltet werden muß, d. h. die Zugkraft auf null herabsinken, um dann wieder den vollen Wert zu erreichen. Nach Ansicht sehr sachkundiger Fachleute ist dieses Verfahren ganz unzulässig, da es zum Zerreißen des Zuges führen kann. Man kann sich dieser Meinung jedoch nur mit Vorbehalt anschließen. Die tägliche Praxis zeigt, daß, wenn eine Dampflokomotive zu schleudern beginnt, der Lokomotivführer für einige Sekunden den Regler schließt, d. h. die Zugkraft auf null herabsinken läßt. Wenn der Regler nur während 5 bis 10 s geschlossen wird, so zerreißt der Zug nie, wird jedoch der Regler 30 bis 60 s lang geschlossen, und zwar auf einem ansteigenden Streckenabschnitt, so ist das Zerreißen eines durch die Kupplungen schlecht gespannten Zuges fast unvermeidlich. Wesentlich hierbei ist also die Dauer der Unterbrechung der Zugkraft. Bei der Diesel-Getriebe-Lokomotive wurde durch genaue Messungen festgestellt, daß beim Übergang von einer Geschwindigkeitsstufe auf eine andere die Zugkraft nur etwa 17 s lang null bleibt. Diese Zeit ist ziemlich lang. Gelingt es jedoch, sie auf etwa 5 s herabzusetzen, so besteht keine Gefahr des Zerreißen. Im Gegenteil, bei ausreichender Erfahrung des Lokomotivführers kann die Diesel-Getriebe-Lokomotive beliebige Züge auf beliebigen Steigungen befördern. Man kann daher im schlimmsten Falle nur von einer nicht ganz gelungenen Bauart der Magnetkupplungen der ersten Getriebe-Lokomotive sprechen, aber keinesfalls von einer Unanwendbarkeit dieser Kupplungsart für Diesellokomotiven. Zur Zeit ist die erste russische Diesel-Getriebe-Lokomotive mit Magnet-

¹⁾ Beim VDI-Verlag.

²⁾ Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens Bd. 82 (1927) S. 39.

³⁾ „The Engineer“ Bd. 143 (1927) S. 410.

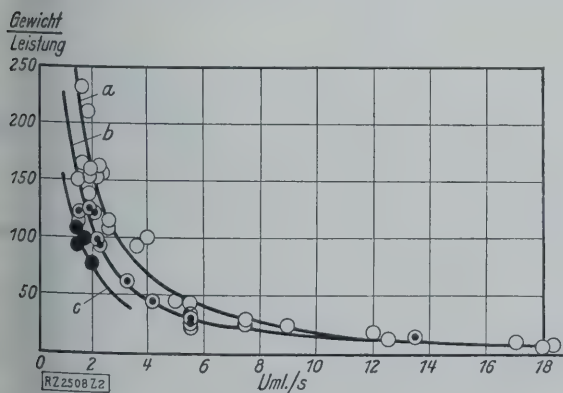


Abb. 2

Gewichte von Dieselmotoren bezogen auf 1 PS_e Leistung

- a einfach wirkende Viertaktmotoren
- ◐ b „ „ Zweitaktmotoren
- c doppelt „ „ „

kupplungen die einfachste, wirtschaftlichste (Wirkungsgrad am Umfange der Treibräder 29 vH) und billigste Diesellokomotive der Welt, wenn auch verschiedene bei einer neuen Sache unvermeidliche Fehler gemacht worden sind.

Die verschiedenen Bauarten der Gasübertragung sind aus dem Laboratoriumszustand noch nicht herausgekommen. An der Spitze der Entwicklung der Gasübertragung stehen Zarlatti, Christiani und M A N - Maschinenfabrik Esslingen. Die Lokomotive von Zarlatti ist bereits im Betrieb, die Lokomotive von M A N - Maschinenfabrik Esslingen wird voraussichtlich im Sommer d. J. in Betrieb kommen, während die Lokomotiven von Zarlatti und Christiani schon ihre ersten Fahrten auf der Strecke machen. Man kann mit einem Erfolg dieser beiden Lokomotiven rechnen. Irgendwelche zuverlässigen Betriebsergebnisse liegen jedoch noch nicht vor. Man kann nur bemerken, daß im Bau eines Kompressors für Lokomotivzwecke die Firma M A N Ergebnisse erzielte, die vor einem Jahre noch nicht für möglich gehalten werden konnten.

In letzter Zeit wird mehr und mehr die Frage aufgeworfen, ob es denn notwendig sei, die gesamte Leistung des Dieselmotors durch die Übertragung zu leiten, d. h. ob es nicht möglich wäre, eine genügende Elastizität der Regelung dadurch zu erzielen, daß die Leistung des Antriebmotors in zwei Teile geteilt wird, von denen der eine Teil den Triebrädern unmittelbar zugeführt, während der andre Teil durch die Übertragung geleitet wird.

Hierbei würden die Abmessungen, das Gewicht und der Preis der Übertragung natürlich geringer werden, dafür ändert sich aber die Umlaufzahl des Dieselmotors unmittelbar mit der der Treibräder. Da die Leistung des Dieselmotors aber mit der Drehzahl wächst, so kann die volle Leistung des Motors nur bei der höchsten Geschwindigkeit entwickelt werden.

Für Schnellzugbetrieb wäre dies zulässig, für Güterzugbetrieb natürlich nicht. Bei Güterzugbetrieb ist die höchste Leistung bei Geschwindigkeiten von 15 bis 20 km/h erforderlich, mit denen die Güterzüge die Steigungen befahren müssen. Die Möglichkeit einer Geschwindigkeitserhöhung in ebenen Strecken hat, insbesondere bei Handbremsung, hierbei keine praktische Bedeutung. Die Anwendung einer Teilübertragung kann daher nur für Personenzug-Diesellokomotiven erfolgreich sein, wo eine besondere Anpassungsfähigkeit von der Lokomotive auch nicht verlangt wird. Bei genügend elastischen Dieselmotoren genügt für Personenzuglokomotiven die einfachste Übertragung. Die Teilübertragung hat daher kaum Aussicht, eine weitere Verbreitung zu finden.

Von der Teilübertragung ist die Differentialübertragung zu unterscheiden. Bei der Teilübertragung bleibt die unmittelbar übertragene Leistung mehr oder weniger gleich. Bei der Differentialübertragung kann sie von null bis zu einem Höchstwert beliebig verändert werden. Vom eisenbahntechnischen Standpunkt aus betrachtet, ist diese Übertragungsart sehr zweckmäßig, aber die vorgeschlagene

Bauart dieser Übertragung⁵⁾ ist so verwickelt, daß wohl kaum Aussicht auf eine weitere Verbreitung hat. Diese Übertragungsart gehört auch das Getriebe (von Schneider⁶⁾), das von der Lokomotivfabrik Winterthur hergestellt ist, aber bisher auf keiner Diesellokomotive verwandt wurde.

Hinsichtlich der Kühler ist zu sagen, daß bei mehreren recht befriedigenden Bauarten vorhanden sind, von denen ich die Bauart von Schwaetzer mit Rippenrohre die beste halte. Die Frage der Kühler und ihre Thematik wird auch in meinem demnächst erscheinenden Buche „Die Diesellokomotiven“ ausführlich behandelt werden.

Es besteht noch eine Frage, die meiner Ansicht nach zur Zeit von außerordentlicher Wichtigkeit ist. Viele Ingenieure sind der Meinung, daß man beim Vorhandensein einer Reihe befriedigender Bauarten von Dieselmotoren, Kühlern und Übertragungen diese Einzelteile beliebig miteinander zusammenstellen kann. Dies ist vollkommen falsch. Die Technik kennt keine unbedingten Lösungen. Was unter bestimmten Bedingungen gut ist, kann unter andern Bedingungen unbrauchbar sein. Vor allem muß berücksichtigt werden, daß die Arbeitsbedingungen der Lokomotive nie gleich sind. Als die beiden Grenzfälle kann man den Verschiebedienst und den Schnellzugdienst auf ebenen Strecken bezeichnen. Im Verschiebedienst sind die Arbeitsbedingungen der Lokomotive ständig veränderlich; beim Schnellzugbetrieb sowie auf Schiffen arbeitet der Motor längere Zeit unter gleichen Bedingungen. Wir haben bereits erwähnt, daß für den Verschiebedienst die elektrische Übertragung die beste Lösung der Aufgabe ist. Für Personenzugverkehr ist sie aber unbedingt unzweckmäßig.

Außerdem ist klar, daß die Verbindung der elektrischen Übertragung mit einem neuen, besonders elastischen Dieselmotor infolge des hohen Preises und des verhältnismäßig geringen Wirkungsgrades dieser Motoren zwecklos ist. Im Gegensatz dazu ist die Erzielung befriedigender Ergebnisse mit dem Zahnradgetriebe und elektromagnetischen Kupplungen, insbesondere im Güterzugverkehr, nur bei einer Verbindung dieser Übertragungsart mit einem elastischen Dieselmotor möglich. Ich bin der Ansicht, daß diese Übertragungsart für Zweitakt-Dieselmotoren überhaupt unanwendbar ist. Bei der Gasübertragung sind die Zweitaktmotoren aus einem andern Grunde unbrauchbar. Jede Gasübertragung kann nur bei starker Erwärmung des Arbeitsgases befriedigend arbeiten, und zwar bei einer Erwärmung mittels der Abgase des Dieselmotors. Hierzu ist aber erforderlich, daß diese Abgase eine genügend hohe Temperatur haben. Zweitaktmotoren weisen aber infolge der Verdünnung der Abgase durch die Spülluft geringere Abgastemperaturen auf als Viertaktmotoren. Infolgedessen ist die Anwendung von Zweitaktmotoren einer der wesentlichsten Fehler bei Diesellokomotiven mit Gasübertragung von Zarlatti und Christiani.

[B 25C]

⁵⁾ „Mechanical Engineering“ Bd. 48 (1926) S. 919.

⁶⁾ Z. Bd. 69 (1925) S. 499.

Die elektrisch gesteuerte Druckluftbremse

Bei der elektrisch gesteuerten Druckluftbremse bleiben die Eigenschaften der normalen Druckluftbremse voll erhalten, nur Zu- und Austritt der Druckluft werden an den Bremszylindern durch elektrisch betätigte Ventile gesteuert. Bremsen dieser Art sind in Deutschland und den Vereinigten Staaten seit langen Jahren im Gebrauch. Zur Betätigung der Bremsventile dient eine Batterie mit 32 bis 40 V Spannung. Für die Luftventile wird eine Art Dreiwegventil benutzt (vgl. Electric Railway Handbook 1925), bei dem die Steuerung des Zu- oder Austritts der Druckluft elektromagnetisch betätigt wird, so zwar, daß der Druck im Bremszylinder beliebig bis zum Höchstdruck mit beliebiger Abstufung gesteigert werden kann. Durch gleichzeitige Druckluft-Steuerung der Bremse wird erreicht, daß bei einem Versagen der elektrischen Ventile die Bremswirkung ohne Verzögerung und selbsttätig in gleicher Weise eintritt.

Bei vergleichenden Versuchen mit Betriebsbremsungen aus einer Geschwindigkeit von 64 km/h wurde ein Zug aus acht Wagen mit Druckluftbremse in 40 s und mit einem

Bremsweg von 494 m zum Stillstand gebracht, dagegen mit elektrischer Bremse ein Zug aus zehn Wagen in 20 s und nach nur 214 m (Betriebsbremsung mit Auslösung). Bei Notbremsungen zeigten die gleichen Versuche den Hauptvorteil der elektrisch gesteuerten Druckluftbremse, das augenblickliche Einsetzen aller Bremsen auch im längsten Zuge, mit besonderer Deutlichkeit. Die Zeiten für den Zug aus acht Wagen und aus zehn Wagen waren 22 und 18 s, die Bremswege bis zum Stillstand 191 und 107 m. Für einzelne Wagen und kurze Züge ist die elektrisch gesteuerte Bremse von geringerem greifbarem Vorteil, weil bei kurzen Zügen auch bei einer rein durch Druckluft gesteuerten Bremse die Durchschlaggeschwindigkeit hinreicht, um fühlbares Zerren oder Auflaufen des Zuges zu verhindern. Die elektrisch ausgelösten Bremssysteme haben besondere Bedeutung für die Stadtschnellbahnen, bei denen die Belastung der Strecke groß, der Zugverkehr dicht und der Haltestellenabstand gering ist, und die Züge durchweg große Länge haben, bei denen die Vorzüge der elektrisch gesteuerten Bremse voll in die Erscheinung treten. [N 32] G

Wirtschaftlicher Schiffsantrieb

Von Dr.-Ing. G. Kempf, Hamburg

orgetragen auf dem Sprechabend des Fachausschusses der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Hamburg, am 12. Mai 1927

Zusammenhang zwischen der Schiffsform, der Neigung der Wellenhosen und dem Schraubendreh Sinn — Leitflächen vor und hinter der Schraube — Einfluß der Ruderform — Erreichbare Leistungersparnisse bei Ein- und Doppelschraubenschiffen

Die Ausgestaltung des Hinterschiffs im Hinblick auf den Antrieb begegnete bis vor kurzem und teilweise heute noch zwei wesentlichen Hindernissen. Das erste Hindernis liegt darin, daß die Hinterschiffsform und der Schraubenantrieb bei den Werften zu zwei verschiedenen Dienststellen gehören, so daß dieses für den Antrieb wichtigste Problem zwischen zwei Stühlen schwebt und das verbindende Glied manchmal nur die Versuchsanstalt darstellt. Bei dieser aber lag das zweite Hindernis, nämlich im alten Verfahren der Modellversuchstechnik. Auch hier hatte man die bereits beklagte Trennung zwischen Schiffsform und Antrieb meßtechnisch durchgeführt und beeinträchtigte durch das hinter der Modellschraube liegende Gestänge die Antriebswirkung in nicht nachprüfbarer Weise, ohne den Grad dieser Beeinflussung zu ahnen. Erst die Einführung des Eigenantriebes der Modelle schuf die Möglichkeit zur näheren Erforschung der wahren Wechselbeziehungen zwischen Schiffsform, Schraube, Ruder und Leitvorrichtungen.

Das primär wichtigste und zugleich schwierigste Glied in der Kette dieser Wechselbeziehungen bildet zweifellos die Schiffsform selbst. Sie muß zunächst nach dem Gesichtspunkt geringsten Widerstandes durchgebildet werden. Dadurch ergibt sich für eine bestimmte vom Leeder angegebene Schiffsgröße und Geschwindigkeit eine gewisse Völligkeit und Verdrängungsverteilung. Bei der weiteren Formgebung des Hinterschiffes auf Grund dieser Verdrängungsverteilung werden jedoch die Fragen des besonderen Antriebs entscheidend.

Wenn ich alle in der Seeschifffahrt weniger beachtenswerten Fragen des Antriebs auf flachem Wasser und bei beschränktem Tiefgang hier außer acht lasse und mich nur auf den Antrieb normaler Ein- und Zweischauber beschränke, so gibt es schon genug zu bedenken. Ich muß vorausschicken, daß Ein- und Zweischaubenantrieb grundsätzlich verschiedene Schiffsformen verlangen können. Die Einschraubenschiffsform verlangt einen U-förmig steile Spantform für einen möglichst wirksamen Schraubenantrieb, ein Doppelschauber wird dagegen bei größeren relativen Geschwindigkeiten mit V-förmigen Spanten besser arbeiten, während er bei kleineren Geschwindigkeiten ebenfalls mit U-förmigen Spanten günstiger sein wird. Modellversuche ohne Schrauben lassen in dieser Hinsicht im Stich und weisen einen falschen Weg. Die Ursache liegt in der Zuleitung der Strömung zur Schraube. Bei U-förmigen Spanten fließt das Wasser mehr wagerecht der Schraube zu und verteilt sich gleichmäßiger über den Schraubenkreis als bei V-förmigen Spanten, wo der Zufluß zu den oberen Teilen des Schraubenkreises schwieriger ist, so daß namentlich Einschrauber mit V-förmigen Spanten bei geringem Tiefgang großen Sog aufweisen und schlecht laufen. Die U-Form erzeugt einen Innendrall, die V-Form einen Außendrall, Abb. 1, beides erfordert Energieaufwand (Widerstand), und es ist begreiflich, daß eine neutrale Form zwischen beiden von geringstem Energieaufwand bestehen muß, wie die sogenannte Maier-Form, die hinsichtlich des reinen Formwiderstandes ein Mindestmaß darstellt. Man kann weder die Wirkung der Schiffsform an sich noch diejenige der Wellenhosen getrennt beurteilen, wenn man nicht den Strömungsdrall und seinen Einfluß auf die Schraubenwirkung in Rechnung zieht.

Der Gedanke, diesen Drall auszunutzen, dem Schraubendrall durch einen Gegendrall zu begegnen und durch Vermeidung der tangentialen Verluste die Schraubenwirkung zu erhöhen, ist in Deutschland zuerst und klar vor

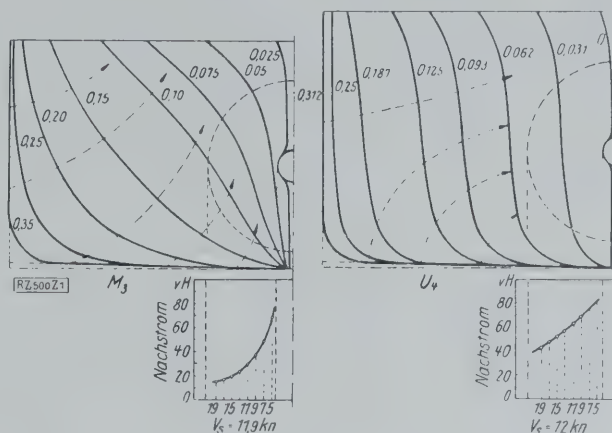


Abb. 1

Strömungsrichtungen im Hinterschiff bei:

	V-Spantenform	U-Spantenform
Länge zwischen den Loten =	129,5	136,5 m
Breite =	17,05	17,67 "
Tiefgang =	7,35	7,73 "
Verdrängung =	12 510	14 412 t
Völligkeitsgrad ϕ =	0,768	0,765
Schrauben-Dmr. =	5 182	5 400 mm
Schrauben-Steigung =	4 590	4 700 "
Steigung/Dmr. =	0,878	0,870

über 20 Jahren von Dr. Wagner in der Schiffbautechnischen Gesellschaft ausgesprochen und mit Versuchs- und Betriebserfahrungen belegt worden. Seitdem hat man verschiedene Konstruktionen zur Erzeugung von Gegendrall hinter und vor der Schraube, letztere auf Vorschlag von Prof. Haß, erfolgreich benutzt.

In diesem Zusammenhang müssen gemeinsam mit der Schiffsform die Wellenhosen besprochen werden. Bei Doppelschaubern wählt man die U-Spantform vorteilhaft für verhältnismäßig kleine Geschwindigkeiten, muß dann aber die Wellenhosen flach mit höchstens 15° Neigung anbauen und nach außen schlagende Schrauben wählen, um den von Schiffsform und Wellenhosen hervorgerufenen Innendrall durch den Außendrall der Schraube auszunutzen. Bei größeren Geschwindigkeiten werden die V-Spantenformen für Doppelschauber günstiger. Bei diesen entsteht, wie die Messungen erweisen und Abb. 1 zeigt, primär eine auswärtsdrehende Strömung.

Für die Lage der Wellenhosen gibt es hierbei nun drei Möglichkeiten:

1. entweder legt man sie möglichst genau in die Strömung, meist etwa unter 45° geneigt. Dann werden sie den geringsten Formwiderstand haben und fast gar keinen Drall erzeugen. Man verzichtet also auf Drallgewinn und erreicht gleiche Antriebsleistungen, ob die Schrauben nach innen oder ob sie nach außen drehen,
2. oder man legt die Wellenhosen flacher. Dann wird der Formwiderstand zwar in dem Maße größer werden, als der Strömung ein Innendrall aufgezwungen wird; aber die nach außen schlagenden Schrauben werden diesen Drall zum großen Teil ausnutzen. Es ist noch nicht sicher, ob bei V-förmigen Spanten allgemein durch flache Wellenhosen eine Überlegenheit gegen steile Wellenhosen zu erzielen ist, wie dies bei U-förmigen Spanten der Fall ist,
3. oder man stellt die Wellenhosen steiler als 45°, verstärkt dadurch den ursprünglich von der Schiffsform allein erzeugten Außendrall, muß aber dann die Schrauben zur Ausnutzung dieses Dralls nach innen schlagen lassen. Nimmt man die hierdurch verrin-

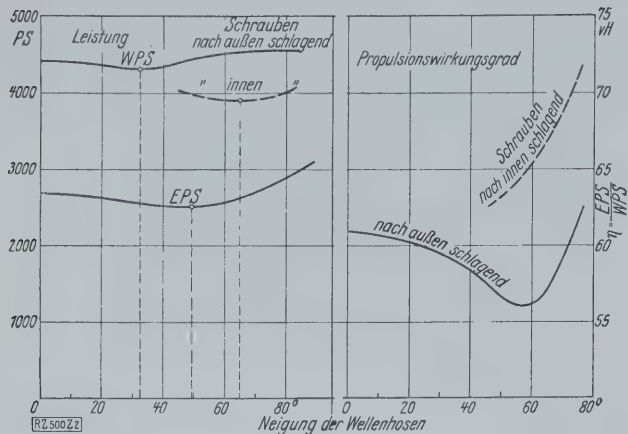


Abb. 2

Versuchsreihe für ein V-förmiges Hinterschiff mit Wellenhosen

- Kleinstwert der Schleppleistung EPS
- a) bei 51° Neigung der Wellenhosen
- Kleinstwerte der Wellenleistung WPS
- b) bei 33° Neigung und auswärts schlagenden Schrauben
- c) " 65° einwärts " "
- c) ergibt um 10 vH geringere Wellenleistung als b)

gerte Manövrierfähigkeit des Schiffes in den Kauf, so erhält man in diesem Fall wenigstens bei V-förmigen Spanten, wie die Erfahrungen überwiegend lehren, geringere Antriebsleistung als mit jeder anderen Anordnung.

Kennzeichnend hierfür ist das Ergebnis einer Versuchsreihe für ein V-förmiges Hinterschiff mit Wellenhosen von verschiedener Winkelstellung bei auswärts und bei einwärts schlagenden Schrauben, Abb. 2. Ein weiteres Beispiel, Abb. 3, zeigt die mit Hilfe von Flügelrädern hinter der Wellenhose im Bereich der Schraube gemessene Drallströmung, die selbst örtlich bei gleicher Neigung der Wellenhosen durch ihre besondere Formausbildung ganz wesentlich beeinflusst werden kann. Sofern nämlich bei Doppelschrauben die Drallwirkung der Wellenhosen allein nicht genügt, um die Tangentialverluste im

Schraubendrall zu verhindern, kann örtlich durch besondere an der Wellenhose angebrachte Leitflächen und Leitflügel vor der Schraube die Antriebsleistung verbessert werden.

Bei Einschraubern kann nun solcher Drall vor der Schraube überhaupt nur durch unsymmetrische Ausbildung des Hinterschiffes oder besondere Leitvorrichtungen vor der Schraube die Schraubenwirkung zu verbessern, ist zuerst von Prof. Haß ausgeführt worden. Sie werden jetzt allein von der Star Catapropeller-Gesellschaft ausgeführt. Solche Leitvorrichtungen haben ihre Wirksamkeit erwiesen, sie ist um so stärker, je stärker die Schrauben, wie z. B. bei Schleppern, belastet sind. Der dadurch im Betrieb ebenso wie bei Modellversuchen erreichte und gemessene Antriebsgewinn beträgt je nach der Belastung der Schraube bis zu 10 vH. Bei Zweischaubern beeinflussen an den Wellenhosen angesetzte sogenannte „innere“ Leitflächen den Drall örtlich in der gewünschten Richtung. Es genügen meist an die Wellenhose angeschweißte, sorgfältig geformte Bleche, um die Strömung richtig zu leiten und einen Gewinn von 3 bis 4 vH zu erzielen. Dieser Gewinn läßt sich durch äußere auf die Wellenhosen aufgesetzte Leitflügel verstärken, die jedoch besonders sorgfältige Formgebung bedürfen, damit ihr Widerstand den berücksichtigten Drallgewinn nicht überwiegt. Die Strömung ist gegen Ablösung sehr empfindlich, und jede Ablösung würde die Wirkung der Leitflächen verhindern.

Die tangentialen Verluste der Schraube betragen bei normaler Belastung der Schraube theoretisch höchstens etwa 7 vH, d. h. ein Gewinn in dieser Größenordnung ist im allgemeinen die obere Grenze für Leitvorrichtungen vor der Schraube. Nur in besonderen Ausnahmefällen ist ein größerer Gewinn gemessen worden, wo offenbar die Leitvorrichtungen eine vorher vorhandene Widerstandsquelle unwirksam gemacht, d. h. etwa eine Ablösung verhindert haben.

Hiermit wäre über die Formgebung des Hinterschiffes vor der Schraube das Wichtigste nach den heutigen Erkenntnissen hervorgehoben, wenn noch einige Worte über Nachstrom und Sog hinzugefügt werden.

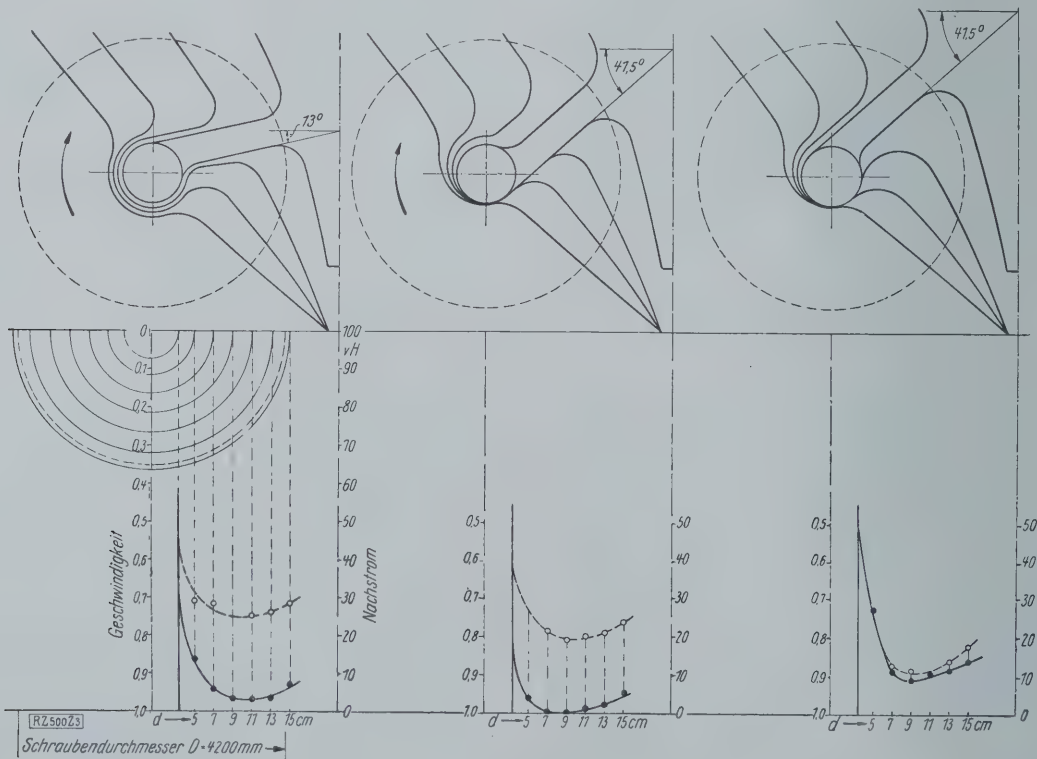


Abb. 3

Drallströmung für verschiedene Neigung und Formausbildung der Wellenhose

Der mit den gleichen linksgängigen Flügelrädern an Steuerbord und Backbord gemessene Unterschied im mittleren Nachstrom kennzeichnet die Drallströmung, die mit oder gegen die Drehung des Flügelrades wirkt. d = Dmr. der einzelnen Nachstrom-Meßflügelräder

Der Nachstrom zerfällt hinsichtlich seiner Entstehung seiner Ausnutzung in zwei Bestandteile, nämlich in aus der Potentialströmung herzuleitenden und den aus Viskositätswirkungen hinzukommenden Grenzschichtnachstrom, Abb. 4. Die Größenordnung beider Nachstromarten kann man durch Versuch feststellen, indem man zunächst wie üblich den ganzen Nachstrom mißt und dann das Modell umdreht und den Formvorstrom mißt, weil bei Potentialströmung Formvorstrom und -nachstrom gleich groß ist. Wie von Fresenius und Thoma theoretisch nachgewiesen ist¹⁾, kann durch die Schraube nur die Energie des Zähigkeitsnachstromes ausgenutzt werden. Je vollkommener dieser Nachstrom von der Schraube abgefaßt wird, um so vollkommener ist seine Ausnutzung. Sie ist ideal beim Torpedoantrieb, wo der Schraubenkreis sich mit dem Körperquerschnitt deckt. Auch kommt also bei der Formgebung des Hinterendes darauf an, den Nachstrom so konzentriert wie möglich dem Schraubenkreis zuzuführen. Andererseits soll die Schiffsförmigkeit, um die Sogwirkung möglichst gering zu halten, möglichst weit von der Schraube entfernt liegen. Eine bestimmte Einschraubenschiffsform hat Taylor sechs verschiedene Lagen und je drei verschiedene Reihen der Schrauben Versuche ausgeführt²⁾ und gefunden, daß in diesem Fall am günstigsten die kleine Torpedoschraube wirkt, wenn sie möglichst dicht und hoch am Hinterkörper angeordnet wird. Die Unterschiede der einzelnen Anordnungen sind ganz beträchtlich, über 30 vH. Doppelschrauben liegt die Sache so, daß im Bereich der Schraube überwiegend Potentialnachstrom herrscht. Die Möglichkeit der Nachstromausnutzung ist hier also viel geringer und erreicht meist nicht mehr als 5 vH. Ob es sich lohnt, die Schiffsförmigkeit in dieser Hinsicht auszugestalten, weiteren Forschungen vorbehalten. Sie wurden vor Jahren begonnen, mußten aber leider aus Mangel an Personal und an Zeit abgebrochen und hinausgeschoben werden wie so manches andere auch.

Die bei der bisherigen Doppelschrauben-Schiffsform bestehende Möglichkeit, den Nachstrom weitgehend auszunutzen,

¹⁾ Fresenius, „Schiffbau“, Bd. 23 (1921) S. 257 u. 300. Thoma, „Zeitschrift für Flugtechnik“, Bd. 16 (1925) S. 206.
²⁾ „Marine Engineering“, Bd. 27 (1922) S. 785.

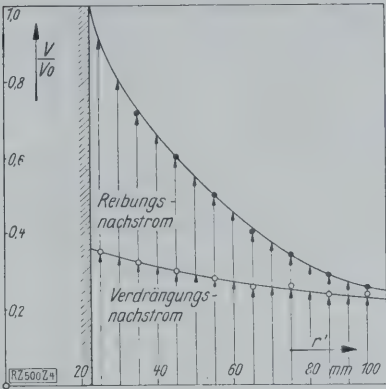


Abb. 4
Nachstrom hinter Einschraubenmodell

nutzen, ist der Grund dafür, daß bei gleicher Schiffsförmigkeit der Doppelschraubenantrieb dem Einschraubenantrieb oft beträchtlich nachsteht. Das ist eine bekannte Betriebserfahrung und zeigt sich deutlich in unserer Versuchstatistik der Leistungsgrade verschiedenster bei uns untersuchter Schiffsförmigkeiten, wonach die Doppelschrauber um rd. 10 vH schlechter sind als die Einschrauber, wie auch neuerdings von Schlupp³⁾ an einem Sonderbeispiel gezeigt worden ist.

Über die Schraube selbst brauche ich hier wohl, nachdem sie in letzter Zeit ausführlich von verschiedenen Seiten behandelt worden ist, nur so viel zu sagen, daß sie theoretisch und praktisch den Erkenntnissen und Erfahrungen entsprechend dem Strömungszustand am Schiff angepaßt werden muß.

Ich komme nun zu der Ausbildung der Schiffsförmigkeit hinter der Schraube. Hier setzte zuerst der Vorschlag Dr. Wagners ein, den Schraubenstrom planmäßig durch einen feststehenden Gegenpropeller zu regeln, um die Tangentialverluste zurückzugewinnen. Dieser Vorschlag

³⁾ Vergl. „Schiffbau“ Bd. 28 (1927) S. 193.

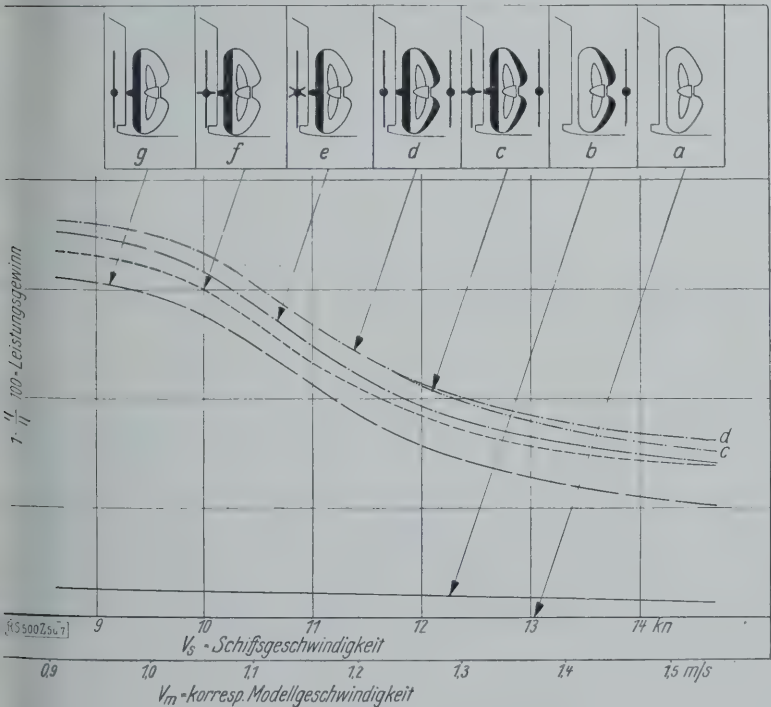


Abb. 5
Gewinn an Leistung bei verschiedenen Leitvorrichtungen
a Grundversuch, normaler Steven ohne Leitvorrichtung
b mit zweiflügeliger Leitvorrichtung vor der Schraube
c wie b und mit vierflügeliger Leitvorrichtung hinter der Schraube
d „ „ „ zweiflügeliger „ „ „ „
e mit sechsflügeliger „ „ „ „
f „ vierflügeliger „ „ „ „
g „ zweiflügeliger „ „ „ „

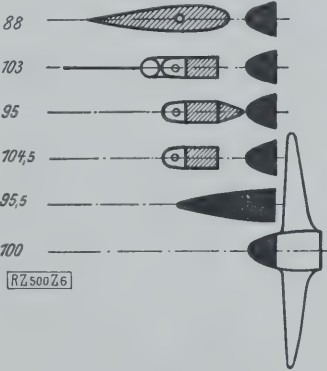


Abb. 6
Leistungsgrade verschiedener Naben-, Steven- und Ruderbauarten bei gleicher Schiffsgeschwindigkeit

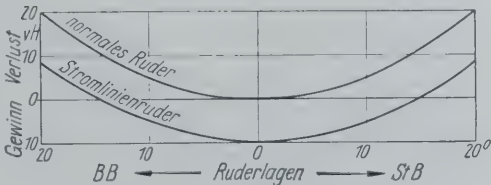


Abb. 7
Einfluß der Ruderform und Ruderlage auf den Antrieb

hat nicht nur die erwartete, sondern darüber hinaus bei Einschraubenschiffen eine weit größere überraschende Wirkung gezeigt. Der Leistungsgewinn erreicht nicht nur die theoretisch höchstens zu erwartenden 7 vH, sondern beträgt oft 12 vH und mehr. Dieser Gewinn war so bedeutend, daß man ihn zunächst immer wieder anzweifelte. Er läßt sich aber nicht weglegen und ist durch Betriebserfahrungen und Modellversuche im großen Umfange bestätigt. Vermutlich beruht er auf drei verschiedenen Wirkungen des Gegenpropellers:

1. dem Drallgewinn oder der Beseitigung des Tangentialverlustes, die um so vollkommener ist, je vollkommener die Strahlregelung wirkt, und normal 7 vH erreichen kann. Man hat daher Gegenpropeller verschiedener Flügelzahl mit sechs, vier und zwei Flügeln ausgeführt und ihre Wirkung an Modellen und zahlreichen Schiffen im Betrieb studiert, und wenn man auch gefunden hat, daß die Wirkung der mehrflügeligen Gegenpropeller etwas günstiger ist, begnügt man sich neuerdings aus betriebstechnischen Gründen mit zweiflügeligen Gegenpropeller und verzichtet auf etwa 2 vH Mehrgewinn, die demgegenüber ein sechsflügeliger Gegenpropeller oder, wie er international genannt wird, „Contrapropeller“ erbringt;

2. einer Widerstandsverminderung des sonst vierkant im Schraubenstrom stehenden Ruderstevens. Sie mag etwa eine Größenordnung von 5 vH erreichen;

3. einer Sogverminderung, deren Ursache noch nicht voll erkannt ist, die zum Teil auf geringere, durch den Gegenpropeller hervorgerufene Drehzahl der Schraube zurückzuführen sein mag. Gerade diese letzte Wirkung, die Sogverminderung, kann aber erfahrungsgemäß namentlich bei sonst schlechten völligen Einschraubenschiffen mit starkem Sogverlust ganz beträchtlich werden.

Nimmt man im Mittel für jede der drei Wirkungen Drallgewinn, Widerstandsverminderung, Sogverminderung, eine Größenordnung von je 5 vH an, so ergibt sich im ganzen ein Gewinn an Antriebsleistung in Höhe von etwa 15 vH und darüber, was bei gleicher Leistung einer Geschwindigkeitszunahme von etwa 7 vH entspricht.

Eine Reihe verschiedener Leitflächenzusammenstellungen sind auf ihre Wirkung hin bei einem Einschraubensmodell der Isthmian Steamship Lines untersucht worden. Abb. 5 zeigt, daß die Zusammenstellung eines vier- oder zweiflügeligen Gegenpropellers mit einer zweiflügeligen Leitvorrichtung vor der Schraube am günstigsten wirkt. Bei der Schiffsgeschwindigkeit von 11,75 Kn ergibt sich ein Leistungsgewinn von 11,5 vH. Dieser bei den Modellversuchen festgestellte Wert hat sich nach Aussage der Reederei im Betrieb als Mittel aus verschiedenen Reisen in der gleichen Größe gezeigt.

Außer der allein auf den Antrieb gerichteten günstigen Wirkung des Gegenpropellers tritt unbestritten eine bedeutend bessere Steuerfähigkeit des Schiffes in die Erscheinung.

Wie bedeutend selbst unter Verzicht auf Drallgewinn die Verbesserungen durch Widerstandsverminderung und

durch Sogverminderung allein bereits sind, zeigt sich, wenn man hinter der Schraube im Schraubenstrom nur einen symmetrischen Querschnitt anordnet, Abb. 6. Obwohl die Drallaussnutzung jedenfalls nicht so gut sein kann wie bei unsymmetrischen, dem Schraubenstrom angepaßten Flächen, zeigt sich die Wirkung stromlinienförmiger metrischer Ruder, wie des Flettnerruders, des Oertzruders und des Balanceruders, nach den gleichlautenden Modellversuchs- und Betriebserfahrungen in einem bedeutenden Leistungsgewinn gegenüber dem normalen Plattenruder, und zwar in einer Größenordnung von 10 vH und darüber, Abb. 7. Dies wurde zuerst für ein Oertzruder gemessen. Die gegenüber dem normalen Ruder beim Flettner- und Oertzruder verdickte Ruderform übt vermutlich auch einen günstigen Einfluß auf die Sogverminderung aus. Die Druckverteilung der verschiedenen Systeme: Schiffsform, Schraube und Ruder wird dadurch günstig beeinflusst. Daß die genannten Ruder, das Flettner- und das Oertzruder, bei Einschraubenschiffen die Steuerfähigkeit und Kursstabilität des Schiffes, ebenso wie das mit dem Contrapropeller verbundene Wager-Ruder, erhöhen, ist eine immer wieder von den Schiffsleitungen hervorgehobene Tatsache, und zweifellos wird dadurch die Fahrtgeschwindigkeit des Schiffes namentlich bei unruhiger See günstig beeinflusst. Es erscheint notwendig, besondere Gründe aus der besseren Steuerfähigkeit für die bedeutenden Antriebsgewinne der angeführten Ruder zu suchen; denn gleiche Gewinne, wie sie verbüßte Betriebszahlen angeben, sind bei den Modellversuchen in erzwungener Geradeausfahrt, ohne daß die Kursstabilität und die Steuerfähigkeit zur Geltung kommen, gemessen.

Eine günstige Wirkung der Stromlinienruder auf den Antrieb bei Doppelschrauben hat nur in geringem Maße in einzelnen Fällen gemessen werden können. In der Hauptsache wird sich ihr Anwendungsgebiet auf Einschrauber erstrecken, dort aber sind gut geformte Ruder hinter der Schraube von entscheidender Bedeutung.

Während man die Antriebsleistung bei Doppelschrauben eigentlich nur durch günstige Formung der Wellen und Leitvorrichtungen vor der Schraube sowie die richtige Wahl des Schraubendrehsinns um etwa 7 vH verbessern kann, werden bei Einschraubern Gegenpropeller und gute Ruderbauarten anzuwenden sein, deren Ersparnisse in einer Größenordnung von 15 vH liegen. Dadurch ergibt sich eine Überlegenheit des Einschraubenantriebes.

Die Statistik der Modellversuchsergebnisse der letzten fünf Jahre lehrt, daß mit gut geformten Doppelschrauben Propulsionswirkungsgrade bis zu 65 vH erreicht werden, während sie sich bei Einschraubern bis zu 70 vH und darüber steigern lassen.

Wenn auch in den letzten Jahren manches, wie wir gesehen haben, zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Schiffsantriebs durch praktische Versuche erreicht ist, bleibt doch zur theoretischen Vertiefung der Erkenntnisse noch viel zu tun übrig. [B 500]

Die Kurzwellensender von Nauen

Während der letzten fünf Jahre wurden im drahtlosen Nachrichtendienst neben den gebräuchlichen 5 bis 24 km langen Wellen auch solche von weniger als 100 m Länge verwendet. Obwohl diese kurzen Wellen größeren Störschwankungen, sogenannten Fadings, unterworfen sind, zeichnen sie sich vor den langen doch dadurch aus, daß sie zur Überbrückung großer Entfernungen bedeutend geringere Sendeleistungen erfordern.

Schon im Juli 1924 wurde daher versuchsweise in Nauen ein Kurzwellensender für den Verkehr mit Südamerika in Betrieb genommen. Die Wellenlänge betrug damals 90 m, die Antennenleistung etwa 1 kW. Seitdem ist die Wellenlänge der Sender bis zu 15 m verkürzt, die Leistung dagegen erheblich gesteigert worden. Der neueste Kurzwellensender in Nauen arbeitet mit 25 m langer Welle und mit einer Antennenleistung von etwa 20 kW. Wellenlänge und Energieabstrahlung lassen sich in dem Maße verändern, wie es die Einflüsse von Tag und Nacht, Jahreszeit und Wetter erforderlich machen. Die Wellenlänge wird durch die Schwingungen eines Kristalls konstant gehalten (Kristallsteuer-

ung). Die geringe Leistung des Kristallkreises veranlaßt man in einer Anzahl von Steuerstufen so weit, daß sie zur Steuerung des Hauptsenders ausreicht. Heizstrom, Anoden- und Gittervorspannung werden von Hochvakuumgleichrichtern und Batterien geliefert, der Anodenstrom der Steuerstufen wird von zwei Hochspannungsmaschinen für 40 kV und je 2,5 kW und die Spannung für den Hauptsender von einem Gleichrichter für 10 000 V und 60 kW entnommen. Die Röhren von 10 kW an sowie die Gleichrichterröhren sind wassergekühlt. Der Kurzwellensender ist 100 m vom Hauptgebäude entfernt in einem Sonderbau untergebracht und wird über Erdkabel mit Strom versorgt. Die Antenne besteht aus einem 80 m langen Leiter, der an einem zwischen zwei der großen Masten ausgespannten Tragseil senkrecht aufgehängt ist.

Außer diesem Sender hat Nauen noch zwei kleinere, ebenfalls kristallgesteuerte Kurzwellensender für Wellenlängen von 15 und 30 m. Sie dienen zur Aushilfe und zur Vorversuchen für die drahtlose Bildübertragung auf große Entfernungen, deren Einführung nach den vorliegenden glänzenden Ergebnissen nur noch eine Frage der Zeit ist.

[N 617]

Zi

Die Anforderungen der Textilindustrie an ihre Werkstoffe

Von Dipl.-Ing. G. Krauter und Dr.-Ing. H. Vollprecht

(Mitteilung aus dem Deutschen Forschungsinstitut für Textilindustrie in Dresden)

Bestrebung zur eindeutigen Festlegung der Eigenschaften — Garn, Feinheit, Drehung, Volumen, Festigkeit, Dehnbarkeit — Baumwolle, Kette, Schuß, Zwirn, Faserlänge, Faserdicke, Klassierung — Wolle, Kammgarn, Streichgarn, Filze, Teppiche — Flachs, Werggarn, Flachsgarn — Hanf — Jute — Ramie — Tierhaare — Mineralfaser — Seide — Kunstseide

Die Maschinenindustrie begnügt sich heute nicht mehr damit, Stahl oder Eisen zu verwenden, sondern der Stahl und das Eisen muß, um seinen Zweck zu erfüllen, Festigkeitseigenschaften aufweisen, womöglich bei der Bestellung festgelegt werden und in Bestätigung in Form von Probestäben mit auf den Weg gegeben wird. Die Einhaltung der im voraus vorgeordneten Eigenschaften wird durch sorgsame Prüfung der Rohstoffe erreicht. Auch das Ziel der Textilindustrie ist, die Eigenschaften ihrer Werkstoffe eindeutig zulegen. Um dies ermöglichen zu können, muß man klar sein über die Forderungen, die die Textilindustrie an ihre Werkstoffe stellt. Von vornherein muß geteilt werden, daß der Werkstoff des Webers oder Wirkers grundsätzlich von dem des Spinners zu trennen ist. Die Prüfung des Garnes läßt sich wesentlich leichter durchführen und ist deshalb viel allgemeiner im Gebrauch, als wissenschaftliche Prüfung des Rohstoffes.

Garn

Zunächst sollen hier die Forderungen, die an das Garn gestellt werden müssen, behandelt werden. Das Garn im allgemeinen ist ein Gebilde, das aus einzelnen Faserelementen, die miteinander verbunden sind, besteht. Je mehr Faserelemente auf den Querschnitt kommen, desto besser ist der Durchmesser des Garnes, desto größer ist die Feinheit. Die Feinheit wird in der Praxis ausgeglichen durch das Verhältnis der Länge zum Gewicht. Die Faserlänge beeinflusst also die Tragfähigkeit des Garnes, sowie das Aussehen. Die Einhaltung der Feinheit ist als erste Forderung anzusprechen.

Die einzelnen Faserelemente werden durch Zusammenwinden verbunden. Durch das Zusammenwinden werden die einzelnen Fasern im Garn aneinandergepreßt. Die Oberflächenreibung zwischen den einzelnen Fasern hält dann dem Gebilde einen gewissen Halt in der Fadenform. Bei geringer Drehung werden die Fasern räumlich nicht so dicht aneinander gelegt wie bei starker Drehung. Das Garn mit geringer Drehung wird also locker und dicker erscheinen, als das Garn mit größerer Drehung. Außerdem ist den Fasern bei geringer Drehung die Möglichkeit, aneinander vorbeizugleiten, noch nicht so genommen. Die Dehnung wird infolgedessen größer, die Festigkeit geringer. Ein Punkt, der die Eigenschaften des Garnes derartig beeinflusst, darf nicht vernachlässigt werden. Man möchte deshalb die Einhaltung der Drehung als zweite Forderung, die der Weber an seinen Werkstoff zu stellen hat, ansprechen. Die weiteren Forderungen lassen sich nicht mehr ohne Gliederung der Rohstoffe und Verwendungszwecke durchführen.

Baumwolle

Der meist verbrauchte Rohstoff ist die Baumwolle. Baumwolle wird hauptsächlich in der Weberei, der Strickerei und der Strickerei verwendet. Bei Webwaren werden wir zwei Fadensysteme, deren Beanspruchung zum Teil bei der Verarbeitung ganz verschieden ist. Die Kette wird gestrafft, also auf Zug beansprucht, und außerdem im Geschirr und am Blatt geschauert. Von dem Garn fordert man daher eine möglichst hohe Reißfestigkeit und eine gewisse Scheuerfestigkeit. Die Eigenschaften erreicht man durch eine festere Drehung und eine größere Faserlänge, denn je größer die Einzelfaserlänge, desto weniger Faserenden kommen auf die Längeneinheit, also um so mehr tragende Fasern kommen auf den Querschnitt.

Beim Schuß ist die Beanspruchung lediglich die, die Faden durch das Abziehen von der Spule auszuhalten. Die Beanspruchung auf Zug ist wesentlich geringer als bei der Kette. Das Garn soll voll und weich sein, da

hierdurch eine bessere Deckung im Gewebe erzielt wird. Erreicht wird dies durch möglichst schwache Drehung. Die dadurch verringerte Festigkeit fällt nicht ins Gewicht. Zum Verweben genügt sie, und wenn der Faden eingetragen ist, wird die durch die mangelnde Drehung nicht erreichte Reibung durch das Verkreuzen mit den Kettenfäden in vollem Maße wieder hereingebracht. Der Weber wird deshalb an das Schußgarn außer den vorgeschriebenen Forderungen noch die der Weichheit stellen.

Damit ist aber das Gebiet der Weberei noch nicht erschöpft. Für jedes Sondergewebe müssen, um die gewünschte Wirkung voll herauszubringen, Sondergarne verwendet werden. Eine Behandlung all dieser Fälle würde zu weit führen. Erwähnt sei, daß bei Rippen z. B. die Verhältnisse im Schußgarn gerade umgekehrt liegen können. Die Wirkerei und Strickerei gebraucht zu ihren Erzeugnissen ein Garn, das außerordentlich schmiegsam ist, damit der Faden in gleichmäßiger Krümmung die Biegungen der Maschine mitmacht. Außerdem wirkt in der Wirkware jede Verdickung viel störender als in der Webware. Die Beanspruchung, die das Garn beim Verarbeiten erfährt, ist sehr gering. Der Wirker und Stricker wird als Forderung an seinen Werkstoff große Weichheit und große Gleichmäßigkeit zu stellen haben.

Aus der Baumwolle stellt man auch Nähzwirn her, der große Festigkeit und große Gleichmäßigkeit haben muß. Die Eigenschaften, die das Garn aufweisen muß, aus dem der Nähzwirn hergestellt wird, können natürlich denen des Nähzwirns nicht entgegenstehen. Das Garn muß hart gedreht sein.

Um diese verschiedenen Forderungen zu befriedigen, muß der Spinner schon bei der Wahl des Rohstoffes die nötigen Vorkehrungen treffen. Der Spinner hat also seinerseits an die Rohstoffe verschiedene Forderungen zu stellen. Will er ein Garn von großer Festigkeit und guter Gleichmäßigkeit herstellen, wie es für Nähzwirne verwendet wird, so muß zunächst der Rohstoff die gleichen Eigenschaften aufweisen. Eine große Festigkeit hat eine Baumwollfaser, die in bezug auf ihr Gesamtvolumen möglichst viel tragenden Stoff, d. h. Zellwand, hat. Je mehr von dieser festen Schicht im Querschnitt des Fadens vorhanden ist, desto größer ist die Gesamtfestigkeit. Bei feinen Fasern wird mehr von der Zellwand im Garnquerschnitt vorhanden sein als bei groben.

Die Länge der Einzelfasern ist auch nicht ohne Einfluß auf die Festigkeit des Garnes. Je länger die Einzelfasern sind, desto weniger Faserenden kommen auf die Längeneinheit, desto mehr tragender Stoff ist im Fadenquerschnitt. Außerdem läßt sich eine Baumwolle mit langen Fasern leichter zu einem gleichmäßigen Garn verarbeiten. Sind ganz besondere Anforderungen gestellt, so kann langfaserige Baumwolle gekämmt, d. h. alle Unreinigkeiten und kurzen Fasern, die zu Ungleichmäßigkeiten führen, können entfernt werden. Der Spinner muß, wenn von ihm ein Garn hoher Festigkeit verlangt wird, einen Rohstoff mit einer verhältnismäßig großen Faserlänge und großer Faserfeinheit verarbeiten. Die gleiche Forderung muß er stellen, wenn er ein Garn zu Wirk- oder Strickzwecken herstellen will. Durch die große Faserlänge, verbunden mit der Faserfeinheit, ist eine gute Gleichmäßigkeit des Garnes zu erreichen.

Die durch die Drehung erzeugte Reibung der Fasern aneinander ist bei langen Fasern mit weniger Drehung schon zu erreichen, da bei der langen Faser die Fläche, auf die die Reibung wirkt, größer ist. Für außerordentlich weich gedrehtes Garn kann man nur eine Baumwolle mit großer Faserlänge verwenden. Bei Webgarnen sind die Gegensätze nicht so kraß, doch wird auch hier nicht allein mit der Drehung die höhere Festigkeit gegeben,

sondern durch Auswahl der zu verarbeitenden Baumwolle in der Richtung, daß für Garne höherer Festigkeit längerstapelige Stoffe verwendet werden. Außerdem hat sich der Spinner noch nach der Feinheitsnummer des Garnes bei der Auswahl der Baumwolle zu richten. Bei hoher Feinheitsnummer (dünnem Garn) sind wenig Fasern im Querschnitt, es wird sich darum ein Faserende als nichttragend viel eher bemerkbar machen, als bei grober Nummer; daher die Forderung: je höher die Nummer, desto länger die Faser. Gehandelt wird Baumwolle nach Herkunft, Klassen, Stapel und Farbe. Die Faserfeinheit ist mit der Herkunft verschieden, dies ist teils durch klimatische Verhältnisse bedingt, teils aber auch durch verschiedene Pflanzengattung.

Die Dicken der Fasern einiger Sorten in tausendstel Millimetern und ihre größten Längen (mm) sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1

Art der Faser	Dicke $\frac{1}{1000}$ mm	Größte Länge mm
Sea Island Baumwolle	rd. 14	bis 50
Ägyptische "	" 16	" 45
Nordamerikanische Baumwolle	" 19	" 35
Südamerikanische "	" 20	" 35
Ostindische Baumwolle	" 25	" 30

Diese Zahlen decken sich aber nicht mit dem Kaufstapel. Der Kaufstapel liegt einige Millimeter unter der Länge der längsten Fasern; ihn zu schützen, ist Erfahrung- und Übungssache.

Die Klasse bezeichnet das Kennzeichen der Baumwolle nach Reinheit und Faserbeschaffenheit. Die Klassenbezeichnungen sind für ägyptische, amerikanische und ostindische Baumwollen verschieden. Für amerikanische lauten die Hauptklassen, mit der besten angefangen, wie folgt:

Fair; strict good middling; good middling; strict middling; middling; strict low middling; low middling; strict good ordinary; good ordinary; ordinary.

Wolle

Ein nicht minder wichtiger Rohstoff ist die Wolle. Die Forderungen, die an ein Wollgarn gestellt werden, sind noch mannigfaltiger als bei Baumwolle. Die Erzeugnisse der Wollindustrie sind eben verschiedenartiger. Die Wollware macht nach dem Weben noch einen Ausrüstungsgang durch, der sich in unvergleichlich höherem Maße an die Eigenschaften der verschiedenen Wollen anlehnt. Man muß deshalb schon die Gewebe trennen.

Zunächst seien die Kammgarnstoffe behandelt und die Forderungen, die der Kammgarnweber an den zu verarbeitenden Rohstoff zu stellen hat. Soll ein Gewebe mit ausgesprochenem Muster in der Bindung hergestellt werden, so muß das Garn schlicht sein. Die Dehnung des Garnes muß (dies gilt für alle Wollstoffe) groß sein, denn von der elastischen Dehnung hängt das Knitern des Gewebes ab. Bei dünnen, stark glänzenden Stoffen, wie z. B. bei Lüster, muß schon das Garn den Glanz aufweisen. Stoffe, deren Bindung leicht verschleiert erscheinen soll, bedürfen eines Garnes, das weicher, weniger glänzend und etwas rauher ist als das für die oben genannten Waren. Soll der Stoff zwar die Bindung deutlich zeigen, aber der Faltenwurf besonders weich sein, so muß auch an das Garn die Forderung der Weichheit gestellt werden.

Die Garne für Strickerei und Wirkerei müssen, wie bei Baumwolle, so auch bei Wolle, die Biegungen der Maschen ohne großen Widerstand mitmachen. Das Garn muß verhältnismäßig weich sein. Je nachdem es die Mode oder der herzustellende Gegenstand verlangt, muß die Ware glatt sein oder sie muß ein Rauhen, d. h. die Er-

zeugung eines Pelzes auf der Ware zulassen. Um wirklich reine Effekte zu erzielen, muß das Garn verschiedenartig sein. Das Garn muß im Falle des Rauhenstapels so gearbeitet sein, daß es dem Herauszipfen der Härchen keinen allzugroßen Widerstand entgegensetzt. Es muß sehr wenig gedreht sein. Ferner dürfen die Fasern nicht zu fein sein, da sonst beim Gebrauche die Härchen sich zusammenkräuseln.

Der Spinner hat bei Wolle die Möglichkeit in einem höheren Maße als bei der Baumwolle, den Wünschen der Weberei durch die Auswahl der Rohstoffe Rechnung zu tragen. Die Wolle als Spinnstoff ist derartig verschieden in Länge, Dicke und sonstiger Beschaffenheit, daß aus unterschiedlichen Wollen hergestellte Erzeugnisse ganz gegensätzliche Kennzeichen tragen können. Zur Erzeugung eines harten Garnes benötigt der Spinner eine glatte Wolle mit langen Fasern. Für stark glänzende Garne läßt sich nur Wolle verwenden, die selbst schon erheblichen Glanz aufweist. Weiche Garne verlangen eine Wolle von großer Feinheit.

Entsprechend den beträchtlichen Unterschieden in der Art der Wolle sind auch die im Handel üblichen Unterteilungen mannigfaltig. Gehandelt wird sie nach Klassen, die sich auf die Wollfeinheit beziehen. Außerdem werden auch noch die Kräuselbögen, die eine Eigenart der Wolle darstellen, mit berücksichtigt. Des weiteren ist von Einfluß der Glanz und die „Treue“. Unter Treue versteht man die gleichmäßige Dicke. Die Weichheit und Sanftheit wird als „Milde“ ausgedrückt. Als weitere Punkte im Handel von Rohwolle sind noch die Geschmeidigkeit, die Farbe, die Reinheit und die Natur des Wollschweißes in Betracht zu ziehen. Je nachdem, was für ein Garn hergestellt werden soll, kann die eine oder andre der oben genannten Eigenschaften vernachlässigt werden. Die Vorfaser teilt man nach dem Augenschein in Klassen ein. Mit guter Übereinstimmung kann man den verschiedenen Klassen die in Zahlentafel 2 zusammengestellten Duhm-messerverwerte zugrunde legen.

In der Tuchweberei arbeitet man mit Streichgarnen. Im Gegensatz zu Kammgarnen sind diese auch mit allen kurzen Fasern und mit Unreinigkeiten behaftet. Beim Verarbeiten von Streichgarnen wird sich deshalb eine ganz andere Wirkung ergeben. Diese Wirkungen, die bei Kammgarnware fehlerhaft erscheinen würden, als Effekt herauszuarbeiten, ist die Aufgabe der Tuchherstellung. Entsprechend müssen auch die Forderungen sein, die die Tuchweberei an ihre Garne stellt. Diese sind mit einem Flor bedeckt, sie sind geraut. Die Bindung soll unter dieser Decke verschwinden. Hier hat die Ausrüstung einzusetzen. Um diese Beschaffenheit des Tuches zu erreichen, muß es zunächst gewalkt werden, d. h. die Fasern von Kette und Schuß werden miteinander verfilzt. Nach dem Walken werden die Tuche geraut, verstrichen, geschoren, gepreßt usw. Für all diese Vorgänge muß das Garn geeignet sein. Der Weber hat also um ein einwandfreies Tuch zu bekommen, an das Garn die Forderung zu stellen, daß es leicht verfilzt, feil und daß sich eine gewisse Anzahl von Härchen aus dem verfilzten Gewebe herausheben läßt.

Der Streichgarnspinner erfüllt die Forderungen des Webers zunächst schon durch die Eigenart des Streichgarn-Spinnverfahrens. Beim Kammgarn-Spinnverfahren verfeinert man den Faden durch Verziehen von mehreren Fäden¹⁾. Dadurch wird gleichzeitig auch ein Parallelverfeinern der Fasern erreicht. Beim Streichgarnverfahren verfeinert man den Faden durch Teilung eines Faserschlers. In der Fadenachse richtet man die Fasern nur in ganz unbedeutendem Ausmaß auf der Krempel. Das Garn wird infolgedessen mit Fasern, die quer zur Fadenachse liegen, durchsetzt sein. Die Möglichkeit des Rauhen-

¹⁾ Rundliche Bänder von Fasermassen.

Zahlentafel 2

Klasse	5 A	4 A	3 A	2 A	A	B	B ₂	C	D	E	F
Faser-Durchm. $\frac{1}{1000}$ mm	15 bis 18	18 bis 20	20 bis 22	22 bis 24	24 bis 26	26 bis 28	28 bis 30	30 bis 36	36 bis 45	45 bis 60	60 bis 75

hiermit gegeben. Die zweite Forderung, die des Verzens, kann der Spinner durch die Auswahl des Rohffes erfüllen. Bei dem Streichgarnverfahren würde bei rarbeitung grober Wollen das Garn rau. Der Streichrnsppinner hat also an seinen Rohstoff die Forderung er hinreichenden Feinheit zu stellen. Welche Faserige sein Rohstoff hat, hängt von dem Preise ab und nn nicht ohne weiteres angegeben werden. Im allgeinen wird er kürzere Rohstoffe als der Kammgarninner verwenden.

Weitere Zweige der wolleverarbeitenden Industrie sind Filzherstellung und die Teppichweberei. Der Filzherzeuger in erster Linie die Forderung eines ten Filzvermögens an seinen Rohstoff stellen muß, berf keiner weiteren Erläuterung. Außerdem hat er aber nach dem Verwendungszweck des Filzes weitere Forungen an seinen Werkstoff zu stellen. Der eine Filz ll wasserdicht sein, der andere soll stark saugfähig sein, dritter muß weich und geschmeidig sein, wieder andere essen hart und fest sein. Je nach den Aufgaben, die das zeugnis zu erfüllen hat, muß auch die Eigenschaft des Rohstoffes verschieden sein. Um einen wasserdichten Filz t erzeugen, müssen sich die Fasern eng und dicht aneinderlegen, ohne daß sich Kapillarnwirkungen einstellen. ne solche Beschaffenheit wird sich nur erreichen lassen, enn sehr feinfaserige Wollen verwendet werden. Ein Filz mit guter Saugfähigkeit verlangt dann naturgemäß öbere Wollen. Ein weicher Filz wiederum erfordert inere Wollen, die jedoch eine große Elastizität nicht enthren dürfen. Zu harten, festen Filzen endlich benötigt an Wollen mittlerer Feinheit mit großer Verfilzungsmöghkeit und guter Faserlänge.

Die Teppichweberei verlangt von ihrem Rohstoff keine geschmeidigkeit, dafür aber Starrheit und Elastizität. Der Teppichweber wird außerdem von seinem Garn verlangen, ß es aus langfaserigem Rohstoff besteht. Da der Flor s Teppichs häufig geschnitten ist, so würden, wenn ein urzfaseriger Rohstoff verwendet ist, zu viele Fäserchen rausfallen. Der Teppich würde bald unansehnlich wern. Teppichgarne bestehen deshalb aus starker, glatter d langer Wolle.

Weitere Rohstoffe der Textilindustrie aus dem Pflanzeichen sind der Flachs, der Hanf, die Jute und Ramie, rner Neuseeländer Flachs, Sisalhanf, Manilahanf u. ä., s dem Tierreiche die Haare der Ziegen, Kamele, Pferde d Kaninchen. Als Gespinnstfasern des Mineralreiches mmen Glas, Metalle und Asbest in Frage.

Flachs

Der Leinenweber, der das Flachsgarn verarbeitet, hat h in seinen Ansprüchen an den Rohstoff nach dem eise der herzustellenden Waren zu richten. Vom feinstigen Batist bis zum grobfädigen Hedeleinen (Leinen s Werggarn) sollen alle Gewebe das Leinenkennzeichen egen, dementsprechend sind auch die Garne außer in der inheit und der Gleichmäßigkeit, die aber nicht wegen r zu erreichenden Wirkung, sondern wegen des Preises rschieden ist, einander ähnlich. Für gute Leinengewebe aucht der Weber ein glattes, gleichmäßiges Garn. Auch der Nähzwirnherstellung ist die erste Forderung große eichmäßigkeit. Da Nähzwirne noch einmal gedreht wird d der Leinenfaden immer hart ist, muß, um eine schöne ndung zu erreichen, die Drehung entgegen den Forungen bei der Herstellung von Baumwollnähzwirne geiger sein als für Webgarne.

Dem Spinner setzen sich, wenn er die an das Garn stellenden Forderungen erfüllen will, wesentlich größere hwierigkeiten entgegen. Die Flachsspinnerei kann, da r Rohstoff, obwohl er nur für gleichartige Zwecke vendet wird, doch außerordentlich verschieden ist, der ndarbeit nicht entbehren. Die Hechelei, wenigstens der zte Teil der Hechelei, ist Handarbeit. Hier erst kann n die Rohstoffe unterteilen; die Arbeit muß, da Büschel c Büschel zu ordnen ist, dem Arbeiter überlassen bleien. Der erste Arbeitsgang der weiteren Verarbeitung, s Anlegen der fertiggehechelten Büschel, ist wieder ndarbeit, die keine Gleichmäßigkeit gewährleistet. hl sucht man diese Ungleichmäßigkeiten dadurch zu r bessern, daß man ein häufiges Verziehen und Wieder-

zusammenlegen anwendet, aber größere Fehler werden, zwar auf größere Längen verteilt, doch noch im Garn erscheinend; daher die Schwierigkeit, eine gute Gleichmäßigkeit zu erreichen. Aber nicht nur auf die Eigenart des Herstellungsvorganges hat der Spinner sein Augenmerk zu richten, er muß auch bei der Wahl des Rohstoffes auf der Hut sein. Der Flachs wird, um die Faser aus dem Stengel herausarbeiten zu können, einer Röste, d. h. einem biologischen Verfahren unterworfen, wobei er beträchtlich beschädigt werden kann. Eine gute Röste ist deshalb eine Hauptforderung, die der Spinner an seinen Rohstoff zu stellen hat.

Hanf

Der Hanf, eine gröbere und stärkere Faser als der Flachs, kann entsprechend diesen Eigenschaften nur zu größeren Garnen verarbeitet werden. Vom Hanfgarn kann deshalb keine große Gleichmäßigkeit gefordert werden. Dagegen ist Hanfgarn äußerst fest. Entsprechend dieser Eigenschaft ist auch sein Verwendungszweck auf Textilerzeugnisse, die große Festigkeit haben müssen, ohne dabei feinfädig zu sein, beschränkt. In der Weberei wird Hanfgarn infolgedessen zu Segeltuchen, Schlauchen und Gurten gerne verwendet. Ferner spielt Hanf eine große Rolle bei der Herstellung von Netzen und Seilerwaren.

Jute

Die Juteweberei stellt heute im wesentlichen zwei Güten her, und zwar eine grobe, die als Packleinen, Sackgewebe und Unterlaggewebe für die Linoleumherstellung verwendet wird, und eine bessere Güte für Dekorationsstoffe. Entsprechend diesen Güten sind auch die Forderungen, die an das Garn zu stellen sind. Es handelt sich hier in erster Linie um die Gleichmäßigkeit. Ein weiterer Verwendungszweck für Jutegarn ist der zu Grundgewebefäden für Teppiche. Die Jutespinnerei erfüllt die Ansprüche durch Auswahl des Rohstoffes und hat infolgedessen an den Rohstoff die gleichen Forderungen zu stellen wie der Weber an das Garn.

Ramie

Ramie spielt heute in der Weberei keine große Rolle mehr. Das Garn ist stark glänzend und leicht gleichmäßig herzustellen. Es wird also verwendet werden, wenn diese Forderungen gegeben sind. In der Wirkerei wird es zu Effektfäden gerne gebraucht. Der hauptsächlichste Verwendungszweck für Ramie ist die Glühstrumpferstellung. Der Glühstrumpf muß, um ein haltbares Ascheskelett zu geben, aus einem außerordentlich gleichmäßigen Garn hergestellt werden, das frei von schädlichem Aschegehalt ist. Die Forderungen, die die Glühstrumpffabrik an ihren Werkstoff zu stellen hat, ergeben sich daraus von selbst.

Die sonst noch gebräuchlichen Faserstoffe des Pflanzenreiches, die Blattfasern, werden in erster Linie zu Seilerwaren verarbeitet. Es ist dies der Neuseeländer Flachs, Sisalhanf, Manilahanf u. ä. Aus dem Verwendungszweck ergibt sich, daß die Festigkeit die Hauptrolle spielt. Außerdem ist noch die Beständigkeit und Haltbarkeit im Wasser und Seewasser wichtig.

Tierhaare

Die Verarbeitung der Haare von Ziegen, Kamelen und Kaninchen gehört mit zur Wollindustrie, und zwar teils zur Kammgarn- und Streichgarnverarbeitung, teils auch in die Filzherstellung. Die Haare der Ziegen sind verschieden in Länge, Feinheit und Glanz. Je nachdem werden auch die Ansprüche verschieden sein, die an das Garn gestellt werden. Die Kamelhaare, d. h. in erster Linie die Flaumhaare des Kamels, sind außerordentlich fein und weich. Verwendet werden Kamelhaare in der Deckenherstellung, meist naturfarben. Entsprechend dem Verwendungszweck sind auch die Forderungen, die an ein Kamelhaargarn gestellt werden: große Weichheit und die Möglichkeit des Rauens, sowie gleichmäßige Farbe. Kaninchenhaare werden in der Filzherstellung, besonders für Hüte, verwendet. Als Spinnstoff ergeben sie, wenigstens die Haare der Angorakaninchen, ein Erzeugnis von außerordentlicher Schmiegsamkeit und

Weichheit, das aber den Nachteil hat, von Motten besonders bevorzugt zu werden. Auch scheint die Zucht der Angorakaninchen nicht lohnend zu sein.

Die Pferdehaare werden zu Wattierleinwand verarbeitet. Die Haare werden bei der Herstellung entweder einzeln in die Kette, die aus Baumwolle oder Leinen besteht, eingetragen oder sie werden mit einem Baumwollfaden umspinnen; so wird ein Garn erzeugt. Die Forderung, die an ein solches Gewebe gestellt wird, ist die einer großen Widerstandsfähigkeit gegen Knickungen. Erfüllt wird dies durch den Rohstoff selbst.

Gespinnstfasern des Mineralreiches

Die Rohstoffe des Mineralreiches spielen vor allem in der Technik eine Rolle. Glas in der Industrie als Glaswolle für Isolierzwecke und als Filterstoff. Metalle in der Papierindustrie als Siebe. Asbest für Dichtungen und überall da, wo es sich um hitzebeständige und feuerfeste Stoffe handelt.

Die Metallsiebe müssen je nach Art des Verwendungszweckes grob oder fein sein. Erreicht wird dies durch Einstellung der Fadendichte und durch die Drahtdicke. Verlangt wird große Gleichmäßigkeit.

Asbestgarne als Rohstoff für die Weberei kommen für die verschiedensten Gegenstände in Betracht. Als Gewebe für Berufskleidung wird Asbestgewebe von den Arbeitern in Walzwerken, Gießereien, Pulverfabriken usw. benutzt, weil die Asbestgewebe vor Hitze, Säuren, Spritzern flüssiger Metalle u. ä. schützen. Zuckerfabriken verwenden Asbestgewebe für Filter- und Preßtücher. Aus dem Gewebe des Asbestes stellt man Theaterdekorationen und Theatervorhänge her. Asbestgewebe, verarbeitet zu sackartigen Gebilden mit Asbestfüllung, verwendet man als Isoliermittel bei Schiffsdampfkesseln u. ä. Außerdem werden Asbestgarne noch zu Rund- oder Vierkantgeflechten verarbeitet, die je nach Verwendungszweck mit Talkum, Kieselgur, Kork usw. gefüllt werden, gegebenenfalls mit Öl oder Fett getränkt.

Die Verschiedenartigkeit der Verwendung bedingt natürlich auch verschiedene Forderungen. Für Kleidungsstücke z. B. kommt eine solche Feuerfestigkeit, wie sie für Isolierstoffe bei Dampfkesseln in Frage kommt, nicht in Betracht. Für Theaterdekorationen wiederum muß auf das Aussehen des Gewebes einiger Wert gelegt werden. Der Spinner hat bei Asbestgespinnst diese Forderungen ebenfalls zu berücksichtigen. Da jedoch Asbest sehr verschiedener Natur in bezug auf Faserfestigkeit und Feuerfestigkeit sowie auf Faserlänge ist, muß sich der Spinner zunächst klar sein über die Forderungen, die er an seinen Rohstoff zu stellen hat. Blauasbest z. B. läßt sich leichter verspinnen als Serpentin-asbest, da seine Faser gröber und länger ist; er hat aber den Nachteil, daß er bei Erhitzung stark an Festigkeit verliert und bei wiederholter Erhitzung allmählich zu Pulver zerfällt. Er kommt also überall da, wo es sich um eine höhere Erhitzung handelt, überhaupt nicht in Frage. Der Weißasbest setzt dem Verspinnen mehr Schwierigkeiten entgegen. Um diese zu vermindern, wird dem Asbest mitunter ein pflanzlicher Rohstoff beigelegt, oder der Asbest wird um einen Textilfaden oder einen dünnen Metalldraht gesponnen. Dies geschieht, um die Zugfestigkeit zu erhöhen. Mit diesen Mitteln hat es der Spinner in der Hand, je nachdem die Forderung einer großen Feuerfestigkeit, einer großen Zugfestigkeit oder einer verhältnismäßigen Gleichmäßigkeit zu erfüllen.

Im vorliegenden sind die Werkstoffe behandelt, deren Rohstoffe aus Fasern bestehen, deren Länge in bezug auf die Länge des Garnes verhältnismäßig klein ist. Deshalb mußte jeweils zwischen Faser und Garn unterschieden werden. Auch die Untersuchungsverfahren der Eigenschaften sind in dieser Richtung geteilt. Das Garn als wenigstens einigermaßen homogener Körper ist leichter einwandfrei zu prüfen als der Rohstoff. Infolgedessen hat sich auch die Prüfung der Garne in der Industrie Eingang verschafft. Der Rohstoff mit seiner Vielgestaltigkeit und seiner außerordentlichen Feinheit setzt der wissenschaftlichen Prüfung erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Die Praxis hilft sich durch Beurteilung nach Gefühl und Augenschein. Brauch-

bare Verfahren zu schaffen, die die verschiedenen Eigenschaften des Rohstoffes rasch und sicher bestimmen und damit auch die Forderung der Textilindustrie an die Rohstoffe genau festsetzen lassen, ist ein erstrebenswertes Ziel wissenschaftlicher Forschungsarbeit.

Seide

Die Seide nimmt in mehrfacher Hinsicht eine Sonderstellung unter den Textilien ein. Einmal ist der Aufbau des Seidenfadens ein ganz anderer wie der der übrigen natürlichen Textilfasern. Er besteht nicht aus den zähligen zu einem Ganzen verarbeiteten Einzelfasern, sondern er wird aus einer meßbaren Anzahl von bereits natürlich gebotenen Fäden, den Kokonfäden, gebildet. Ferner weist die Seide fast alle Eigenschaften auf, die von einem Textilwerkstoff gefordert werden, ganz besonders aber die Festigkeit in besonders hohem Maße, wobei sie sich durch ihren natürlichen Glanz und an ihr eigenen Griff noch besonders über die andern Rohstoffe erhebt.

Diese Umstände sind bestimmend für die Verarbeitung und Verwendung der Seide und der aus ihr gefertigten Gebilde. Nach der Art des Fadenaufbaues für die weitgehende Unterteilung, wie sie von den andern Textilien nach Mischung der Fasern, ihrer Drahtgebildung usw. beschrieben wurde, und die schließlich in dem Verhältnis der Fadenfeinheit zu der Festigkeit gipfelt, rückt die Seide vom Seidenfaden weg. Daraus ergibt sich, daß hier eine ziemlich genau festgelegte Fadengestaltung für einen bestimmten Verwendungszweck bestehen muß. Zu bemerken ist, daß das, was mit den erwähnten üblichen Herstellungsverfahren des Fadens in diesem Falle also nicht ausführbar ist, bei der Seide durch ihr eigenes Verfahren wenigstens zum Teil erreicht wird. Neben dem Handvorteil des Verfahrens gibt man der Seide z. B. mit dem Verfahren der Beschwerung eine höhere Fülligkeit, so ungefähr das, was bei andern Textilien durch Verwendung dicker Fäden erreicht wird. Geschmeidigkeit des Stoffes, die sonst durch lose Drehung hervorgebracht wird, wobei bei der Seide durch eine besondere Behandlung des Kokonfadens, das Assouplieren²⁾, erreicht.

Die ausgezeichneten Eigenschaften der Seide sind, sofern bestimmend für ihre Verarbeitung und Verwendung, als Glanz und Griff ihr einen derartigen Wert verleihen, daß sie fast ausschließlich zu feinsten Stoffen, zu Luxusstoffen, verarbeitet wird. Ihre hohe Festigkeit indes gewährt die Möglichkeit, Gebilde höchster Belastungsbeanspruchung aus ihr zu verfertigen. Nebenbei finden wir für die Seide infolge dieses natürlichen Widerstandes gegen Reißbeanspruchung und des Vermögens, unter der Reißwirkung ihren Zusammenhang zu wahren, eine ausgesprochene Abfallindustrie, ein Umstand, der der Seide einen weiteren Wert verleiht. Florettegespinne, nach dem Verfahren der Kammgarnspinnerei hergestellt, finden bei der Mannigfaltigkeit ihres Gebrauchs immer ausgedehntere Verbreitung, während die Bourre-gespinnste, nach dem Streichgarnverfahren erzeugt, als Ersatz der Florette hauptsächlich als Einschlag für die billigeren Gegenstände verwendet werden.

Unstreitig liegt das Hauptgewicht der Forderungen der Vorarbeiten dort, wo der Kokonfaden entsteht, in der Raupenzüchterei. Nach dem über den Aufbau des Seidenfadens und das sich daraus ergebende Mitgeteilte müssen im Kokonfaden bereits alle erforderlichen Eigenschaften vorhanden sein. In der sorgfältigen Aufzucht bis zum Kokon und endlich in dem Auslesen der Kokons liegt so das Haupterfordernis für einwandfreie Seide. Die hohe Güte der Seide läßt sich schon an der äußeren Form der Kokons erkennen; sie sind abgerundet, die Spitzen treten nicht hervor, die Mitte ist nur wenig verengt, die matte Oberfläche ist gleichmäßig körnig. Diesem normalen Kokon stehen Doppel- oder Vielkokons gegenüber, die mehrere Raupen herstellen; ferner sind auszusuchen offene Kokons, durchscheinende, zusammengeschnittene, verkalkte und schließlich die, deren Struktur infolge Störungen beim Spinnvorgang fehlerhaft ist, was allerdings erst bei der Weiterverarbeitung wahrgenommen wird.

²⁾ Weichmachen in einem lauwarmen Seifenbad.

Die Kokons werden, mehrere zusammengekommen, gehaspelt, wobei zu bemerken ist, daß die vorbereiteten Arbeiten in möglichst kurzer Zeit vollzogen werden sollen, da die guten Eigenschaften der Fasern durch haltendes Einweichen der Kokons erfahrungsgemäß verlorengehen; der gewonnene Faden wird für die meisten Verwendungszwecke umgehaspelt, um die beim Konhaspeln unvermeidlich entstehenden Ungleichmäßigkeiten, Knoten, abgebrochenen Fadenenden und sonstige Fehler zu beseitigen. Die Rohgrège (ungezwirnte Rohseide) findet nur beschränkte Verwendung für Phantasieartikel und Posamenten. Für die meisten Verwendungen muß sie gereinigt und webfähig gemacht, der verhältnismäßig dünne Rohseidenfaden umfangreicher und die weitere Verarbeitung geeigneter gestaltet werden. Auch das Mulinieren werden mehrere Grègeäden vernäht und die Grège gereinigt.

Die gewöhnlichen, für die Weberei bestimmten Gemische nennt man *Ouvrées*³⁾. Für manche Verwendungen, wie Stickerei, Wirkerei, Spitzenherstellung usw., muß der Faden eine sehr beträchtliche Dicke, Zwirnung und Stärke aufweisen. Die stark gezwirnten Gespinste werden *Retorseseiden* genannt; zu ihnen gehört z. B. die *Rohseide*, die gewöhnlich aus weniger sauberen Grègen hergestellt wird. Die Art und Stärke der Zwirnung sowie die Anzahl der zusammengezwirnten Fäden sind je nach der Bestimmung des Gespinnstes verschieden; der Webestoff entsprechend werden für Taft die Fäden stärker muliniert als für Atlas, für Körper liegt der Zwirnungsgrad zwischen diesen beiden. Die Zwirnung hängt auch im wesentlichen von der Rohseide ab und ist im allgemeinen um so schärfer, je feiner der Faden ist. Nach solchen Gesichtspunkten verschieden sind die Anforderungen an den Faden entsprechend, der Schußfaden Trame, der durch seine geringe Drehung in allen Seidengespinnten am meisten Glanz hat, weich und glatt ist und durch seine Dicke dem Gewebe Fülle und Elastizität verleiht; ferner der die Kette bildende feste *Orsin*, die *Crêpe de Chine*, die *Plattseide* für Stickerei, weniger gezwirnte weichere und dickere Strickseide und viele andre Arten.

Für die Anforderungen nun, die an die Seidenstoffe solche besonderen Wertes gestellt werden, sind die Verschiedenheiten in der Fadengestaltung nicht ausreichend. Neben guter Festigkeit und Dehnbarkeit, die das erste Erfordernis hoher Güte bei Seide von Natur aus in hohem Grade vorhanden sind, wird Geschmeidigkeit des Stoffes gefordert. Man muß daher den Seidenstoffen assouplieren: der Bast wird nur teilweise entfernt, man erhält die halbgekochte Seide mit erhöhtem Volumen. Die Fülle des Gewebes erreicht man noch durch das Bewerben, d. h. ein Tränken mit Gerbstoffen, Metallsalzen usw. Der Nachteil, der diesem Verfahren anhaftet, ist allzu bekannt, und zweifellos ist das Bescherungsverfahren als das beste anzusehen, das seiner chemischen Wirkung nach auf die Seide am wenigsten nachteilig wirkt und den Faden dabei am vollsten macht. Der hohe Glanz der Seide, der ein Hauptpunkt ihres Wertes ist, wird durch das Enbasten hervorgebracht. Der Griff der Seide, der bei ihrer chemischen Verarbeitung natürlich leidet, wird durch das *Avivieren*⁴⁾ wiederhergestellt, erhöht oder nach dem Bedürfnis gestaltet. Wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit stellt man Unterkleidung aus Seide her, ferner verwendet man sie infolge ihrer geringen elektrischen Leitfähigkeit als Isolierstoff.

Kunstseide

Die Kunstseide ist ein künstlicher Werkstoff der Textilindustrie mit Eigenschaften ähnlich denen der Seide. Diese absichtlich gewählte kurze Kennzeichnung der Kunstseide mag von vornherein die Zwiespältigkeit bezeichnen in der Beantwortung der Frage, was von ihr gefordert werden kann. Ein künstliches Erzeugnis — weckt noch heute bei dem Nichteingeweihten berechtigtes Staunen, daß jener feine Faden, dessen Einzelfaden in der Feinheit des Naturseidenfadens in Wettbewerb stehen kann, ja ihn wohl auch überbietet, zum überwie-

genden Teil aus unsern Bäumen hergestellt wird. Ähnlichkeit mit der Naturseide hat die Kunstseide in erster Linie durch ihre Entstehung, indem auch sie eine Vielheit von Fäden darstellt, die aus zähflüssiger Masse nach dem Durchgang durch eine kapillare Öffnung, die Spinnndüse, geformt und erstarrt sind. Man hat also auch hier wieder als Fadenelement bereits einen Faden, und zwar von theoretisch unendlicher Länge. Anschließend an die Ähnlichkeit der Entstehung ähnelt z. B. auch der Fadenfeinbau der Kunstseide dem der Naturseide; besonders ein ihr eigener Glanz gibt der Kunstseide das Kennzeichen der Seide.

Bei der Verarbeitung und Verwendung der Kunstseide wird man sie in den Verwendungsbereich der Naturseide einreihen wollen und muß doch den Mängeln, die sie als Kunsterzeugnis noch an sich hat, Rechnung tragen. Der Kunstseide fehlen vornehmlich gute Dehnungseigenschaften. Sie hat eine mäßige Gesamtdehnung, eine sehr geringe elastische Dehnung. Die Festigkeit, die an sich nichts zu wünschen übrig läßt, geht bei den meisten Kunstseiden auf die Hälfte ihres Wertes herunter, wenn sie feucht werden. Die Kunstseide läßt sich in den Fäden, sie knittert auch. Alles Eigenschaften, die man im Lauf der Zeit verbessern muß, sollen die Forderungen an die Kunstseide als einen Werkstoff, den man infolge andererseits vorhandener Eigenschaften für hochwertige Erzeugnisse verwendet, in jeder Weise erfüllt werden. Dabei steht man genau wie bei der Seide vor der Tatsache, daß man an die bereits mehr oder weniger guten Eigenschaften des Elementarfadens gebunden ist, und hat für Kunstseide noch nicht so ausgeprägte Veredlungsverfahren wie bei der Seide.

Der Rohstoff für die Kunstseide ist neben der zum geringeren Teil verwandten Baumwolle Holzzellstoff. Die Beschaffenheit des Holzzellstoffes ist bereits maßgebend für den späteren Faden, wenn auch im chemischen Verfahren noch Ausgleich geschaffen werden können. Die für die weitere Verarbeitung der Rohstoffe verwandten Chemikalien und die vielen Zwischenerzeugnisse bedürfen dauernder Nachprüfung, damit sie den Anforderungen entsprechen, um schließlich die zähflüssige Spinnmasse in wünschenswertem Zustand herzustellen.

Von der Spinnmasse und dem Fällbad, in dem der Faden erstarrt, hängt alles ab. Daher werden beide eingehend untersucht und geprüft. Die Beständigkeit der Spinnmasse ist von so vielerlei Punkten, wie Konzentration, Temperaturen usw., abhängig, daß man, um in dieser Hinsicht Zufälligkeiten auszugleichen, meist mehrere Einsätze miteinander vermischt. Dann muß die Spinnlösung als ein homogenes Gebilde von verlangter chemischer Zusammensetzung, von Fremdkörpern frei, im richtigen Zähigkeitszustand bei der angegebenen Temperatur durch die Spinnndüse gepreßt werden, die ihr die Fadenform verleiht. Das Fällbad, das den Faden zum Erstarren bringt, muß ihm in Zusammensetzung, Konzentration, Temperatur usw. angepaßt sein. — Nach der chemischen und textilen Bearbeitung liegt der Faden in Strangform vor.

Als Merkmal für seine Entstehungsgeschichte ist dem Faden seine äußere Form aufgeprägt. Der Fadenquerschnitt ist das Entscheidende und hängt dabei, wie man wohl annehmen möchte, nicht so sehr von der Gestaltung der Düsen ab, als vielmehr von dem Umstand, wie Spinnlösung und Erstarrungsbad zusammentreffen. Bei der Ausgestaltung des Querschnittes könnte man annehmen, daß ein kreisförmiger angestrebt werden sollte; dies ist so allgemein aber nicht der Fall, und beim Viskosefaden z. B. wird nach Erfahrungen vielmehr die Gestalt ähnlich dem Querschnitt einer Bohne als grundlegend angestrebt, dieser dabei mehr gekrümmt und die Ränder nicht glatt, sondern eingebuchtet und ausgelappt. Der Querschnitt ist deshalb so wesentlich, weil mit seiner Verschiedenheit allein alle optischen Wahrnehmungen, wie Glanz und Tiefe des Farbtones, verschieden ausfallen.

Ergänzend zu den Eigenschaften der Kunstseide sei aber an der Hand von Mängeln, die bei der Kunstseide auftreten und deren Beseitigung man dringend fordern muß, noch einiges erwähnt. Der Faden muß vollständig ge-

³⁾ Geöffnete, lose Garne.

⁴⁾ Wiederbeleben, d. h. den krispen, krachenden Griff wiederstellen.

ronnen sein, er muß vollkommen ausgewaschen sein und darf sich nicht nachträglich zersetzen. Die sehr unliebsame Erscheinung des Platzens von Einzelfäden, Flusigkeit genannt, wodurch man Faserendchen wahrnimmt, setzt die Güte der Kunstseide stark herab. Griff, Stärke des Glanzes und Farbstich der gebleichten Ware sind weitere Punkte, die die Güte ausmachen.

Bei der Verarbeitung der Kunstseide zu Gebilden trägt man ihren Eigenschaften nach Möglichkeit Rechnung. Im Gewebe wird sie meist mit Baumwollkette, die die Beanspruchung des Webvorganges besser aushält, als effektgebender Schuß verarbeitet. Als Kette benutzt man Kunstseide immer mehr. In ausgedehntem Maße wird sie in der Wirkerei verwendet; hat man doch gerade im Gewirke ein an sich infolge der Eigenart der Fadenverschlingung dehnbares Gebilde, wodurch die geringere

Eigendehnbarkeit des Fadens ausgeglichen wird. Daher aber gibt es heute kaum mehr ein Gebiet der Textilindustrie, wo die Kunstseide nicht bereits Eingang gefunden hätte. Außer ihrer Verwendung für die Bekleidung eignet sie sich ihres hohen Glanzes wegen hervorragend für die Posamenterie; man findet sie in Bespannungstoffen, in Möbelbezügen, ja sogar im Teppich als Reisedecke, Verwendungen, die beweisen, daß es gelungen ist, die Kunstseide mehr oder weniger wohl an Anforderungen gerecht zu machen.

Die Prüfung der Seide und Kunstseide gestaltet sich einfacher als die der übrigen Textilien.

Für Seide und Kunstseide genügt die Garnprüfung, da das Seidengarn einen Zusammenschluß von natürlicherseits bereits als homogen gegebenen Einzelfäden darstellt. [B 31]

Neuere Ergebnisse der Arbeitsphysiologie

Wenn auch die Entwicklung der Technik dahin geht, menschliche Arbeitskraft durch Maschinen zu ersetzen, das heißt an Stelle der dynamischen¹⁾ Muskelarbeit die Maschine oder doch wenigstens nur statische menschliche Arbeit zu setzen, so kann man dennoch der Rationalisierung mittelschwerer und schwerer körperlicher Arbeit nach wie vor große Bedeutung beimessen, da bei vielen wirtschaftlichen Betätigungen, z. B. in der Landwirtschaft, im Bergbau und Hüttenwesen, beim Bauhandwerk und ganz besonders auch beim Transportwesen, menschliche Arbeitskraft noch in sehr hohem Maße verwendet wird. Aus diesem Grunde sind auch die Untersuchungen sehr zu begrüßen, die Prof. E. Atzler im Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie zu Berlin ausgeführt und unter dem Titel „Fortbewegung von Lasten durch menschliche Arbeitskraft“ im Aprilheft von „Technik und Wirtschaft“²⁾ veröffentlicht hat. Sie erstrecken sich auf das unbelastete Gehen sowie auf das Ziehen und Schieben von Wagen.

Da das unbelastete Gehen auch grundlegende Bedeutung für die Ergebnisse beim Ziehen und Schieben von Wagen hat, seien die von Atzler hierfür gewonnenen Ergebnisse ausführlich in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1
Energieverbrauch bei unbelastetem Gehen

Versuchsreihe	Zahl der Schritte in 1 min	Schrittlänge cm	Geschwindigkeit m/min	Energieverbrauch kcal/Schritt	Energieverbrauch kcal/m
I	50	46,0	23,00	0,022	0,049
	50	59,9	29,94	0,032	0,053
	50	75,0	37,49	0,045	0,060
	50	90,0	45,00	0,062	0,069
II	75	45,0	33,71	0,017	0,037
	75	59,4	44,51	0,022	0,036
	75	75,3	56,45	0,030	0,041
	75	90,1	67,24	0,045	0,050
III	100	44,9	44,90	0,017	0,037
	100	60,7	60,70	0,022	0,036
	100	75,2	75,20	0,029	0,039
	100	89,6	89,60	0,041	0,045
IV	130	44,7	58,14	0,019	0,042
	130	60,2	78,26	0,025	0,042
	130	76,4	97,73	0,032	0,043
	130	89,1	115,82	0,043	0,048
V	150	45,0	67,46	0,023	0,052
	150	60,2	90,76	0,031	0,051
	150	75,7	113,55	0,039	0,052
	150	89,9	134,78	0,052	0,058

Der Energieverbrauch wächst mit zunehmender Schrittlänge, und zwar nicht verhältnismäßig, sondern um so rascher, je größer die Schrittlänge wird. Die Wirtschaftlichkeit des Gehens hängt aber auch von der Schrittzahl in der Zeiteinheit ab. Durch graphische Auswertung der

¹⁾ Dynamische Arbeit sei äußere Arbeit eines Muskels im Sinne der Mechanik, statische Arbeit die Arbeit, bei der ein Muskel dauernd angespannt bleibt.

²⁾ Bd. 20 (1927) S. 89.

Ergebnisse in Zahlentafel 1 kommt man zu einer günstigsten Schrittzahl von 90 in 1 min und zu einer günstigsten Schrittlänge von 58,7 cm. Der französische Physiologe Magne ist bemerkenswerterweise bei seiner Versuchsperson zu einer günstigsten Schrittzahl von 87 in 1 min gekommen, was sich also dem deutschen Bestwert sehr stark nähert³⁾.

Bei den Versuchen über das Ziehen von Wagen wurden die Schritte in der Minute, die Schrittlänge, die Geschwindigkeit und der Energieverbrauch gemessen. Die Untersuchungen waren weiter eingeteilt nach der Höhe des Handgriffes. Der Wirkungsgrad wurde wie üblich berechnet, indem man die in Wärmeeinheiten ausgedrückte äußere Arbeit durch den Energieaufwand für die betreffende Arbeitsleistung teilte. Danach wurde die Zugarbeit von 90 bis 100 Schritten in 1 min unter dem geringsten Energieaufwand verrichtet. Je stärker die Belastung ist, umso mehr muß man sich an diese günstigste Schrittzahl halten. Die günstigste Höhe des Handgriffs über dem Erdboden ergab sich zu 1 m. Schon eine Abweichung um 15 cm von diesem Wert nach oben oder unten genügt, um den Wirkungsgrad bei einer mittleren Belastung um 14 bis 18% zu verschlechtern.

Bei einem Vergleich der Wirtschaftlichkeit des beidseitigen Schulterzuges mit dem Ziehen am Handgriff kamen günstigere Werte für den Schulterzug heraus, s. Zahlentafel 2. Zu beachten ist, daß Zugarbeit nur dann von einem guten Wirkungsgrad geleistet werden kann, wenn sich das Ziehen auf einer günstigen Leerbewegung aufbaut.

Beim Schieben von Wagen muß der Karren mit 75 bis 125 cm über dem Boden angebracht werden. Der günstigste Bereich ist mithin wesentlich größer als für die Handgriffhöhe bei der Zugarbeit. Dem Schieben ist daher hauptsächlich vor dem Ziehen der Vorzug zu geben. In Zahlentafel 2 sind die absolut günstigsten Ergebnisse miteinander verglichen, die beim Ziehen am Handgriff, beim Ziehen durch beiderseitigen Schulterzug und beim Schieben erhalten wurden.

Zahlentafel 2
Günstigste Werte für die Fortbewegung von Handwagen

Gewicht kg	Energieverbrauch		
	Ziehen Handgriffhöhe 100 cm kcal/mkg	Schulterzug beiderseits kcal/mkg	Schieben Handgriffhöhe 75 cm kcal/mkg
10,27	0,010 67	0,010 36	0,009 16
11,64	0,010 21	0,010 07	0,009 04
13,56	0,009 76	0,009 65	0,008 72
16,06	0,009 90	0,009 56	0,008 96

Wenn auch alle diese Ergebnisse, genau genommen, nur für die von Atzler verwandte Versuchsperson gelten, so ist doch zu beachten, daß einmal die Größe einiger günstiger Bereiche ihnen auch für einen größeren Kreis von Personen Gültigkeit verschafft, und daß sich weiterhin aus ihnen sehr wohl auch Regeln allgemeiner Bedeutung ableiten lassen. [N 457]

Dr. F.

³⁾ In der Schrittlänge weichen die günstigsten Werte erheblich voneinander ab. Die Schrittlänge ist aber auch in erster Linie von der anatomischen Beschaffenheit der Versuchsperson abhängig.

Drucksauerstoff- und Druckstickstoff-Anlagen für kleine Leistungen

Von V. Fischer, Frankfurt a. M.

Berechnung des Vorganges bei Trennung der Luft unter Druck — Bauliche Ausbildung der Drucksauerstoff-Anlage — Verwendung eines Stickstoffmotors und Arbeitsweise des Gegenstrom-Vorkühlers — Kraftverbrauch der Drucksauerstoff-Anlage — Beschreibung von Druckstickstoff-Anlagen

Bei den üblichen Sauerstoffanlagen wird der Sauerstoff nach der Trennung von der Luft unter rd. 0,3 at Überdruck gewonnen. Der Sauerstoff wird in einen Gasbehälter geleitet, aus diesem mittels eines stufenweisen Kompressors abgesaugt und unter 150 at in Gasflaschen gefüllt.

Wo man Sauerstoff zum Selbstverbrauch herstellen will, werden bei kleinen Anlagen die Kosten der Anschaffung und Bedienung im Verhältnis zur erzeugten Menge sehr hoch. Eine wesentliche Vereinfachung erzielt man durch, daß man den Sauerstoff unter einem Überdruck von 5 bis 8 at herstellt, bei dem man ihn unmittelbar für die üblichen Schweiß- und Schneidarbeiten verwenden kann. Dann entfällt der Gasbehälter, der Abfüllkompressor und der Flaschenpark, und der Fortfall dieser Teile vereinfacht auch die Bedienung. Solche Druckstickstoffanlagen¹⁾ hat die Frankfurter Maschinenbau-Ges. vorm. Pokorny & Wittekind, Frankfurt a. M., durchgeplant und erprobt.

Rechnerische Grundlagen.

Sind Druck und Temperatur eines Flüssigkeitsgemisches, das aus Stickstoff und Sauerstoff besteht, gegeben, so gelten für die Berechnung der Konzentrationen folgende Näherungsgleichungen²⁾:

$$z_{o\sigma} = \frac{10^{x_n} T_s^{-2,404} - p}{10^{x_n} T_s^{-2,404} - 10^{x_o} T_s^{-1,911}} \dots (1),$$

$$z_{\omega s} = \frac{10^{x_o} T_s^{-1,911}}{p} z_{o\sigma} \dots (2),$$

$$x_n = -\frac{398,555}{T_s} + 9,688 \dots (3),$$

$$x_o = -\frac{371,008}{T_s} + 8,010 \dots (4).$$

¹⁾ DRP-Anmeldung F 57 645.
²⁾ Vergl. V. Fischer, Die Spannungsgleichungen von mehrkomponentigen Flüssigkeits-Dampfgemischen und ihre Anwendung auf Luft, Z. techn. Phys. Bd. 5 (1924) S. 458. Eine genauere Gleichung unter Berücksichtigung der Mischungswärmen s. V. Fischer, Beiträge zur Thermodynamik veränderlicher Massen nebst Anwendungen, Z. techn. Phys. 7 (1926) S. 527; ich habe hier auch gezeigt, daß die Näherungsgleichungen für praktische Fälle genügen.

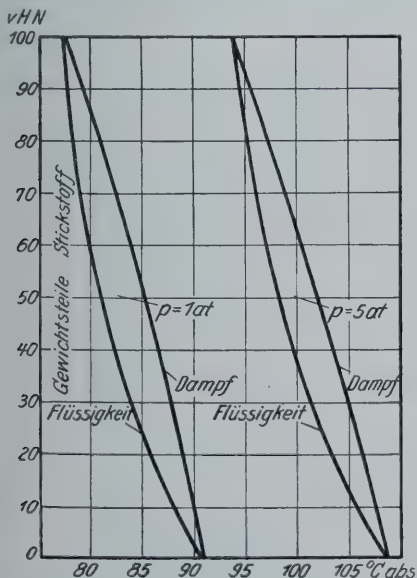


Abb. 1
Isobaren eines Sauerstoff-Stickstoff-Gemisches

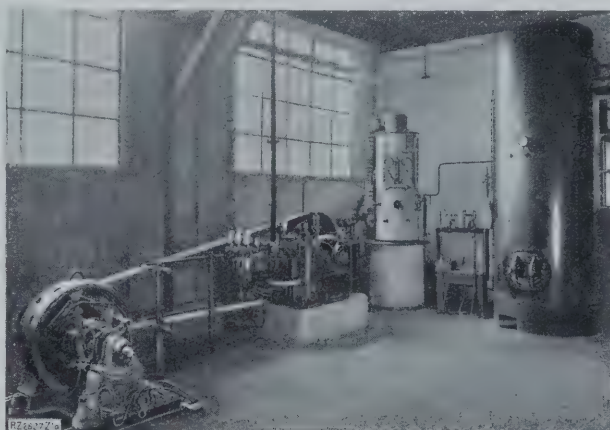


Abb. 2
Drucksauerstoff-Anlage für eine Leistung von 5 m³/h

In diesen Gleichungen bedeuten:

T_s die absolute Siedetemperatur des Gemisches,
 p_s den Sättigungsdruck des Gemisches in at,
 $z_{o\sigma}$ die Konzentration des Sauerstoffes in der Flüssigkeit,
 $z_{\omega s}$ die Konzentration des Sauerstoffes im Dampf.

Für die Konzentrationen in vH bestehen die Beziehungen

$$v_o = 100 z_{o\sigma} \dots (5),$$

$$v_{\omega} = 100 z_{\omega s} \dots (6).$$

Dabei bedeuten:

v_{ω} die Raumteile an Sauerstoff im Dampf,
 v_o die Raumteile an Sauerstoff in der verdampften Flüssigkeit.

v_{ω} und v_o können unter Benutzung einer Hempel-Pipette in bekannter Weise aus Proben bestimmt werden, die dem Trennungsapparat zu entnehmen sind.

Zur Darstellung des Vorganges bei der Trennung muß man jedoch statt der Raumteile die Gewichtsteile kennen. Diese ergeben sich in vH aus den Raumteilen mittels

$$o_o = 100 \frac{8 z_{o\sigma}}{z_{o\sigma} + 7} \dots (7)$$

$$o_{\omega} = 100 \frac{8 z_{\omega s}}{z_{\omega s} + 7} \dots (8),$$

worin bedeuten:

o_o die Gewichtsteile des Sauerstoffes in der Flüssigkeit,
 o_{ω} die Gewichtsteile des Sauerstoffes im Dampf.

Unter Zuhilfenahme der Versuchswerte von Kuenen, Verschoyle und van Urk³⁾ kann man die Druck-Konzentrations-Diagramme der Stickstoff-Sauerstoff-Gemische für das ganze Sättigungsgebiet bis zur kritischen Linie entwerfen. In Abb. 1 sind die Isobaren für 1 at und 5 at auf Grund von Gl. (1) bis (8) aufgezeichnet. Die Isobare für 5 at eignet sich daher unmittelbar zur Darstellung des

³⁾ Vergl. J. P. Kuenen, T. Verschoyle and A. Th. van Urk: Isotherms of di-atomic substances and their binary mixtures, Communications from the Physical Laboratory of the University of Leiden Nr. 161.

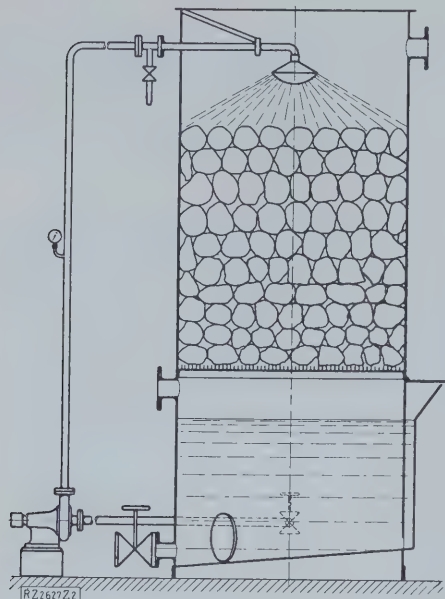


Abb. 3
Lagenturm
mit Laugen-
pumpe

Vorganges bei der Trennung der Luft unter einem Druck von 5 at. Im übrigen bestimmt man die Wärme Gleichungen in der bekannten Weise⁴⁾.

Bauart der Drucksauerstoff-Anlagen

Die Anlage, Abb. 2, besteht aus dem Lagenturm mit Laugenpumpe zur Entfernung der Kohlensäure aus der Luft, dem Luftkompressor, der Trockenbatterie zur Entfernung der Feuchtigkeit aus der Luft, dem Luftverflüssigungs- und Trennungsapparat und den Vorratesseln, aus denen der Sauerstoff entnommen und durch Leitungen unmittelbar zu den Verbrauchsstellen geführt wird.

Der Laagenturm, Abb. 3, besteht aus einem Blechbehälter mit Rost, auf dem eine Koksschicht oder Blechringfüllung lagert. Eine Pumpe besorgt den Kreislauf der Lauge im Behälter. Zweck der Lauge ist das Auswaschen von Kohlensäure aus der vom Kompressor angesaugten atmosphärischen Luft, die durch den Laagenturm von unten nach oben strömt, während die Lauge ihr entgegen abwärts rieselt.

Der Luftkompressor, Abb. 4, wird bei Anlagen von kleiner Leistung mit Rücksicht auf die notwendige Einfachheit dreistufig ausgeführt. Dies ist zulässig, da nur während der verhältnismäßig kurzen Anfahrzeit ein Verdichtungsdruck von 200 at nötig ist, während der gewöhnliche Betriebsdruck 50 bis 60 at beträgt. Die drei Stufen des Kompressorzylinders sind einfachwirkend und hintereinander angeordnet. Obgleich in den drei Stufen gleichzeitig Verdichtung stattfindet, wird bei der Kleinheit der Durchmesser die Kolbenkraft nicht zu groß. Die Anordnung hat den Vorteil, daß am Hubende kein Druckwechsel auftritt.

Zur Berechnung der Kolbenkräfte und der Zylinderdurchmesser verfährt man wie folgt: Es sei

$$\frac{1\,000\,000\,Q}{60\,n\,h\,\eta} = a \dots \dots \dots (9).$$

Darin bedeuten

- Q die angesaugte Luftmenge in m^3/h ,
- n die Drehzahl in der Minute,
- h den Kolbenhub in cm,
- η den Liefergrad des Kompressors.

Sind ferner

- D_1, D_2, D_3 die Durchmesser des Nieder-, Mittel- und Hochdruckzylinders in cm,
- p, p_2, p_3 die Enddrücke im Nieder-, Mittel- und Hochdruckzylinder in at,

dann ist die Kolbenkraft beim Verdichten

$$P_v = 3\,a\,p - \frac{D_1^2 \pi}{4} \dots \dots \dots (10)$$

und beim Ansaugen

$$P_a = 3\,a - \frac{D_1^2 \pi}{4} \dots \dots \dots (11)$$

⁴⁾ Vergl. V. Fischer, Berechnung der Luftverflüssigungs- und Trennungsapparate, Z. Bd. 68 (1924) S. 647.

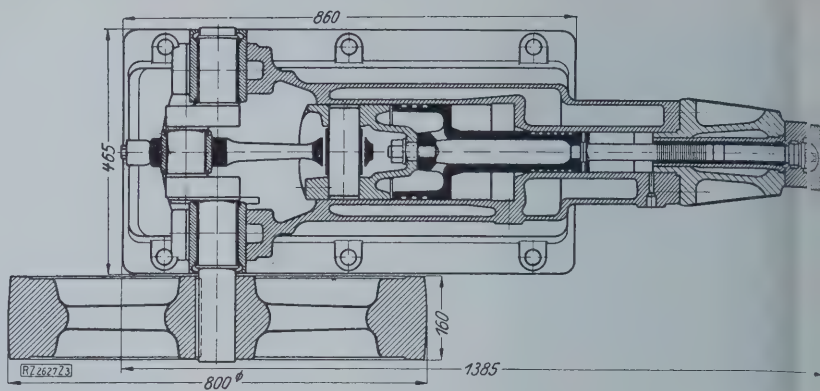


Abb. 4
Dreistufiger Luftkompressor

Für die Berechnung der Zylinderdurchmesser gelten

$$D_3^2 \frac{\pi}{4} = a \frac{1}{p_2} \dots \dots \dots 2)$$

$$D_2^2 \frac{\pi}{4} = a \frac{1+p}{p_2} \dots \dots \dots 3)$$

$$D_1^2 \frac{\pi}{4} = a \frac{1+p+p_2}{p_2} \dots \dots \dots 4)$$

Die Luftmenge Q , die man zur Erzeugung von $o \text{ m}^3$ Sauerstoff braucht, folgt aus

$$Q = o \frac{\omega - \Omega}{21 - \omega} \dots \dots \dots 5)$$

Dabei bedeuten:

- ω die Raumteile an Sauerstoff im gewonnenen Sauerstoff in vH,
- Ω die Raumteile an Sauerstoff im abziehenden Stickstoff in vH.

Ueber die bauliche Ausführung des Kompressors noch bemerkt, daß dem Zylinder zur Entlastung ein Kröpfkopf vorgebaut ist. Die drei Kühlschlangen sind in einem hohlen Sockel untergebracht, der mit dem Zylinder aus einem Stück gegossen ist. Zur Luftsteuerung dienen die Zentralventile der Frankfurter Maschinenbau-A.-G., welchen sich Saug- und Druckventil im selben Gehäuse befinden.

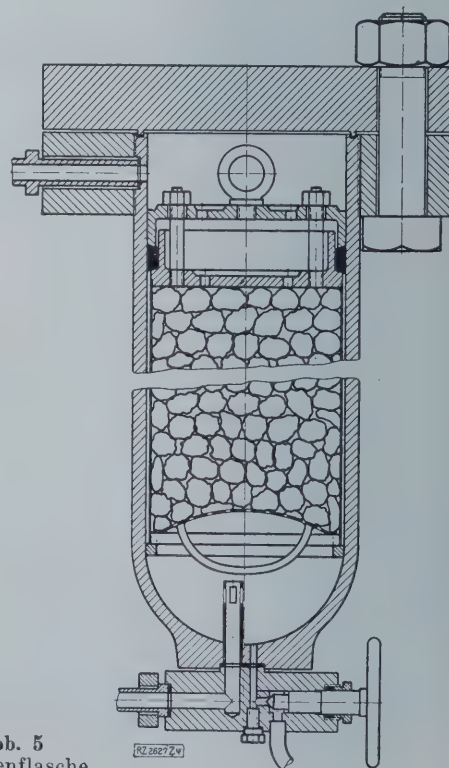


Abb. 5
Trockenflasche

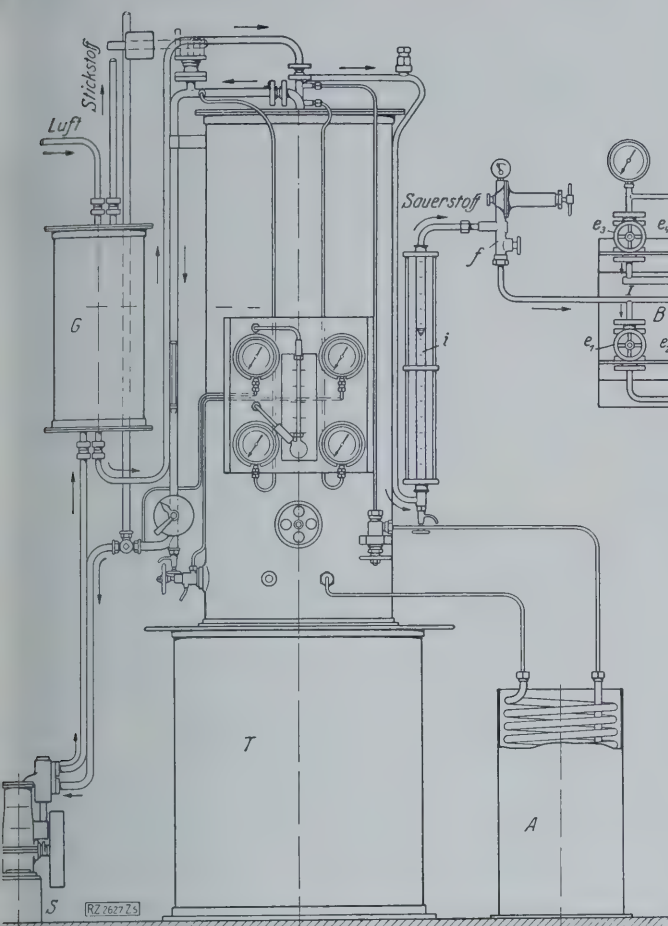


Abb. 6
Drucksauerstoff-
Anlage

T Trennungsapparat
S Stickstoffmotor
G Gegenstrom-Vor-
kühler
A Auftagefaß
B Schalttafel
*e*₁ bis *e*₄ Ventile
f Regelventil
i Gasmesser

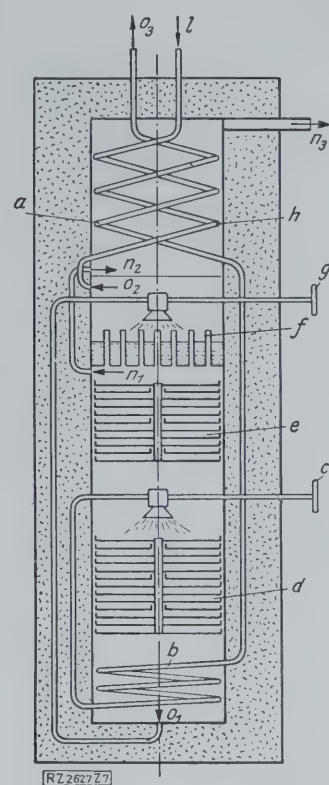


Abb. 8
Druckstickstoff-Apparat

a Gegenstromschlange *b* Verdampfer-
schlange *c* unteres Entspannungsventil
d Abtriebsäule *e* Verstärkungsäule
f Kondensator *g* oberes Entspannungs-
ventil *h* Sauerstoffschlange

Die Trockenbatterie besteht aus einer Anzahl Stahlbehältern, die in einem Trägergestell gelagert sind. Bei kleinen Anlagen verwendet man statt der Behälter glatte Stahlrohre. Der Trockenbehälter, Abb. 5, hat einen herausnehmbaren Einsatz, der mit Ätzkali gefüllt ist. Im Deckel dieses Einsatzes befindet sich ein Watter. Die Luft streicht durch die Ätzkalischiicht von unten nach oben und wird hierbei getrocknet sowie von den letzten Kohlensäureresten befreit.

Nach der Reinigung gelangt die verdichtete Luft in den Trennungsapparat, dessen Arbeitsweise bereits früher beschrieben wurde⁴⁾. Der Unterschied besteht nur darin, daß die Trennung der Luft nicht wie dort bei 0,3 at, sondern bei 5 bis 8 at Überdruck erfolgt. Unter diesem Druck gehen Sauerstoff und Stickstoff nach der Trennung ab, der Sauerstoff in einen oder mehrere Vorratessel und in diesen über eine Verteilleitung unmittelbar zu den Verbrauchstellen. Der Stickstoff wird in einem Motor gespannt, wobei er Nutzarbeit leistet, kühlt sich dabei ab und gibt seine Kälte im Gegenstrom an die zum Trennungsapparat fließende verdichtete Luft ab.

Abb. 6 zeigt eine solche Anordnung. *T* ist der Trennungsapparat, *S* der Stickstoffmotor, *G* der Gegenstromvorkühler, *A* das Auftagefaß und *B* eine Schalttafel mit den Ventilen für die Füllkessel. Zu jedem Kessel gehören ein Ventil in der Zuführleitung und ein Ventil

in der Abgangsleitung. Dadurch kann man nach Bedarf jede Schaltung vornehmen. Wird z. B. Kessel I gefüllt und aus Kessel II entnommen, so sind die Ventile *e*₁ und *e*₃ offen, die Ventile *e*₂ und *e*₄ geschlossen. Wird Kessel I gefüllt und gleichzeitig aus ihm entnommen, während die Füllung des Kessels II als Vorrat dient, dann sind die Ventile *e*₁ und *e*₃ offen, die Ventile *e*₂ und *e*₄ geschlossen.

Die erzeugte Sauerstoffmenge wird mittels eines Gasmessers *i* bestimmt, der Durchgang wird mittels eines Ventils⁵⁾ *f* geregelt. Der Stickstoffmotor *S* treibt bei Anlagen mit einer Sauerstoffleistung von 3 m³/h die Laugepumpe, bei größeren Anlagen treibt er die Kompressorwelle. Ist der Trennungsapparat durch Eis oder Kohlensäureschnee verstopft, so beschickt man ihn mit Luft, die vorher im Auftagefaß *A* durch siedendes Wasser erwärmt wurde.

Die

Arbeitsweise des Gegenstrom-Vorkühlers⁶⁾

zeigt schematisch Abb. 7. Der Stickstoff kommt bei *a* mit der Temperatur *t*₁ aus dem Trennungsapparat und tritt bei *b* in den Motor ein, wobei er sich von *t*₁ auf *t*₂ abkühlt. Mit der Temperatur *t*₂ verläßt er den Motor bei *c* und gelangt bei *d* in den Gegenstrom-Vorkühler. In diesem erwärmt er sich an der durch ein Rohrbündel strömenden verdichteten Luft und entweicht mit der Temperatur *t*₃ bei *e* aus dem Gegenstrom-Vorkühler ins Freie. Die verdichtete Luft tritt bei *f* mit der Temperatur *t*₃' in den Gegenstrom-Vorkühler, strömt durch ein Rohrbündel, wird durch den an diesem entlangströmenden Stickstoff auf die Temperatur *t*₂' abgekühlt, verläßt mit dieser bei *g* den Gegenstrom-Vorkühler und tritt bei *h* in den Trennungsapparat.

Setzt man vollständigen Temperatúrausgleich zwischen Luft und Stickstoff im Trennungsapparat und im Gegenstrom-Vorkühler voraus, so ist *t*₁ = *t*₂' und *t*₃ = *t*₃'. Dar- aus folgt

$$t_1 - t_2 = t_2' - t_3 \dots \dots \dots (16).$$

⁵⁾ DRP-Anmeldung F 59 774.

⁶⁾ Das Verfahren wurde zum erstenmal in der französischen Patentschrift 560 329/1923 der Société L' Air Liquide in Paris beschrieben.

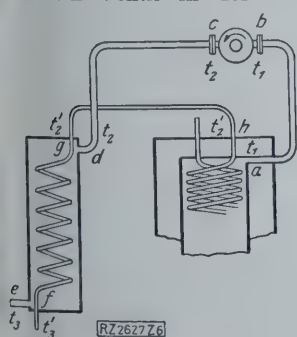


Abb. 7
Arbeitsweise des Gegen-
strom-Vorkühlers

Zahlentafel 1. Tagesprotokoll einer Drucksauerstoff-Anlage

Zeit	Druck vor Ent- spannungs- ventil at	Druck hinter Ent- spannungs- ventil at	Druck im Sauerstoff- kessel at	Sauerstoff- erzeugung m³/h	Sauerstoff- reinheit vH	Temperatur d. Stickstoffes hinter Motor °C	Temperatur d. Stickstoffes vor Motor °C	Temp. der Luft vor Ein- tritt in Tren- nungsapp. °C	Flüssigkeits- höhe im Verdampfer mm
7 h 5'									
8 h 7'									
8 h 30'	90	5	2	3	99,4	-36	-13	-16	60
9 h	70	5,4	2,1	3	99	-50	-19	-20	90
10 h	55	5	2,6	3	99	-55	-25	-24	80
11 h	50	5,2	3	3	99,4	-55	-26	-24	100
12 h	50	4,8	3,2	3	99,2	-54	-25	-24	80
1 h	50	4,8	3,9	3	99,2	-55	-25	-25	80
2 h	50	5	3,9	3	99	-55	-25	-25	80
3 h	50	5,2	4	3	99	-57	-27	-25	100
4 h	50	5	4	3	99,2	-55	-27	-25	90
5 h	55	5	4	3	99,2	-55	-26	-25	100
5 h 45'	45	5	4,2	3,1	99,3	-55	-26	-25	90

Sobald der Temperaturunterschied zwischen dem in den Gegenstrom-Vorkühler eintretenden Stickstoff und der aus diesem austretenden Luft gleich ist dem Temperaturgefälle des Stickstoffs im Motor, tritt ein Beharrungszustand im Kältekreislauf ein.

Bei einem Trennungsapparat mit einer Sauerstoffleistung von 3 m³/h wurde folgendes Ergebnis erzielt: Der Stickstoff verließ den Trennungsapparat mit $t_1 = -22^\circ$ und 5 at Überdruck. Er trat in den Stickstoffmotor, der die Laugenpumpe antrieb, mit 2 at Überdruck ein. Bei der Entspannung im Motor sank die Temperatur des Stickstoffes auf $t_2 = -50^\circ$. Die Luft trat in den Trennungsapparat mit $t_2' = -20^\circ$ ein. Der Sauerstoff wurde der Einfachheit halber nicht durch den Gegenstrom-Vorkühler geführt, sondern trat kalt aus dem Trennungsapparat aus. Der Betriebsdruck war 55 at, beim Arbeiten ohne Vorkühlung 75 at. Die Reinheit des gewonnenen Sauerstoffes betrug 99 vH. Bei einem Trennungsapparat mit einer Sauerstoffleistung von 5 m³/h wurde $t_1 = -33^\circ$ und $t_2 = -70^\circ$. Der höchste Erzeugungsdruck, für den solche Trennungsapparate bisher gebaut wurden, beträgt 10 at bei 15 m³/h Sauerstoffleistung.

In Zahlentafel 1 ist das Tagesprotokoll einer Drucksauerstoff-Anlage von 3 m³/h Sauerstoffleistung wiedergegeben. Der Sauerstoff wurde in einen Kessel von 4 m³ Inhalt gefüllt; aus diesem wurde er gleichzeitig mittels einer Leitung entnommen, die zu den Arbeitstellen in der Blechschmiede führte. Vom vorhergehenden Tage hatte der Kessel noch eine Füllung von rd. 4 at, die während der Anfahrzeit bis auf 2 at verbraucht wurde. Die Behälterdrücke zeigen die wechselnde Entnahme an, die am Vormittag stärker war als am Nachmittag. Zwischen 12 und 1 Uhr lag eine ½stündige Mittagspause, was sich in sprunghaftem Steigen des Behälterdruckes ausdrückt. Die Stickstoffanteile wurden nicht regelmäßig gemessen. Sie betragen im Mittel 10 vH.

Zahlentafel 2 ist das Tagesprotokoll einer Druckstickstoffanlage von rd. 15 m³/h Leistung. Der Stickstoff wird hier mit 10,5 at Überdruck erzeugt und in drei Kessel für 7 at Betriebsdruck gefüllt. Während ein Kessel

geladen wird, wird aus einem der beiden andern Kessel Stickstoff entnommen. Wenn die drei Kessel voll sind, wird der Betrieb unterbrochen, da der Vorrat bis zum nächsten Tag ausreicht. Die Kessel I und II haben einen Inhalt von je 4, der Kessel III hat einen solchen von 10 m³.

Ein Vorteil des Druckverfahrens ist, daß das Gas durchaus öl- und wasserfrei zur Verbrauchsstelle gelangt, da man es weder in einem Gasbehälter unter Wasserabschluß aufzuspeichern, noch in einem besondern Kompressor zu verdichten braucht.

Kraftverbrauch

Einsäulen-Apparate, die mit 0,3 at Entspannungsdruck arbeiten, und die man als drucklose Apparate bezeichnen kann, verbrauchen zur Erzeugung von 1 m³ Sauerstoff 8 m³, Druckapparate 9,5 m³ Luft. Der Luftkompressor einer drucklosen Anlage verbraucht daher um 16 vH weniger Kraft. Bei drucklosen Anlagen kommt jedoch die Verdichtungsarbeit für den Sauerstoff hinzu. Diese beträgt bei einem Flaschen-Fülldruck von 150 at 20 vH des Kraftbedarfes für den Luftkompressor, oder 8 bis 10 vH des Kraftbedarfes, wenn der Sauerstoff mit 5 bis 10 at in ein Behälter gepreßt wird. Diese Verdichtungsarbeit spart man beim Druckapparat. Ferner gewinnt man rd. 10 vH an der Arbeit des Luftkompressors im Stickstoffmotor zurück, die durch die Verminderung des Betriebsdruckes infolge der Vorkühlung der Luft wird die Antriebskraft für den Kompressor um weitere 8 vH verringert.

Der Kraftbedarf ist daher bei der Gewinnung des Sauerstoffes unter Druck und bei Ausnutzung der Vorteile des Stickstoffmotors höchstens ebenso groß, wie bei der drucklosen Erzeugung, wenn man den Sauerstoff auf 5 bis 10 at verdichtet, und jedenfalls geringer als bei druckloser Erzeugung, wenn man Flaschen füllt. Wo billige Kraft zur Verfügung steht, ist daher die Drucksauerstoff-Anlage für kleine Leistungen immer wirtschaftlicher. Insbesondere kommt sie für Überseeländer in Betracht, wo der Sauerstoffbedarf noch gering ist und wo man Sauerstoff mit erheblichen Kosten auf weite Entfernungen holen muß.

Druckstickstoff-Anlagen

Zur Gewinnung von reinem Stickstoff genügt nicht ein Trennungsapparat mit einfacher Säule, sondern es müssen über der Abtriebsäule noch mindestens eine Verstärkungsäule und ein Kondensator vorhanden sein. Abb. 8 zeigt den Trennungsapparat für das von der Frankfurter Aschinenbau-A.-G. ausgebildete Druckstickstoff-Verfahren. Die auf ungefähr 80 at verdichtete Luft tritt bei 1 in den Trennungsapparat, strömt durch die Gegenstromschlange

© DRP-Anmeldung F 58 865.

Zahlentafel 2. Tagesprotokoll einer Druckstickstoff-Anlage

Zeit	Druck vor Entspannungs- ventil at	Druck hinter Entspannungs- ventil at	Stickstoffdruck in Kessel			Stickstoff- reinheit vH	Flüssigkeits- höhe im Verdampfer mm	Flüssigkeits- höhe im Kondensator mm
			I at	II at	III at			
6 h 50'								
9 h 10'								
9 h 50'								
10 h 30'								
10 h 40'								
11 h								
12 h								
12 h 15'								
1 h								
1 h 30'								
2 h								
3 h								
3 h 25'								

die Verdampferschlange *b* und kühlt sich auf diesem Wege in der bekannten Weise bis zur Verflüssigung ab, darauf sie im Entspannungsventil *c* auf 10 at entspannt wird. Unter diesem Druck erfolgt ihre Trennung in der Säule. Die Flüssigkeit strömt nun in der Abtriebsäule *d* nach unten und sammelt sich unten als sauerstoffreiches Gesch. Die Dämpfe, die sich in diesem Flüssigkeitsbade bilden, folgen der Beheizung durch die Schlange *b* entwickeln, steigen in der Abtriebsäule *d* hoch, wobei sie sich mit der abrieselnden Flüssigkeit vermengen. Dabei geben die Dämpfe an die Flüssigkeit Sauerstoff und die Flüssigkeit die Dämpfe Stickstoff ab. Daher werden die Flüssigkeit im Herabrieseln immer sauerstoffreicher und die Dämpfe im Aufsteigen immer stickstoffreicher.

Über dem obersten Teller der Abtriebsäule sind die Stickstoffdämpfe noch mit Sauerstoff verunreinigt. Dieser läßt sich beim Aufsteigen in der Verstärkungssäule *e* abtrennen, so daß die Dämpfe über dem obersten Teller der Verstärkungssäule aus reinem Stickstoff bestehen. Ein Teil dieser Dämpfe wird der Trennungssäule unterhalb des Kondensators *f* bei n_1 entnommen, tritt bei n_2 in den Gegenstromkühler und entweicht bei n_3 unter dem Säulendruck von 10 at, wobei er der in entgegengesetzter Richtung durch die Schlange *a* fließenden verdichteten Luft Wärme entzieht. Ein anderer Teil des Stickstoffs gelangt in die Kammer des Kondensators und wird in diesen niederge-

schlagen. Dieser Teil des Stickstoffs strömt als Waschflüssigkeit auf die Verstärkungssäule *e* zurück und entzieht den aus der Abtriebsäule *d* aufsteigenden Dämpfen den in ihnen noch enthaltenen Sauerstoff.

Als Kühlflüssigkeit für den Kondensator *f* dient der flüssige Sauerstoff. Dieser wird bei o_1 entnommen und vor das Ventil *g* geführt, wo er vom Säulendruck von 11 at auf 1 at entspannt wird. Dabei kühlt er sich auf eine Temperatur ab, die unter derjenigen des Stickstoffes in der Säule liegt.

Die durch die Verflüssigung des Stickstoffes in den Kondensatorrohren freiwerdende Wärme erzeugt im Sauerstoffbad des Kondensators Sauerstoffdämpfe, die bei o_2 aus dem Kondensator entweichen und durch die Schlange *h* im Gegenstrom zu der durch die Schlange *a* ziehenden Luft aus dieser Wärme aufnehmen und den Trennungsapparat bei o_3 verlassen. Der gewonnene Stickstoff wird aus dem Trennungsapparat in Vorratessel geleitet, aus denen er den Verbrauchstellen zugeführt wird. Die Reinheit des Stickstoffes beträgt bei einem Erzeugungsdruck von 10 at 99,9 vH.

Diese kleinen Stickstoffherzeuger eignen sich für die Durchführung von Glühprozessen unter Druck in einer sauerstoffreichen Atmosphäre. Sie wurden für die Herstellung von Überseekabeln für eine Stickstoffleistung von 15 bis 20 m³/h gebaut. [B 2627]

Härteversuche

In der Technologie bemüht man sich seit langem darum, die Werkstoffhärte entweder durch geeignete Prüfverfahren meßbar zu machen oder sie auf allgemeine Eigenschaften eines Werkstoffes zurückzuführen. In den meisten Untersuchungen wurde darauf Gewicht gelegt, möglichst einfache Verfahren ausfindig zu machen, mit denen die Widerstandsfähigkeit der Werkstoffe gegen das Eindringen harter Körper bei den verschiedenen Stoffen verglichen werden konnte. In anderen Untersuchungen wurde versucht, mehr die Vorgänge vom Standpunkt der Festigkeitslehre zu klären und zu beschreiben, indem man sich darum bemühte, die Spannungsverteilung oder die Veränderungen in der Umgebung einer Eindruckstelle zu bestimmen und für die Spannungen quantitative Aussagen zu gewinnen. Zur Beschreibung der Vorgänge beim Eindringen eines prismatischen Stempels in einen weichen Körper bietet einen weiteren Beitrag ein Aufsatz von Sachs, „Beitrag zum Härteproblem“¹⁾.

Sachs knüpft an eine Arbeit von L. Prandtl an, in der unter gewissen vereinfachenden Annahmen versucht wurde, den Vorgang beim Eindringen eines harten prismatischen Schneidkörpers in eine weiche Unterlage als ein Gleichgewichtsproblem eines bildsamen Stoffes zu beschreiben. Die Annahmen waren, daß der Stoff eine ausgesprochene Fließgrenze habe, daß die elastischen Formänderungen gänzlich neben den immerhin noch klein bleibenden elastischen vernachlässigt werden dürfen, daß der Körper der Längsrichtung der Schneide sowie in der Querrichtung sehr ausgedehnt sei und daß schließlich die Reibung in der Druckfläche vernachlässigt werden könne.

Sachs hat seine Versuche mit sehr weichem Kupfer und mit weichem Eisen an prismatischen Körpern mit einer Druckfläche des Stempels von 5,6 mm Breite und 15 mm Länge ausgeführt. Um die plastischen Gebiete sichtbar zu machen, ließ er die Probestücke nach dem Versuch rekristallisieren, beim Eisen ätzte er sie an. Er bestimmte ferner die mittlere Spannung in der Druckfläche in ihrer Abhängigkeit von der Eindringtiefe und aus elastizitätstheoretischen Ansätzen den Widerstand.

Aus den Stempeldruckversuchen scheint hervorzugehen, daß unter dem Stempel ein plastisch verformter Körper entsteht, der mit seiner Umgebung verwachsen ist, bei dem sehr weichen Metall in die elastisch-nachgiebige Unterlage hineingedrückt wird. Der Körper verschluckt das Material selbst, was der Stempel in ihn hineindrückt, das unter dem Stempel verdrängte Körpervolumen erzeugt elastische Formänderungen, auch fließt ein Teil des verdrängten Stoffes in der Längsrichtung der Schneide ab und bildet die auf den Stirnflächen sichtbaren Wulste, die bei den verhältnismäßig kurzen Körpern in ihrer Wirkung hervortreten. Durch diese Bedingungen entfernen sich die in den Versuchen von Sachs verwirklichten Verhältnisse jedoch stärker von den Annahmen, die den Betrachtungen von Prandtl zugrunde gelegt waren, aus denen z. B. gefolgert

werden müßte, daß das durch den Stempel verdrängte Volumen neben dem Stempel in der Preßfläche selbst wieder zum Vorschein kommt. Die Arbeit von Sachs ist ein weiterer Beitrag zur schrittweisen Klärung der vom Standpunkt der Mechanik noch recht verwickelt erscheinenden Verhältnisse eines Eindruckvorganges. [N 622]

Göttingen

A. Nádai

Festigkeit von umlaufenden kegeligen Scheiben¹⁾

Die meisten hochbeanspruchten umlaufenden Scheiben des Maschinenbaues und insbesondere des Turbinenbaues sind kegelig, d. h. ihre Dicke nimmt mit zunehmendem Halbmesser linear ab. Die genaue Berechnung der Festigkeit dieser Scheiben erfordert die Integration einer hypergeometrischen Differentialgleichung und bereitet daher einige Schwierigkeiten. Sind aber die Funktionswerte der Lösungen einmal ermittelt, so kann man damit jede beliebige kegelige Scheibe berechnen; dazu müssen nur noch die beiden Integrationskonstanten so gewählt werden, daß den Randbedingungen der besonderen Aufgabe Genüge geleistet wird, nachdem das partikuläre Integral der Drehzahl der Scheibe angepaßt worden ist. Diese zweite Forderung kann schon durch eine Maßstabänderung befriedigt werden, während die Wahl der Integrationskonstanten lediglich die Auflösung zweier simultaner linearer Gleichungen mit zwei Unbekannten verlangt. Ist der Verlauf der maßgebenden hypergeometrischen Funktionen bekannt, so läßt sich die genaue Berechnung einer Scheibe mit geringem Arbeitsaufwand durchführen; die Kenntnis der Theorie der hypergeometrischen Funktionen wird dabei nicht vorausgesetzt, da nur einfache Rechnungen notwendig sind.

Der Aufsatz enthält eine Berechnung dieser Funktionen, die in Formeln, Zahlentafeln und Diagrammen wiedergegeben werden. Ferner werden Zahlenbeispiele angeführt, Spannungen und Formänderungen in Linien aufgetragen. Besonders beachtenswert ist das Ergebnis, daß die Spannungen in undurchbohrten, am Rand belasteten kegeligen Scheiben sehr wenig schwanken: die Äußerstwerte weichen um höchstens $\pm 7\frac{1}{2}$ vH vom Mittelwert ab. Eine solche Scheibe darf somit technisch als Scheibe gleicher Festigkeit aufgefaßt werden und in vielen Fällen unbedenklich an die Stelle der Scheibe gleicher Festigkeit mit doppelt gekrümmtem Querschnitt treten, der gegenüber sie die leichtere Bearbeitbarkeit voraus hat. Auch wenn eine Bohrung vorhanden ist, zeigt die kegelige Scheibe ein günstiges Verhalten, wie ein durchgeführtes Beispiel beweist. Wichtig ist dabei vor allem, daß die Nabe kräftig bemessen wird, weil die tangentialen Spannungen an der Bohrung schnell zunehmen. In der ganzen übrigen Scheibe halten sich die Schwankungen der Spannung in mäßigen Grenzen; bei richtiger Abstimmung von Nabe und Scheibe läßt sich leicht erreichen, daß die tangentialen Beanspruchung der Scheibe mit der radialen annähernd übereinstimmt. [N 505]

¹⁾ E. Honegger, Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 7 (1927) S. 120.

¹⁾ „Zeitschrift für technische Physik“ Bd. 8 (1927) S. 132.

Pitotrohr für Wassermessung bei hohem Druck

Von Heinrich Homberger, Mill Valley, Kalifornien

Werdegang der kalifornischen Wasserkraftanlagen — Bauart des Differential-Druckmessers und Pitotrohres — Versuchsergebnisse

Das in mannigfacher Form¹⁾ seit mehr als einem Jahrhundert benutzte Pitotrohr hat m. E. eine Reihe von Eigenschaften, die es zu einem der wertvollsten Werkzeuge des praktischen Hydraulikers machen. Als wesentliche Vorzüge im Vergleich mit andern Meßverfahren möchte ich folgende erwähnen:

- 1. hoher Genauigkeitsgrad, sichere und bequeme Einführung und Messung;
- 2. leichte Anwendung auch in solchen Fällen, wo besondere Vorbereitungen für Wassermessung nicht von vornherein vorgesehen waren;
- 3. geringe Herstellungskosten und leichter Versand.

Außer dem Pitotrohr selbst ist für die Messung ein Druckmesser erforderlich; hierfür benutzt man heute fast immer einen Druckunterschiedsmesser.

Will man Wassermengen in einer geschlossenen Rohrleitung messen, die unter Druck steht, so sind besondere Ausführungsformen des Rohres und Druckmessers erforderlich. Meine praktischen Erfahrungen mit solchen Rohren für hohen Druck will ich im folgenden mitteilen. Sie sind an den kalifornischen Wasserkraftanlagen der Northern California Power Co., Consolidated gewonnen. Dieses Unternehmen stellte zuerst den zahlreichen Bergwerken des nördlichen Teiles des an Naturschätzen reichen und sich rasch entwickelnden Landes billige elektrische Energie zur Verfügung. Seine Werke sind für europäische Begriffe überaus schnell ausgebaut worden. Beachtenswert ist, wie man von hohen Gefällen und kleinen Maschineneinheiten ausging und schließlich zu verhältnismäßig niedrigen Gefällen und großen Wassermengen gelangte. Diese Entwicklung spielte sich in den Jahren 1896 bis 1912 ab. Zahlentafel 1 enthält nähere Angaben über die Größe der einzelnen Anlagen, die Fertigstellung und Maschinengröße.

Im Jahre 1919 wurde die Northern California Power Co. von der Pacific Gas & Electric Co. in San Francisco gekauft. Dieses Unternehmen ist heute das größte seiner Art in den Vereinigten Staaten, sowohl hinsichtlich der Gesamtleistung als auch in bezug auf das versorgte Gebiet.

Zahlentafel 1

Kraft-Anlagen der Northern California Power Company, Consolidated

Kraftwerk	In Betrieb genommen	Gefälle m	Anzahl der Maschinen	Gesamt- leistung kW
Volta	1901	380	5	6 250
Kilare	1904	366	2	3 000
South cow Creek	1908	222	2	1 500
Inskip	1909	115	2	6 000
South	1910	156	1	4 000
Coleman	1912	145	3	13 500

Als diese Anlagen geplant und ausgeführt wurden, ging die Entwicklung mit solcher Schnelligkeit vor sich, daß mancherlei nicht berücksichtigt wurde, was bei richtiger Überlegung als notwendig anerkannt worden wäre. Hierzu gehört der vollständige Mangel fest eingebauter Einrichtungen zur Nachprüfung und Messung der verbrauchten und zu verschiedenen Jahreszeiten zur Verfügung stehenden Wassermengen.

Im Herbst 1918 wurde ich beauftragt, sämtliche Maschinen auf ihren hydraulischen Wirkungsgrad hin zu prüfen und Vorschläge zu machen, wie die vorhandenen Anlagen am besten ausgenutzt werden könnten. In einigen Anlagen war es möglich, im Unterwasser ein Wehr einzubauen; die Volta-Anlage hatte ein solches bereits seit einigen Jahren, doch konnte hier nur die gesamte

Wassermenge gemessen werden, da das Wehr für kleinere Maschinen zu groß war und auch den Umständen hatte, daß es vom Krafthaus etwas zu weit entfernt war. Ferner war der Unterwassergraben teilweise durch Schüttung hergestellt worden und bei hohem Wasserstand nicht dicht. In den Anlagen South und Coleman war jedoch eine Messung durch Wehr geschlossen, und ich empfahl daher die Anwendung von Pitotrohren.

Damit die Beobachter am Pitotrohr, die die Wassermenge ablesen, mit denen im Kraftwerk, die das Gefälle und die Leistung feststellen, ständig in Fühlung bleiben können, ist es notwendig, das Pitotrohr möglichst in der Nähe des Krafthauses einzubauen. Hieraus ergab sich die Notwendigkeit einer besonderen Bauart, die den verhältnismäßig hohen Drücken in jeder Beziehung gewachsen war. In keinem der beiden Fälle war es notwendig, die Erregermaschinen zu berücksichtigen, da diese in einem Fall ihr Wasser aus einer besonderen Rohrleitung erhalten und im andern durch einen Induktionsmotor betrieben werden können.

Da die Durchmesser der Rohrleitungen zwischen 100 und 1950 mm lagen, war es notwendig, die Pitotrohre groß genug zu machen, um das Rohr vom größten Durchmesser vollständig durchqueren zu können. Ein weiterer erschwerender Umstand war, daß die Kraftanlagen in etwas schwer zugänglichen Gebieten der Sierra Nevada liegen, und die Arbeit mitten im Winter unternommen werden mußte. In den in Betracht kommenden Höhenlagen in Kalifornien kommen starke Fröste nicht vor, sondern im allgemeinen nur schwere Regenfälle in lang anhaltenden Zeiträumen, wodurch die ohnehin mangelhaften Wege in sehr schlechten Zustand geraten. Das Meßgerät mußte deshalb gedungen und genügend widerstandsfähig sein, um die schweren Erschütterungen während der Überführung aushalten zu können.

Schließlich herrschte Wassermangel, da es drei Jahre lang wenig geregnet hatte; die Messungen durften den Betrieb der Anlagen daher nur wenig stören. Die Maschinensätze sind groß und ihre Gesamtzahl gering, so daß das Stillsetzen einer Einheit, auch für verhältnismäßig kurze Zeit, einen bedeutenden Einnahmeausfall zur Folge hat. Vorbereitungen für die Vornahme der Leistungsversuche konnten getroffen werden, indem die der in Frage kommenden Druckleitungen für kurze Zeit entleert wurde; hierfür wurde jeweils der Zeitraum der Mindestbelastung der Gesamtanlage gewählt, nämlich in den frühen Morgenstunden eines Sonntags. Es war somit den Beamten, dem die Verteilung der Netzlast auf die verschiedenen Anlagen obliegt, die Möglichkeit gegeben, auch trotz der Außerbetriebsetzung der einen Leitung den gesamten Kraftbedarf zu decken.

Das Pitotrohr wird durch einen Hahn in die Rohrleitung eingeführt, der in Amerika unter der Bezeichnung „standard corporation cock“ im Handel zu haben ist; die Arbeit an den Rohrleitungen bestand somit lediglich darin, an zwei Stellen je ein Loch in die Rohrwand zu bohren, das nötige Gasgewinde zu schneiden und die beiden Hähne einzuschrauben.

Bauart des Differentialdruckmessers

Bei niedrigem Druck dient als Druckunterschiedsmesser ein U-förmiges Rohr aus gewöhnlichem Glas, dessen Schenkel man mit den beiden inneren Röhren des Pitotrohres durch Gummischläuche verbindet und durch Quetschhähne abschließt. Bei den hohen Drücken ist dies unmöglich; der Druckmesser, Abb. 1 und 2, wurde deshalb aus Normteilen der Crane Company hergestellt und mit zwei getrennten Glasrohren versehen, wie sie für Wasserstandgläser bei Kesseln verwendet werden. Da diese nicht genau hergestellt werden, mußten

¹⁾ Z. Bd. 67 (1923) S. 568 und 944.

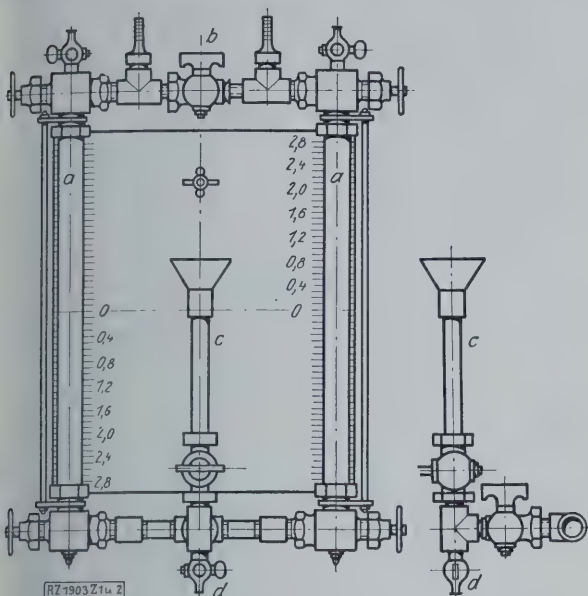


Abb. 1 und 2
Differential-Druckmesser

- a Glasrohre
b Hahn zur Verbindung der beiden Rohrschenkel a
c Füllrohr mit Trichter
d Leerlaufhahn

is den vorhandenen ausreichend genaue Rohre aus-
sucht werden. Vier Stück wurden ausgesondert, deren
archmesser einheitlich waren, und die weder eine Krüm-
ung noch sonstige Fehler hatten.

Nach dem Zusammenbau wurde der Druckmesser
nem Probedruck unterworfen und sodann zum Ver-
nd wieder auseinander genommen. Im Betriebslabora-
rium in Redding, Nordkalifornien, wurden die ein-
hnen Teile wieder zusammengesetzt und in einen
chten Holzkasten eingebaut, der mit Lederriemen und
ndgriff versehen wurde, so daß das ganze Gerät be-
em von einem Mann getragen werden konnte. Die
ilungen in Abb. 1, an denen der Ausschlag der Meß-
issigkeit abgelesen wird, wurden in Redding auf ein
tück poliertes Messingblech aufgetragen, das mit zwei
rauben mit Flügelmuttern auf zwei Holzblöcken längs-
schiebbar befestigt ist, so daß die Teilungen genau auf
ll eingestellt werden können, wenn die Flüssigkeit zur
rhe gekommen ist.

Die Schläuche zur Verbindung des Druckmessers mit
m Pitotrohr mußten den Druck ohne bemerkenswerte
nderung des Querschnitts aushalten und mußten leicht
agsam sein. Es war schwierig, einen geeigneten Stoff
finden. Die Goodrich Rubber Co. empfahl einen
hlauch, den sie als „braided covered tubing“ auf den
arkt bringt, konnte aber keine Gewähr für die Zuver-
ssigkeit übernehmen, da ähnliche Forderungen nie ge-
stellt worden waren. Es war deshalb nötig, den Schlauch
prüfen, ehe er verwendet wurde. Ein kurzes Stück
urde an einem Ende mit Draht dicht geschlossen und am
ndern mit einer Messingkupplung ausgestattet, die in
nen Crosbyschen Apparat zum Prüfen von Druck-
essern paßte. Das Probestück hielt 28 at Druck ohne
rübergehende oder bleibende Formänderung aus.

Als Meßflüssigkeit wurde für geringe Geschwindig-
it Kohlenstoff-Tetrachlorid und für hohe Quecksilber be-
utzt. Die Gleichung für die Strömungsgeschwindigkeit v
[m/s] lautet:

$$v = c \sqrt{2gh(\gamma - 1)},$$

r CCl_4 ist

$$v = 0,84 \cdot 4,43 \sqrt{0,62 h}$$

d für Hg

$$v = 0,84 \cdot 4,43 \sqrt{12,6 h},$$

prin $c = 0,84$ den Festwert des Pitotrohres, γ das spe-
sische Gewicht der Meßflüssigkeit und h den Gesamt-
sschlag in Metern bedeuten.

Mit Hilfe des Hahnes b in Abb. 1 und 2 konnten
die beiden Rohrschenkel miteinander verbunden wer-
den, was die Einstellung der Nullage sehr erleich-
tert. Das Füllrohr c mit Trichter und Leerlaufhahn d
dient zum Einführen und Entleeren der Meßflüssigkeit. Die
beiden Flaschen mit den Meßflüssigkeiten waren im Mano-
meterkasten untergebracht und gesichert. Bei der Über-
führung trat kein Bruch ein, doch brach ein Glasrohr
beim Anziehen einer Stopfbüchse, und die Ersatzrohre
kamen gut zustatten.

Pitotrohr und Zubehör

Zur Einführung des Pitotrohres in die zu unter-
suchende Rohrleitung wurde die in Abb. 3 dargestellte
Stopfbüchse entworfen. Das Muttergewinde a entspricht
dem Gasgewinde der oben erwähnten Hähne, wovon je zwei
in jede Rohrleitung eingeschraubt waren. Verwendet wurde
gezogenes Sechskant-Messing. Durch die Stopfbüchse wird
das Mantelrohr a des Pitotrohres, Abb. 4 bis 7, in die
Rohrleitung eingeführt. Das Mantelrohr hat 25,4 mm Dmr.
und 2055 mm Länge. Auf seine Querschnittfläche von
5,07 cm² Flächeninhalt wirkt der Wasserdruck. Die beiden
Zugstangen b nehmen diesen Druck auf und übertragen
ihn von dem zweiten am Außenseite der Pitotrohre vorge-
sehenen Querhaupt c auf das Querhaupt b an der Stopf-
büchse in Abb. 3.

Die Rohre d und e in Abb. 5 sind aus nahtlos gezo-
genem Kupferrohr von 6,35 mm Dmr. hergestellt und außer-
halb des Querhauptes rechtwinklig abgelenkt. Das Innen-
ende des Mantelrohres ist durch ein eingepreßtes Messing-
stück f , Abb. 5 und 7, abgeschlossen, das außer den beiden
senkrechten Bohrungen vier wagerechte erhalten hat. Hier-
von haben die zum Druckrohr führende Bohrung 3,16 und
die übrigen 1,58 mm Dmr. Die Form wurde nach den in
Z. Bd. 53 (1909) S. 989 gemachten Angaben gewählt.

Das Rohr d , Abb. 5, das mit der Druckseite in Verbin-
dung steht, ist fest gelagert, das andere um 180 Grad dreh-
bar und gegen Längsverschiebung durch einen aufgelöteten
Halsring g , Abb. 5, gesichert. In der Mittelstellung kommt
die volle Saugwirkung zur Geltung, der Ausschlag der
Meßflüssigkeit ist daher hierbei am größten. Diese Stel-
lung wurde daher bei allen Versuchen angewendet. Die
beiden seitlichen Bohrungen wurden nur dazu benutzt, um
festzustellen, daß die mittlere frei von Fremdkörpern war.

Jede Zugstange ist mit drei gewöhnlichen Sechskant-
muttern versehen; zwei von ihnen befestigen die Zugstange
an der Stopfbüchse, die dritte dient zur Verschiebung des
Rohres. Die jeweilige Stellung des Rohres in der Druck-
leitung wird dadurch festgestellt, daß man den Abstand
von der Außenseite der Stopfbüchse bis zur Innenfläche
des Abschlußstückes mißt und die vorher gemessene Ent-
fernung von der Mitte Bohrung bis zur Außenseite der Stopf-
büchse in der Anfangstellung hinzuzählt.

Eine einmal gewählte Stellung des Pitotrohres konnte
ohne Schwierigkeit genau wieder gefunden werden, und alle
Ablesungen wurden zweimal gemacht, einmal bei Einfüh-
rung des Rohres und ein zweites Mal beim Herausziehen.
Die Schraubenschlüssel können leicht von einem Mann ab-
wechselnd bedient werden, und zum Herausziehen

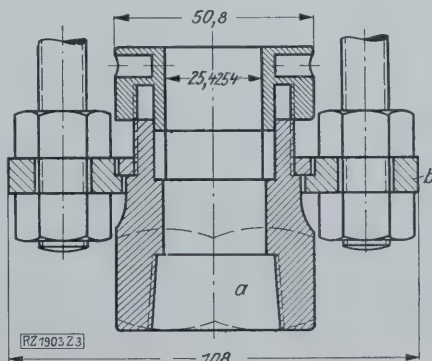


Abb. 3
Stopfbüchse zur Einführung des Pitotrohres
a Muttergewinde b Querhaupt

wurden die beiden Muttern jeweils ein Stück zurückgeschraubt, worauf das Rohr durch den Wasserdruck sprungweise hinausgepreßt wurde, nachdem durch leises Klopfen die Stopfbüchsenreibung überwunden war.

In den größeren Druckleitungen machte sich ein Übelstand bemerkbar, der seinen Grund in der verhältnismäßig leichten Bauart des Pitotrohres hatte: Sobald der frei in das Druckrohr ragende Teil gewisse Punkte erreicht hatte, entstanden Erschütterungen, die an einzelnen Punkten recht heftig waren. Nachdem diese Punkte überschritten waren, hörten die Erschütterungen wieder auf, so daß eine Geschwindigkeitskurve durch eine Reihe von Punkten gelegt werden konnte, ohne daß diejenigen herangezogen werden mußten, wo die Erschütterungen die Ablesungen beeinflusst hatten. Wäre das Pitotrohr aus stärkerem Material hergestellt worden, so hätten die Abmessungen der Stopfbüchse und des Einführungshahns vergrößert werden müssen.

Abgesehen von den größeren Kosten wäre der ganze Apparat für die Überführung unhandlich geworden. Wo der Apparat nur an einer Stelle verwendet werden soll und daher das Gewicht unwesentlich ist, dürfte es sich jedenfalls empfehlen, ihn schwerer zu machen, und in diesem Falle werden Erschütterungen wohl nicht eintreten.

Versuche an der Anlage „South“

Die Anlage „South“, Abb. 8, hat nur einen Maschinensatz von 4000 kW Nennleistung, der aus einer einzigen Rohrleitung gespeist wird. Die Drehzahl von 225 Uml./min und das verhältnismäßig niedrige Gefälle von 156 m machten zwei Wasserräder erforderlich, die auf den beiden Enden der in zwei Lagern laufenden Welle aufgepreßt sind. Jedes der beiden Räder wird von einer schwingenden Düse mit Regelnadel beaufschlagt. Der Lombard-Geschwindigkeitsregler treibt beide Schwingdüsen gleichzeitig an. Die Regelnadeln werden mit der Hand mittels eines Getriebes eingestellt. An den feststehenden Teil der Schwingdüsen schließt sich ein Hauptabsperrierschieber an, der durch ein kegeliges Rohr mit dem Endflansch der Druckleitung verbunden ist. Diese ist auf Betonblöcken gelagert und liegt mit der unteren Hälfte im Erdreich, Abb. 9.

Der dem Kraftwerk nächstgelegene geeignete Punkt für die Einführhähne war etwa 50 m entfernt. Es wurde dort ein leichtes Holzgerüst zur Stützung des Pitotrohres und zur Aufstellung des Druckmesser-Kastens errichtet. Einer der Betriebsleute des Kraftwerkes konnte hier ohne Schwierigkeit das Pitotrohr für die beiden Durchquerungen der Rohrleitung bedienen.

Abb. 10 zeigt das Ergebnis der beiden Durchquerungen; die gestrichelte Linie gibt die Mittelwerte der beiden voll ausgezogenen Linien an, die den Ablesungen am Druckmesser entsprechen. Nach dieser Mittelwertlinie

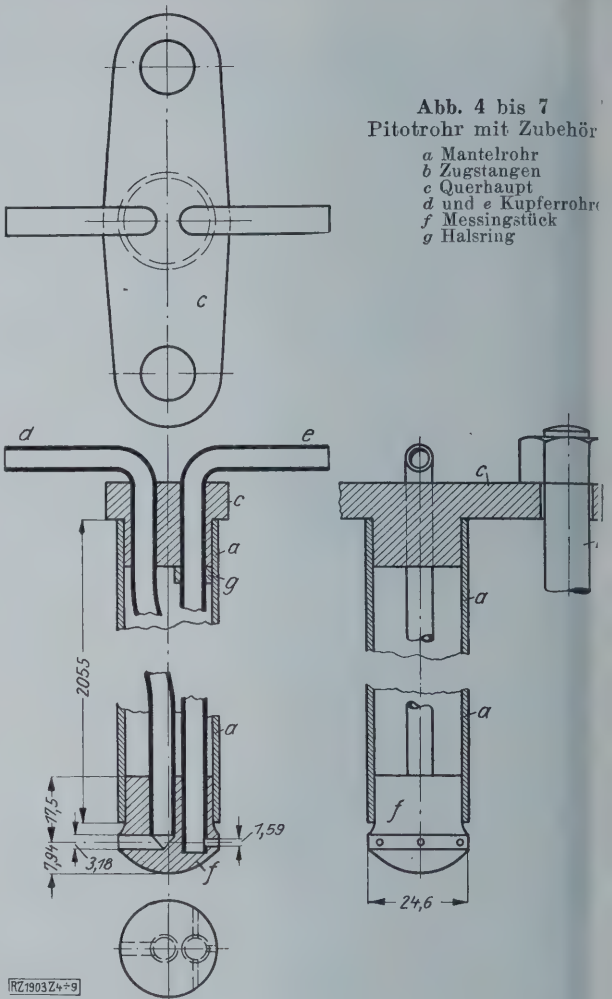


Abb. 4 bis 7 Pitotrohr mit Zubehör
a Mantelrohr
b Zugstangen
c Querhaupt
d und e Kupferrohr
f Messingstück
g Halsring

wurde die Linie der Geschwindigkeiten bestimmt. Die Durchschnittsgeschwindigkeit im Rohr wurde nach dieser Linie mit Hilfe des Ringflächenverfahrens bestimmt.

Im allgemeinen wird für die Messungen das Pitotrohr in der Rohrmitte eingestellt; im vorliegenden Falle zitterte es in dieser Lage, und es wurde deshalb der mit „X“ bezeichnete Punkt für Vornahme aller Ablesungen gewählt.

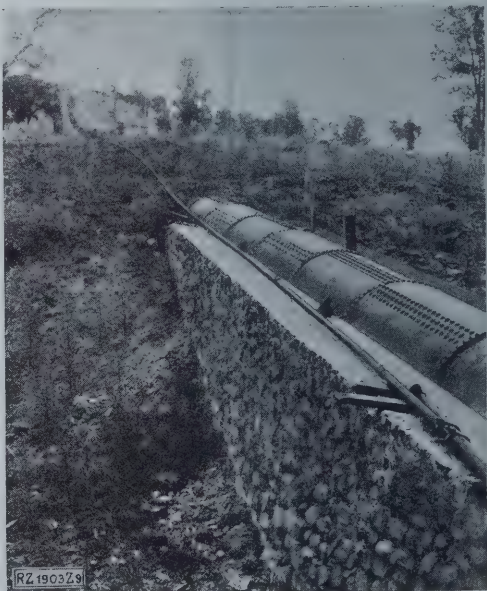


Abb. 9 Ankerblock für eine Druckrohrleitung

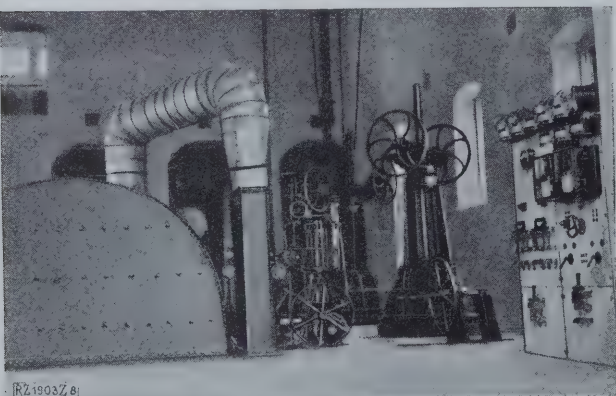


Abb. 8 Anlage „South“, im Vordergrund Handantrieb für die Regeldüse. Das Blechrohr ist eine Kühlvorrichtung für den Stromerzeuger, bei der der Luftzug im Untergraben des Wasserrades benutzt wird.

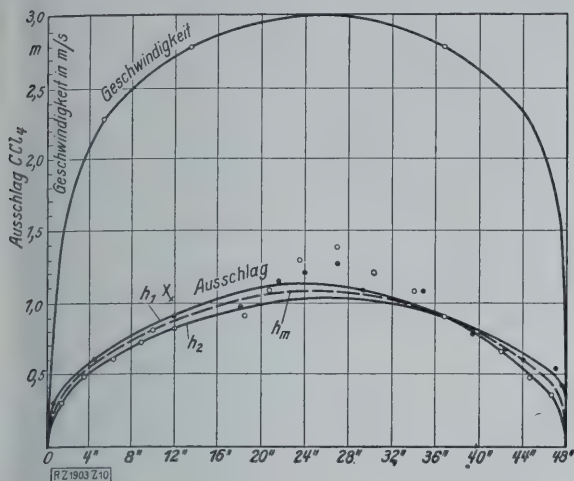


Abb. 10
Messungen an der Anlage „South“

Versuche an der Coleman-Anlage

Die Coleman-Anlage enthält drei mit einfachen Francis-Turbinen unmittelbar gekuppelte Hauptstromerzeuger von je 4000 kVA Nennleistung, Zahlentafel 1, die mit 146 mm mittlerem Nutzgefälle arbeiten, Abb. 11. Jede Einheit hat drei Lager. Das Wasser wird durch zwei Rohrleitungen geführt. Die Hauptabsperrschieber liegen oberhalb des Gebäudes und werden durch Druckwasserzylinder eingestellt, Abb. 12. Der mittlere Maschinensatz mit den Rohrleitungen durch ein Hosenrohr verbunden, oberhalb der Absperrschieber liegt und Wasser aus den Rohrleitungen durch Zweigrohre und Abzweigstücke nimmt.

Die drei Turbinen von gleicher Bauart waren während der sieben Betriebsjahre verschieden stark abnutzt und gelegentlich ausgebessert worden, aber nicht in der gleichen Weise. Es war deshalb wünschenswert, Leistungsversuche an allen drei Maschinensätzen vorzunehmen. Infolgedessen mußten beide Rohrleitungen mit Löchern und Paßstücken für das Pitotrohr versehen werden, Abb. 13. Um festzustellen, ob die Ergebnisse vom Druck abhängig sind, wurden die Meßstellen für den westlichen Rohrstrang etwa 160 m oberhalb des Maschinenhauses, die für den östlichen etwa 225 m unterhalb des Rohreinlaufs angebracht.

Die Verbindung zwischen den Beobachtern innerhalb und außerhalb des Kraftwerkes wurde im ersten Falle durch einen Signalmann auf der Brücke hergestellt, die auf der Hinterseite des Gebäudes die Galerie für Schalttafeln und Umformer mit der zum Gebäude führenden Fahrstraße verbindet und eine für die Aufstellung der Absperrschieber vorgesehene Ausschlachtung überspannt. Im letzten Fall erhielt ein auf der Abschlußwand des Vorbeckens stehender Mann telefonische Anweisungen aus dem Kraftwerk, die er durch Signale an die Beobachter am Pitotrohr weitergab. Es ergab sich, daß das Pitotrohr unter hohem und niedrigem Druck gleich gut arbeitete.

Im übrigen waren die Versuchsverfahren die gleichen wie bei der Anlage „South“. Die Ergebnisse der Rohrdurchquerungen zeigen Abb. 14 und 15. Schlechte Wirkungsgrade sind in erster Linie starker Abnutzung der Einlaufkanten an den Turbinenschaukeln zuzuschreiben, in zweiter Linie aber auch Undichtigkeiten der Drehschaukelwellen in ihren Stopfbüchsen. Dieser Übelstand wurde durch neue Packung leicht behoben. Die Laufräder der Maschinen waren aus Stahlguß hergestellt, und ich empfahl, diese durch Aufschweißen und Handbearbeitung im Krafthaus auf ihre ursprüngliche Form zu bringen. Da die Eigentümerin der Maschinen eine gut eingerichtete Werkstatt mit elektrischem Schweißzeug in Redding zur Verfügung hatte, versprach diese Ausbesserung eine Ersparnis gegenüber

Abb. 11 zeigt die Turbinen mit Stromerzeugern in der Coleman-Anlage. Die Turbinen sind von der gleichen Bauart und haben eine Nennleistung von je 4000 kVA.

Abb. 12 zeigt den Absperrschieber für die mittlere Turbine der Coleman-Anlage. Der Schieber wird durch Druckwasserzylinder eingestellt.

Abb. 13 zeigt den unteren Teil der Druckrohrleitungen der Coleman-Anlage. Die Meßstellen für das Pitotrohr sind an den Rohren angebracht.

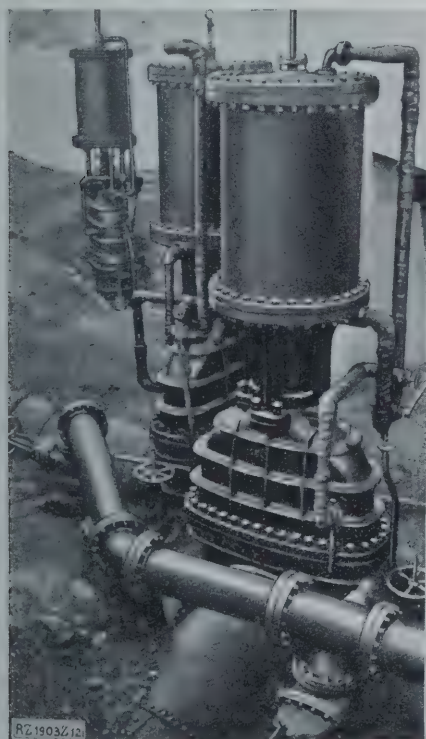


Abb. 12
Absperrschieber für die mittlere Turbine der Coleman-Anlage

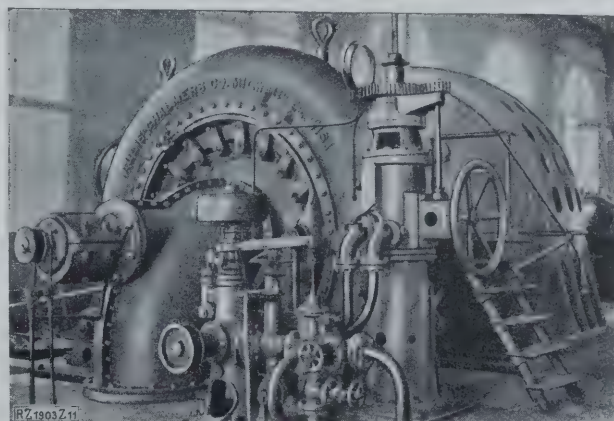


Abb. 11
Turbine mit Stromerzeugern in der Coleman-Anlage



Abb. 13
Coleman-Anlage. Druckrohrleitungen, unterer Teil am Kraftwerk
a Anschlußhahn für Pitotrohr

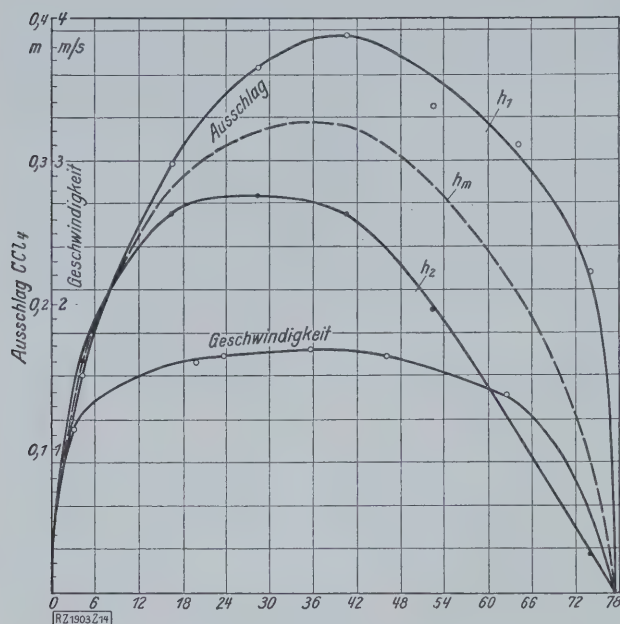


Abb. 14

Coleman-Kraftwerk, Messung an der östlichen Rohrleitung

der Beschaffung neuer Laufräder, da die Überführung teuer ist. Wären die Laufräder aus Gußeisen oder Bronze hergestellt gewesen, so wäre der Ausfall der Schweißung unsicher gewesen. Dieser Umstand ist wohl im Auge zu behalten, wenn Neuanlagen mit Hochdruckturbinen in abgelegenen Gebirgsgegenden geplant werden.

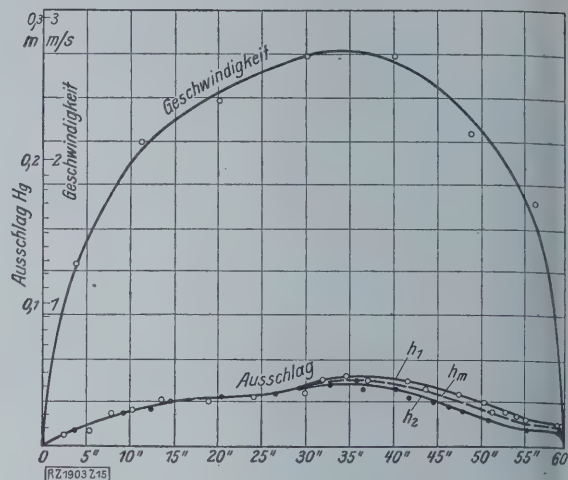


Abb. 15

Coleman-Kraftwerk, Messung an der westlichen Rohrleitung

Schlußwort

Während es im vorliegenden Falle die Aufgabe Ingenieurs war, bestehende Kraftanlagen ohne von v. herein vorgesehene Wassermessvorrichtungen einm zu prüfen, möchte ich darauf aufmerksam machen, a mit verhältnismäßig geringen Änderungen das Pitotb auch fest eingebaut werden kann; damit wird dem triebsleiter Gelegenheit gegeben, sich dauernd von e Leistungsfähigkeit seiner Anlage zu überzeugen.

[B 190]

Mechanische Eigenschaften der Hartpapier-Isolierstoffe

Die verkürzten Vorschriften über die Prüfung der elektrischen Isolierstoffe wurden vom VDE erstmalig mit Gültigkeit vom 1. Juli 1914 herausgegeben. Infolge des unmittelbar darauf einsetzenden Krieges fand sich jedoch kaum Gelegenheit, auf Grund dieser Vorschriften Untersuchungen über die verschiedenen Isolierstoffe auszuführen. Eine der wenigen Arbeiten aus der damaligen Zeit ist die von Dr.-Ing. K. Geisler¹⁾ über den künstlichen Kautschuk als elektrischer Isolierstoff. Seitdem haben sich die Vorschriften mehrfach geändert. Unter Anlehnung an die neuesten Vorschriften des VDE ist die Arbeit über die mechanischen Eigenschaften der Hartpapierisolierstoffe von K. Schaudinn und Dr.-Ing. L. Traeger²⁾ entstanden. Die Verfasser haben der Natur der Sache nach getrennt über Hartpapierrohre und Hartpapierplatten berichtet.

Hartpapierrohre werden dadurch hergestellt, daß Papierbahnen, die eine gewisse Reißfestigkeit aufweisen müssen, ein- oder zweiseitig mit einem Kunstharz, gewöhnlich einem Erzeugnis der Phenol-Formaldehyd-Kondensation, bestrichen und unter Druck und Hitze auf einen Dorn aufgewickelt werden³⁾. Gute Erzeugnisse, d. h. Rohre, deren Papierlagen gleichmäßig durch das Bindemittel zusammengeklebt sind, brechen beim Zugversuch in einer zur Stabachse senkrechten Ebene. Bei nicht homogenen Bindungen zwischen Papier und Lack werden die Papierlagen in verschiedenen Querschnitten gerissen und beim Bruch auseinandergezogen; sie brechen kegelstumpfförmig. Eine Bruchdehnung ist mit bloßem Auge nicht nachweisbar. Wärmebehandlung der Rohre (4 h auf 75 und 120 °C und nachfolgende Abkühlung auf Zimmertemperatur) ließen keine wesentliche Beeinflussung der Zerreißfestigkeit erkennen.

Die Biegefestigkeit wurde in Anlehnung an die VDE-Vorschriften in der Weise ermittelt, daß über den mittleren

Teil des Rohres ein Halbring gelegt wurde, der eine möglichst gleichmäßige Kraftverteilung gestattete. Der Mittelwert der Beanspruchungen betrug 12,8 kg/mm². Ein Einfluß durch Erwärmung auf die Biegefestigkeit ließ sich gleichfalls nicht feststellen. Verdrehungsbeanspruchungen, wie sie beim Bau von Trennschaltern vorkommen, wurden gleichfalls untersucht. Zwischen der Belastung P und dem Verdrehungswinkel ϕ wurde unmittelbare Proportionalität festgestellt, gleichgültig, ob das Rohr im Wicklungssinn oder entgegengesetzt verdreht wurde.

Hartpapierplatten werden dadurch hergestellt, daß man weniger festes, aber stark saugfähiges Papier, Löschpapier, mit Kunstharzlösungen tränkt und die einzelnen Blätter aufeinander geschichtet und unter Druck und Hitze zusammenpreßt, so daß ein annähernd homogener Körper entsteht. Zur Untersuchung derartiger Platten wurden Bruchstäbe verwendet, deren Papierfasern entweder parallel oder senkrecht zur Kraftrichtung verliefen. Im ersten Fall ergaben sich bei Raumtemperatur Bruchspannungen von 12,7 kg/mm², im zweiten Fall solche von 9,17 kg/mm², bei 28 °C weniger. Versuche bei verschiedenen Temperaturen ergaben eine geradlinige Abhängigkeit (Abnahme) der Reißfestigkeit von der Temperatur, ähnlich der Abhängigkeit der Druckfestigkeit von der Prüftemperatur bei Vulkanisierpapier⁴⁾.

Bei 100 °C hat Hartpapier nur noch die Hälfte der Reißfestigkeit bei Raumtemperatur, bei 300 °C nähert sich die Reißfestigkeit asymptotisch dem Wert null, d. h. bei dieser Temperatur verkohlt das Bindemittel. Bei den Biegeprüfungen betrug die Biegefestigkeit, wenn die Papierfasern senkrecht zur Kraftrichtung parallel liefen, 18,6 kg/mm², wenn sie senkrecht zueinander liefen, 14,2 kg/mm². Die Biegefestigkeit des Hartpapiers in Plattenform in Abhängigkeit von der Temperatur ergab wie die Reißfestigkeit eine geradlinige Abhängigkeit. Bei 170 °C bog sich der Verlauf der Kurve völlig durch, ohne zu brechen. Der Stab löste sich vielmehr in mehrere Schichten auf.

Berlin-Steglitz

Dr.-Ing. Kurt Geisler

¹⁾ Heft 250 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens.

²⁾ ETZ Bd. 28 (1927) S. 870.

³⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 545.

⁴⁾ Vergl. R. Baumann Z. Bd. 57 (1913) S. 907.

RUND SCHAU

Wissenschaftliche Tagungen

66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure

Mannheim-Heidelberg, 28. bis 30. Mai 1927

Bereits am Freitag, dem 27. Mai, wurde die Aus-
lösung des V.d.I. durch den Vorsitzenden, Dr. Wendt,
öffnet. Neben den hier gezeigten Arbeiten aus der Tätig-
keit der Geschäftsstelle und einiger Ausschüsse des V.d.I.
des VDI-Verlages war recht eindrucksvoll die Wer-
bung für die nächste größere Veranstaltung des Vereines:
Werkstofftagung, die im Herbst d. Js. in Berlin statt-
finden wird.

Der Nachmittag desselben Tages wurde durch die
Tagung der Werbeingenieure ausgefüllt, die als Vor-
gänger Ing. A. Sieber, Kassel, und Dipl.-Ing. Kurt
Schulz, Berlin, an Stelle des verhinderten Dipl.-Ing.
Kutznauer, Hamburg, auf den Plan schickten, um ihre
Erfahrungen über die Wirksamkeit technischer Anzeigen
und die Eingliederung der Anzeigenwerbung in den tech-
nischen Vertrieb den Fachgenossen mitzuteilen.

Am Abend versammelten sich die Mitglieder des Vor-
standes und des Vorstandrates mit ihren Damen
nächst zu einer Vorstellung im Nationaltheater und im
Anschluß hieran im Rittersaal des Schlosses, wo sie durch
Stadt Mannheim feierlich empfangen und begrüßt wurden.

Der Vorstandsrat begann seine Beratung am Morgen des
28. Mai. Fragen der Ingenieurhilfe, der Mitgliedverhält-
nisse, des Patentwesens, der Ausgestaltung der Zeitschriften
und wichtige Satzungsänderungen standen auf der Tages-
ordnung¹⁾. Die Mitgliederversammlung des nächsten Tages
setzte sich mit diesen Angelegenheiten noch näher zu be-
schäftigen.

Um 9 Uhr setzten auch bereits die ersten Fachsitzungen
ein, die einen recht guten Besuch aufzuweisen hatten. In-
sondere fand die Fachsitzung „Verbrennungs-
maschinen“ eine äußerst rege Beteiligung. Die
Tagung der schnelllaufenden Dieselmotoren, die heute alle
Leute beschäftigt, angesichts der besseren Wirtschaft-
lichkeit und Unabhängigkeit von ausländischen Bezugs-
stellen bei der Benutzung von Treiböl auch in schnelllaufen-
den Kraftwagen- und Flugzeugmotoren, wurde vornehmlich
abgehandelt. Prof. Striebeck zeigte an der Hand seiner
Erfahrungen, daß beim Acro-Motor der Firma Bosch,
G., die Frage der Lösung nähergebracht ist²⁾. Ähnliches
sagte man auch den Ausführungen von Prof. Dr. Neu-
mann, Hannover, entnehmen, der über Untersuchungen
am Dornier-Motor sprach³⁾. Allgemeiner gehalten waren
die Ausführungen von Prof. Langer, Aachen, über Wer-
bung von Verbrennungsmotoren⁴⁾, während sich Dr.-Ing.
Richter, Wien, mit dem Problem des Zündermotors
flüssige Brennstoffe befaßte und bei diesen an sich schon
technisch recht gut entwickelten Motoren noch eine Reihe
stofflicher zu untersuchender Fragen aufdeckte⁵⁾.

In der gleichzeitig unter dem Vorsitz von Geheimrat
Dr.-Ing. de Thierry und später von Ministerialrat
D. Busch tagenden Mitgliederversammlung der Deut-
schen Gesellschaft für Bauingenieurwesen⁶⁾ be-
traute Strombaudirektor Konz, Stuttgart, über die Neckar-
regulierung⁷⁾, von der am Montag ein kleiner Abschnitt
im Rahmen der Besichtigungen der Hauptversammlung in
Erscheinung genommen wurde. Technische und künstlerische
Aspekte des Brückenbaues besprach Oberbaurat Schae-
ferle, Stuttgart⁸⁾, und Ministerialrat Dr.-Ing. Eller-
beck behandelte den neuesten Entwurf zum Schiffshebe-
werk Niederfinow des Hohenzollernkanals⁹⁾.

Am Nachmittag war Ministerialrat Ellerbeck Leiter
der Fachsitzung „Anstrichtechnik“, ein Zeichen da-
für, welche Aufmerksamkeit gerade die Bauingenieure diesen
Entgegenbringungen¹⁰⁾. Wie die Ausführungen von
Dr.-Ing. Nettmann in dieser Fachsitzung zeigten, blühen
auch dem Maschineningenieur zahlreiche Aufgaben¹¹⁾.

Insbesondere sind es die mechanischen Anstreichverfahren,
die zu ihrer Ausbildung der Mitarbeit des Ingenieurs bedürfen.

Die Prüfung der Anstriche, über die Dr. Schulz von
der Reichsbahn berichtete¹²⁾, betrifft mehr den Chemiker,
ebenso auch die Frage des Eisenschutzes durch Anstrich¹³⁾,
über die an Stelle des erkrankten Prof. Dr. Maab, Berlin,
Dr.-Ing. Adrian sprach, wenn auch die eigentlichen Nut-
zieher aller dieser Schutzmaßnahmen die Maschinen- und
Bauingenieure sind. Die umfangreichen Erörterungen, die
sich den Vorträgen anschlossen, und die rege Beteiligung
an den Versuchen über Farbspritzen bewiesen, welch leb-
haftes Bedürfnis der V.d.I. durch die Abhaltung einer der-
artigen Veranstaltung befriedigt hat.

Im Laufe des Nachmittags fanden weiter eine Obmänner-
versammlung der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebs-
ingenieure und eine Strom- und Hafenrundfahrt statt. Abends
folgten die Ingenieure einer Einladung des Mannheimer Be-
zirksvereins in den Rosengarten. Hier begrüßte Dir. Frö-
ber, der Mannheimer Vorsitzende, als liebenswürdiger
Gastgeber, die zum Teil aus weiter Ferner herbeigeeilten
Gäste.

Frühzeitig am Sonntag, dem 29. Mai, rief die Arbeit
die Teilnehmer wieder zusammen. Galt es doch, an diesem
Tage die eigentliche Hauptversammlung zu begeben. Wäh-
rend der geschäftlichen Verhandlungen, über deren Ergeb-
nis schon berichtet worden ist¹⁴⁾, wies Prof. Mat-
schon nachdrücklich auf die im Herbst stattfindende Werk-
stofftagung hin und forderte die Mitarbeit der jüngeren
Kräfte in den Bezirksvereinen. Die wissenschaft-
lichen Verhandlungen eröffnete der Vorsitzende
des Hauptvereins, Dr. Wendt, um 10 Uhr. Er dankte der
Stadt Mannheim, begrüßte die Gäste und gab die Ehrungen
bekannt, die der Verein in diesem Jahre beschlossen hat:
Prof. Junkers, der bekannte Pionier des Flugzeugbaues,
tritt in die Reihe der Inhaber der Grashof-Denkmedaille, und
der Oesterreicher, Geheimrat Exner, und Kommerzienrat
Hermann Röchling werden Ehrenmitglieder des Vereins.
Prof. Junkers und Kommerzienrat Röchling waren persö-
nlich erschienen und dankten der Versammlung in bewegten
Worten. Auch der badische Staatspräsident Dr. Trunk und
der Oberbürgermeister von Mannheim, Dr. Kutzer, be-
grüßten die Versammlung und wiesen besonders auf die Be-
deutung des Ingenieurs für das Staatsleben und die städtische
Verwaltungsarbeit hin.

Ein recht glückliches Zusammentreffen war es, daß un-
mittelbar auf die Ehrung Junkers als eines Vorkämpfers
technischen Fortschritts der von Prof. Heidebroek ge-
haltene Vortrag über „Technische Pionierleistungen als
Träger industriellen Fortschritts“ folgte¹⁵⁾. Wurde hier die
Unentbehrlichkeit der Technik zur Unterhaltung der großen
Menschenmassen, die heute die Welt bevölkern, dargelegt
und die Bedeutung der technisch schaffenden Persönlichkeit
in groß angelegten allgemeinen Ausführungen ins rechte
Licht gerückt, so gab der andre Hauptvortrag, über die neu-
zeitliche technische Entwicklung der Deutschen Reichs-
post¹⁶⁾, den Ministerialrat Kruckow hielt, einen Ein-
blick in technische Leistungen auf einem wichtigen Sonder-
gebiet.

So wie am Vormittag die wissenschaftlichen Veranstal-
tungen ihren Höhepunkt erreicht hatten, so die gesellschaft-
lichen Veranstaltungen am Abend des 29. Mai mit dem ge-
meinsamen Essen im Rosengarten. Der Vorsitzende des
V.d.I., Dr. Wendt, begrüßte die Gäste und feierte das
deutsche Vaterland und den V.d.I., der Kurator des Ver-
eines, Geheimrat Lippart, hob die Verdienste der Mann-
heimer Industrie hervor und spendete der Stadt Mannheim
besonderes Lob. Kommerzienrat Dr. Clemm, Waldhof,
dankte im Namen der Gäste und betonte die Notwendigkeit
der Zusammenarbeit zwischen Ingenieur und Industrie.

Am 30. Mai begann um 1/9 Uhr morgens die Fach-
sitzung „Dampftechnik“, die am Nachmittag noch
fortgesetzt wurde. Diese Sitzung, die unter dem Vorsitz
von Prof. Eberle tagte, war besonders stark besucht. An
der Spitze stand der Vortrag von Prof. Eberle, Darmstadt,
über das heute so wichtige Thema: „Kupplung von Kraft-
und Heizwerken“¹⁷⁾ zum Zwecke der gemeinsamen, möglichst
weitgehenden Energieausnutzung. Die Ausführungen Eber-
les sowie die Vorträge von Prof. Thum, Darmstadt, über
„Werkstoffe im Dampfturbinenbau“¹⁸⁾ und von Obering

¹⁾ Die Beschlüsse sind in Z. Nr. 23 vom 4. Juni 1927 S. 889 ver-
öffentlicht.

²⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 765.

³⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 775.

⁴⁾ Vergl. Z. Nr. 26 (1927) S. 914.

⁵⁾ Dieser Vortrag, s. a. Z. Nr. 22 (1927) S. 764, sowie ein besonderer
Bericht über die Fachsitzung „Verbrennungsmotoren“ werden noch
beiliegen.

⁶⁾ Vergl. Z. Nr. 27 (1927) S. 963.

⁷⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 786; ausführliche Veröffentlichung folgt.

⁸⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 787.

⁹⁾ Vergl. Z. Nr. 26 (1927) S. 918.

¹⁰⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 808.

¹¹⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 763.

¹²⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 774.

¹³⁾ Vergl. Z. Nr. 23 (1927) S. 840.

¹⁴⁾ Vergl. Z. Nr. 23 (1927) S. 841.

¹⁵⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 737.

¹⁶⁾ Arch. f. Wärmew. Bd. 8 (1927) S. 204.

¹⁷⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 758.

Stein, Berlin, über „Selbsttätige Feuerungsregelung“¹⁸⁾ waren Gegenstand lebhafter Erörterungen. Ausgezeichnet wurde auch der Vortrag von Dr.-Ing. Münzinger, Berlin, über „Dampfkessel für Großkraftwerke“¹⁹⁾ aufgenommen, dessen Hinweis auf die zielbewußten Arbeiten Georg Klingenberg's am Großkraftwerk Klingenberg von neuem das Bedauern über das frühe Hinscheiden dieses Mannes wach werden ließ.

Nicht minder starken Besuch zeigte auch die gleichzeitig tagende Fachsitzung „Ausbildungswesen“²⁰⁾, deren Vorsitz Geheimrat Lippart führte. Lippart war auch der erste Vortragende. Er sprach über die „Praktikanten-ausbildung in industriellen Werken“²¹⁾. An seine Ausführungen, insbesondere die von ihm aufgestellten Leitsätze knüpften sich lebhaft Erörterungen.

Auf die Aufgaben, die sich dem Ingenieur außerhalb der Maschinenindustrie in so reichem Maße bieten, wiesen ausdrücklich Prof. Conrad Matschoß ganz allgemein und nach ihm Dr. Gminder, Reutlingen, für das Gebiet der Textilwirtschaft, Dr.-Ing. Garbotz, Berlin, für die Großbauwirtschaft und Dr.-Ing. Bramesfeld, Darmstadt, für die chemische Industrie und die Möbelindustrie hin²²⁾. Die in den Vorträgen und der angeregten Erörterung gewonnenen Erfahrungen werden jetzt vom Deutschen Ausschuss für Technisches Schulwesen weiter behandelt.

Die Fachsitzung „Betriebstechnik“²³⁾, die letzte wissenschaftliche Veranstaltung dieser Hauptversammlung, brachte ebenfalls reichen Gewinn für alle Teilnehmer, insbesondere dadurch, daß hier die bisher nicht sonderlich stark behandelte Holzverarbeitung den Verhandlungsgegenstand bildete. Sehr bemerkenswert war diese Fachsitzung dadurch, daß ein Nichttechniker, Oberförster Dr. Hausendorf, Grimnitz, das Holz als Werkstoff behandelte²⁴⁾. Die Zusammenarbeit zwischen dem Forstbetrieb und der Industrie stand dabei im Vordergrund der Betrachtung und der Erörterung. Aber auch die Vorträge von Obering. Müller, Spandau, über „Arbeitsvorbereitung und Betriebsmittel in der Holzbearbeitung“²⁵⁾ und von Oberreg.- und Bau- rat Bardtke, Wittenberge, über „Die Massenherstellung von Holzersatzteilen in Eisenbahnwerkstätten“²⁶⁾ gaben Anlaß zu lebhaftem Meinungsaustausch. Insbesondere wurde gezeigt, wie gerade beim Holz große Verluste durch Normung und durch Veredelung des Holzes und durch seine Verwendung als Sperrholz zu vermeiden sind.

Die Besichtigungen führten in nahezu sämtliche Betriebe der Mannheimer Industrie. Besonders zahlreiche Mel-

dungen lagen vor für die Besichtigung des Werkes Opau der I.-G. Farbenindustrie und die neuen Anlagen der Neckarkanalisation.

Den gesellschaftlichen Abschluß der Hauptversammlung bildeten ein Schloßfest in Heidelberg am 30. Mai und der Pfalz-Saar-Tag, der am Dienstag, dem 31. Mai, noch eine stattliche Zahl der Mitglieder in Neustadt a. d. Haardt vereinigte.

Die 66. Hauptversammlung hatte überhaupt einen sehr starken Besuch aufzuweisen. Etwa 2200 Personen: Mitglieder des Vereines nebst Angehörigen und Gäste nahmen an ihr teil. [N 614]

Dampftechnik

Versuchskessel für 120 at Betriebsdruck
(Mitteilung aus dem Laboratorium für Technische Physik der Technischen Hochschule München)

Die maßgebenden Gesichtspunkte für den Bau eines Dampfkessels, der zur Durchführung von wissenschaftlichen Versuchen dienen soll, unterscheiden sich in mancherlei Hinsicht von den sonst im Kesselbau gewohnten. Wohl müssen in allen Fällen die behördlich festgelegten Bedingungen bezüglich des Kesselbaustoffs und der dem Druck entsprechend bemessenen Wanddicke erfüllt sein. Wenn hinsichtlich der sonstigen, für die Betriebssicherheit geltenden Vorschriften Erleichterungen eintreten, so ist dies dadurch gerechtfertigt, daß der Versuchskessel während seiner vorübergehenden Benutzung viel besser gewartet und beaufsichtigt wird, als dies im allgemeinen bei Fabrik- oder Eisenanlagen der Fall ist. Die gute Überwachung während des Betriebes rechtfertigt es auch, von den für den Ort der Aufstellung geltenden baulichen Vorschriften abzuweichen, bei deren Einhaltung man oft gezwungen wäre, den Versuchskessel von den übrigen Teilen der Meßanordnung zu trennen, als die Regelung des Kesselbetriebes erschweren und die resultierende Versuchsgenauigkeit beeinträchtigen würde.

Der im folgenden näher beschriebene Hochdruck-Versuchskessel, Abb. 1 bis 3, dient als Dampferzeuger für Versuche zur Bestimmung der spezifischen Wärme des Wasserdampfes; er ist in Verbindung mit den übrigen Teilen der Meßanordnung in der großen Versuchshalle des Laboratoriums für Technische Physik der Technischen Hochschule München aufgestellt. Der wichtigste Gesichtspunkt für den Entwurf des Kessels war, daß bei der jeweils für den Versuch benötigten Dampfmenge der Kesseldruck in einfacher Weise auf möglichst gleich bleibender Höhe gehalten werden sollte. Eine Möglichkeit, dies zu erreichen, hätte darin bestanden, den Wasserinhalt und damit die Abmessungen des Kessels entsprechend groß zu wählen. Dieser Ausführung standen jedoch die hohen Anschaffungs- und Betriebskosten entgegen; gleichzeitig hätte die große thermische Trägheit eines derartigen Kessels eine rasche Umstellung des Dampfdruckes auf andere Höhe nach Abschluß eines Versuches gehindert. In gegenseitiger Abwägung dieser beiden Umstände, also der Trägheit während des Versuches und der raschen Umstellmöglichkeit nach Abschluß des Versuches, wurden die Abmessungen des Kessels klein gehalten, nur zur Erzielung der verlangten Gleichförmigkeit des Druckes eine entsprechend ausgebildete elektrische Heizung in den Kessel eingebaut.

Der höchste Betriebsdruck, für den der Versuchskessel gebaut wurde, beträgt 120 at. Der Kesselkörper besteht aus einer nahtlosen, aus einem Stück geschmiedeten und beidseitig zugekühlten Trommel von 915 mm Außendurchmesser und 1750 mm Höhe. Er faßt in normal gefülltem Zustand etwa 0,6 m³ Wasser. Die Wanddicke beträgt im zylindrischen Teil 70 und in den zugekühlten Enden 110 mm. Das oben angebrachte ovale Mannloch hat 320/425 mm W. Der Kessel ist zur Verringerung der Wärmeverluste mit einer 120 mm dicken Lage von Lambda-Isoliersteinen umkleidet und ruht auf einem mit ihm verbundenen Triergestell, so daß der Ort der Aufstellung beliebig gewählt und verändert werden kann.

Als Baustoff für den Kesselkörper wurde Flußblech verwendet; die damit durchgeführten Festigkeitsprüfungen ergaben folgende Werte:

¹⁾ Für die Ausdehnung der Versuche zur Bestimmung der spezifischen Wärme des Wasserdampfes auf höhere Drücke hat der deutsche Ingenieur Mittel bereitgestellt und sich um die Beschaffung der Versuchsinstrumente bemüht. Auf sein Ersuchen haben sich bei der Herstellung folgende Firmen beteiligt: Hanomag, Hannover; Konstruktion und Zusammenbau des Kessels: Pfeil- und Walzwerk, G. m. H. Reisholz; Herstellung der Kesseltrommel; Elektroheizung, G. m. H. Nürnberg; Lieferung der elektrischen Heizeinrichtung; Sempell, Magdeburg; Lieferung eines Teiles der Armaturen; Schäffer & Budeberg, Magdeburg-Buckau; Lieferung der Manometer; Rheinhold & Co., Köln; Lieferung und Herstellung der Isolierung; Weise & Monski, Phys. ist für diese Unterstützung allen Beteiligten zu besonderem Dank verpflichtet.

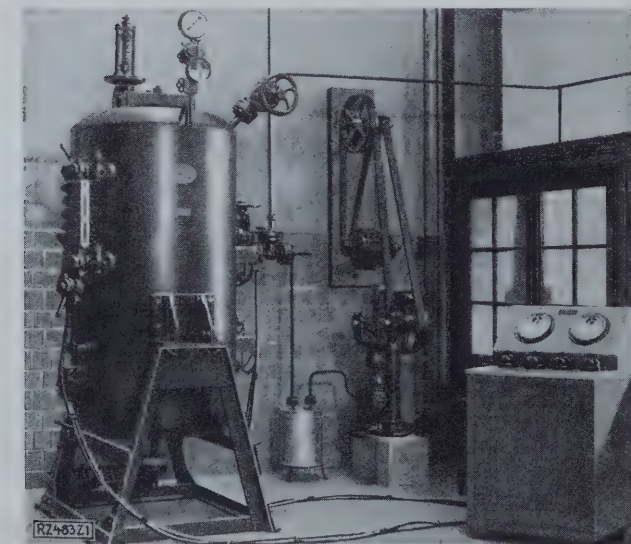


Abb. 1
Ansicht des Hochdruck-Versuchskessels für 120 at

¹⁸⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 802, ausführliche Veröffentlichung folgt.

¹⁹⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 752, ausführliche Veröffentlichung folgt.

²⁰⁾ Besonderer Bericht folgt.

²¹⁾ Vergl. Z. Nr. 28 (1927) S. 993.

²²⁾ Der vollständige Bericht über diesen Teil der Fachsitzung erscheint in den „Abhandlungen und Berichten des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen“ als Teillieferung von Bd. 9.

²³⁾ Vergl. Z. Nr. 27 (1927) S. 954.

²⁴⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 764.

²⁵⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 797.

²⁶⁾ Vergl. Z. Nr. 22 (1927) S. 746, ausführlicher Abdruck folgt.

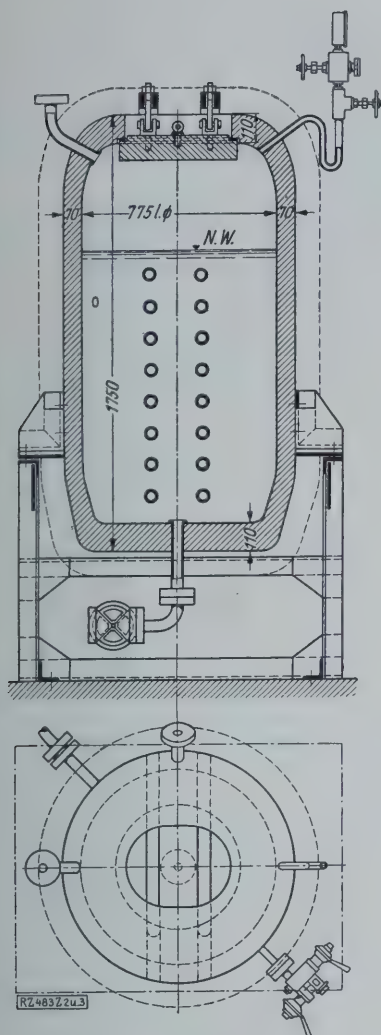


Abb. 2 und 3
Versuchskessel für 120 at im Laboratorium für Technische Physik der Technischen Hochschule München

- Probe 1) (Tangentialprobe vom Ende des noch nicht zugekümpelten, nicht geglühten Kessels entnommen) 46 kg/mm² Festigkeit, 19,5 vH Dehnung;
Probe 2) (ebenfalls vom Ende des noch nicht zugekümpelten Kessels entnommen, jedoch mit dem gekümpelten Kessel geglüht und warm gerade gerichtet) 45,9 kg/mm² Festigkeit, 25 vH Dehnung.

Die Kesselausrüstung besteht aus einem Wasserstandger, einem Manometer, einem federbelasteten Sicherheitsventil, einem Dampfentnahmeventil, einem Speiseventil und ließlich dem am Boden sitzenden Ablaßventil. Sämtliche schlußstutzen für die Armaturen sind eingeschraubt, gelöt und gebördelt.

Wie bereits erwähnt, ist der Kessel für elektrische Heizung eingerichtet. Bei ihrer Ausführung mußte zunächst den Anschluß an das vorhandene Gleichstromnetz von V Rücksicht genommen werden. Durch 16 Patronenheizpatronen, die je 1,2 kW aufnehmen, können dem Kessel insgesamt 19,2 kW zugeführt werden. Um die unmittelbare Berührung der Heizkörper mit dem Kesselwasser zu verhindern und vom Kesseldruck zu entlasten, um außerdem die Heizkörper auch während des Betriebes auswechseln zu können, hat man jede Heizpatrone in einem besonderen, in die Kesselwand eingewalzten und am innenliegenden Ende geschlossenen Siederrohr untergebracht. Die Weite dieser Rohre beträgt 1 mm und ist derart bemessen, daß sie zur Erzielung eines Wärmeübergangs durch die Heizpatrone gut passend gefüllt wird.

Die aus den Siederrohren ragenden Köpfe der Heizpatronen tragen je drei Anschlußklemmen, die zur Stromführung zunächst mit einem kleinen Klemmbrett und von dann mit dem eigentlichen Schaltpult, s. Abb. 1, rechts verbunden sind. Mit Rücksicht auf die verlangte weitestgehende Regelbarkeit sind je vier Heizpatronen zu einer Gruppe zusammengefaßt, deren Stromaufnahme vom Schalt-

pult aus mittels Reihenparallelschalter in drei Stufen verändert werden kann. Zur Feineinstellung kann schließlich durch einen seitlich am Schaltpult angebrachten Schiebewiderstand auch die Stromaufnahme einer Stufe der einen Gruppe vermindert werden. Am Schaltpult befinden sich außerdem die Meßgeräte für Spannung und Stromstärke, weiter ein durch ein dünnes Kupferrohr mit dem Kessel verbundenes größeres Präzisionsmanometer²⁾, so daß die zur Einstellung und Einhaltung eines gleichmäßigen Kesseldrucks notwendigen Vorrichtungen leicht überwacht und bedient werden können.

Wie die Heizung, muß auch die Speisung des Kessels weitgehend und leicht regelbar sein und ihm jeweils dasselbe Gewicht an Wasser zuführen, das an Dampf daraus entnommen wird. Diesen Zweck erfüllt eine elektrisch angetriebene einfachwirkende Tauchkolbenpumpe mit 15 mm Dmr. und 60 mm Hub; bei der Nennzahl von 80 Uml./min fördert sie 50 l/h. Die Fördermenge soll in erster Linie durch die Drehzahl des Motors eingestellt werden; er ist deshalb mit einem Regelanlasser versehen und kann außerdem zur Erzielung eines völlig gleichmäßigen Ganges an die Akkumulatorenatterie des Laboratoriums angeschlossen werden. Zur Feineinstellung der Pumpenleistung dient schließlich ein Umlaufnadelventil.

Damit man nötigenfalls dem Kessel eine größere Dampfmenge entnehmen kann, als mit der eingebauten elektrischen Heizung allein erzeugt werden kann, wurde zwischen Kessel und Speisepumpe noch ein elektrisch beheizter Speisewasservorwärmer, wie aus Abb. 1 ersichtlich, eingebaut.

Die bis jetzt angestellten Vorversuche an dem Hochdruckkessel berechtigen zu der Annahme, daß er sich für die Durchführung der Versuche zur Bestimmung der spezifischen Wärme des Wasserdampfes bis zum angegebenen Höchst- druck gut eignen wird; bei der Veröffentlichung der Versuchsergebnisse wird hierüber noch berichtet werden.

München [M 483] E. Raich und We. Koch

²⁾ War zur Zeit der Aufnahme des Lichtbildes noch nicht eingebaut.

Wärme

Wärmeübergang und Turbulenz

Verbindung der Wärmeaustauschformel mit der Strömungsgleichung. Beziehung zwischen den beiden Zahlenbeiwerten. Prüfung durch die Versuchsergebnisse von Nusselt.

Strömt ein Gas von der Temperatur T im Achsenabstand z durch ein Rohr vom Halbmesser r , dessen Wand durch Heizung mit Dampf von außen auf der unveränderlichen Temperatur $T_0 > T$ gehalten wird, so tritt ein Wärmeaustausch mit Erhöhung der Gastemperatur von T_1 auf T_2 ein. Dabei ist das Element dQ des Wärmeflusses in der Zeiteinheit verhältnismäßig dem örtlichen Temperaturunterschied $T_0 - T$ zwischen der Rohrwand und dem Gas sowie der Fläche $2\pi r dz$ des Teilchens der Rohrwand, also mit einem Beiwert α des Wärmeaustausches

$$dQ = \alpha (T_0 - T) 2\pi r dz \quad (1)$$

Diese Wärme steigt aber auch die Temperatur des in der Zeiteinheit strömenden Gasgewichtes um dT , so daß mit dem Raumgewicht γ , der spezifischen Wärme c_p und der entsprechenden mittleren Stromgeschwindigkeit w dieser Gasmenge auch

$$dQ = \pi r^2 w \gamma c_p dT \quad (2)$$

Hierin kann man den nahezu unveränderlichen Wärmewert des strömenden Gasgewichtes durch das bequemere meßbare Produkt aus dem Volumen V in der Zeiteinheit und der spezifischen Wärme der Raumeinheit C_p ersetzen, also mit

$$\pi r^2 w \gamma c_p = V C_p \quad (3)$$

$$dQ = V C_p dT \quad (2a)$$

schreiben.

Nach Gleichsetzen mit dem Wert in Gl. (1) ergibt also dann die Integration zwischen T_1 und T_2 auf dem Wege $z_2 - z_1 = l$ die Formel

$$\frac{2\pi \alpha r l}{V C_p} = \lg \frac{T_0 - T_1}{T_0 - T_2} \quad (4)$$

aus der man unter Einführung der gemessenen Temperaturen und des Gasvolumens bei bekannter Größe von C_p den Beiwert α durch den Versuch ermitteln kann.

Die Strömung erfordert aber auch ein Druckgefälle

$$-\frac{dp}{dz} = \frac{\lambda \gamma}{r} \frac{w^2}{2g} \quad (5)$$

Darin ist λ ein Zahlenbeiwert, der mit der absoluten Reynoldsschen Kennzahl $R = \frac{w \gamma r}{g \mu}$ (μ = Zähigkeit) sich derart ändert, daß unterhalb des kritischen Wertes $R_k = 1160$ das Produkt $\lambda R = 16$ beständig bleibt und sich von da einer

Asymptote mit der durch die Rauigkeit $\lambda = \lambda_0$ gegebenen Neigung nähert¹⁾. Setzt man statt Gl. (5)

$$\frac{1}{\gamma} \frac{dp}{dz} = \frac{dL}{dz} = - \frac{\lambda w^2}{r 2g} \dots \dots \dots (5a),$$

so bedeutet die linke Seite den Energieverlust der Gewichtseinheit auf der Längeneinheit, bedingt durch die Bewegungswiderstände. Die rechte Seite besagt dagegen, daß dieser Verlust dadurch hervorgerufen wird, daß auf der Längeneinheit der Bruchteil $\lambda : r$ der strömenden Gewichtseinheit durch den Einfluß der Rohrwand die ganze Wucht der Strömung eingeblüßt hat. Das aber ist nur dadurch möglich, daß dieser Bruchteil aus dem Innern des Stromes an die Wand gelangt und dort in Wirbelung gerät.

Außerdem nimmt aber dieser Bruchteil, der die Grenzschicht erfüllt, dort eine Temperatur T' an, die zwischen der jeweiligen Mitteltemperatur T des Gasstromes und derjenigen T_0 der Wand liegt, so daß in erster Annäherung

$$2T' = T_0 + T \dots \dots \dots (6)$$

ist. Werden die Wirbel mit dieser Temperatur wieder vom Gesamtstrom ergriffen und in diesem aufgelöst, so mischen sie sich derart, daß die Temperatur des Stromes um dT steigt, so daß auf dem Wege dz

$$\frac{\lambda}{r} (T' - T) dz = dT \dots \dots \dots (7)$$

oder mit Gl. (6)

$$\frac{\lambda}{2r} (T_0 - T) dz = dT \dots \dots \dots (7a)$$

wird. Dabei ist die Wärmeentwicklung durch Vernichtung der Strömungsenergie wegen der Geringfügigkeit der entsprechenden Temperaturerhöhung vernachlässigt. Als dann folgt durch Integration von Gl. (7a) zwischen den Gastemperaturen T_1 und T_2 auf dem Wege $z_2 - z_1 = l$:

$$\frac{\lambda l}{2r} = \lg \frac{T_0 - T_1}{T_0 - T_2} \dots \dots \dots (8),$$

wonach man auch den Widerstandsbeiwert λ aus der Temperaturerhöhung bei der Strömung ermitteln kann.

Verbindet man aber Gl. (4) und (8), so ergibt sich unter Ausschaltung der Temperaturen sowie der Meßlänge l

$$\lambda = \frac{4\pi r^2 \alpha}{C_p \bar{v}} \dots \dots \dots (9)$$

oder auch mit Gl. (3)

$$4\alpha = \lambda \gamma c_p w \dots \dots \dots (9a)$$

sowie nach Einführung der Reynoldsschen Kennzahl R und der kinematischen Zähigkeit $\nu = \frac{g \mu}{\gamma}$

$$\alpha = \frac{\lambda R \gamma \gamma c_p}{4r} \dots \dots \dots (9b)$$

für den Zusammenhang zwischen der Wärmeaustauschzahl α mit dem Widerstandsbeiwert λ und der Stromgeschwindigkeit w . Doch ist noch zu beachten, daß sich im allgemeinen nach der obigen Bemerkung λ mit R , also auch mit w nach der Turbulenzgleichung ändert, was streng genommen bei der Integration von Gl. (6) hätte berücksichtigt werden müssen, bei kurzer Meßstrecke dagegen wenig ins Gewicht fällt.

Zur Prüfung der vorstehenden Ergebnisse stehen nun Versuche von W. Nusselt²⁾ zur Verfügung, bei denen

¹⁾ Lorenz, Das Turbulenzproblem für das gerade Kreisrohr, Phys. Z. Bd. 26 (1925) S. 557 u. Ergänzungsheft „Techn. Mechanik“ der Z. Bd. 69 (1925) S. 29.

²⁾ Nusselt, Der Wärmeübergang in Rohrleitungen, Z. Bd. 54 (1909) S. 1750. Außerdem liegen noch Versuche von Poensgen, „Ueber die Wärmeübertragung von strömendem überhitztem Wasserdampf an Rohrwandungen und von Heizgasen an Wasserdampf“ Z. Bd. 60 (1916) S. 27 u. 47 vor, die mit denen von Nusselt gut übereinstimmen.

Luft bei Drücken zwischen 1 und 16 at mit Geschwindigkeiten von 0,3 bis 30 m/s und Temperaturänderungen zwischen 17 und 86° in einem mit Dampf von rd. 102° außen geheizten glatten Messingrohr von 1,1 cm innerem und 1,3 cm äußerem Halbmesser strömte. Die Abhängigkeit des Beiwertes α von w zeigt fast genau denselben Verlauf wie die Turbulenzkurven³⁾ der Abhängigkeit $\lambda R = f(w)$ woraus schon Nusselt auf die Verwandtschaft beider Gänge schloß.

Im Turbulenzbereich ergab sich nun im Mittel das Verhältnis $\alpha : V \approx 2$, wobei für alle Versuche V in m³ auf bei 15° bezogen war. Mit $C_p = 0,3$ und $\pi r^2 = 3,8 \text{ cm}^2$ lag dann mit Gl. (9) fast genau:

$$\lambda = 0,01$$

in bester Übereinstimmung mit bekannten Versuchsergebnissen aus dem Druckabfall bei turbulenter Strömung. Die kritische Reynoldssche Kennzahl $R = 1160$ entspricht für die Nusseltsche Versuchsanordnung einer kritischen Strömungsgeschwindigkeit von rd. $w = 1,6 \text{ m/s}$. Unterhalb dieser Geschwindigkeit, also im laminaren Bereich, erhielt Nusselt unabhängig von w für die mittlere Wärmeübergangszahl Luft von rd. 1,14 at $\alpha = 7,5/3600 \text{ kcal/m}^2 \text{ s}^\circ \text{C}$, wobei die Mitteltemperatur von 70° die kinematische Zähigkeit $\nu = 20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ sowie ein Raumgewicht von 1,15 kg/m³ zugehörte. Damit liefert Gl. (9a) mit $c_p = 0,24$

$$\lambda R = \frac{4\alpha r}{\gamma \gamma c_p} = 15,4,$$

während nach der Strömungstheorie $\lambda R = 16$ für die laminare Bewegung sein sollte.

Diese gute Übereinstimmung im laminaren Bereich, die sich nach den Nusseltschen Schaubildern wegen der Proportionalität von α mit dem Raumgewicht γ auch auf die höheren Drücke erstreckt, scheint zunächst überraschend, da die Formeln nur für die Turbulenz abgeleitet wurden. Sie wird aber dadurch erklärlich, daß der Zusammenhang zwischen α und λ auch den kritischen Zustand umfaßt, unter dessen nach den Lehren der kinetischen Gastheorie zwischen dem Beiwerte der Wärmeleitung und der inneren Reibung Verhältnisse herrschen muß, während andererseits dort das Produkt λR von der Geschwindigkeit unabhängig bleibt. Eine Abweichung von der Theorie besteht nur insofern, als die Nusseltschen Schaubilder für α im Gegensatz zu denen für λR , die aus dem Druckgefälle für einen kritischen Zustand abgeleitet wurden, keine Unstetigkeiten kennen lassen. Sieht man hiervon ab, so bestätigen die Versuche den Zusammenhang, Gl. (9), bzw. (9a) mit (9b), der Wärmeübergangszahl mit dem Widerstandsbeiwert im ganzen Strombereich, womit wenigstens für Gase auch die lang gesuchte Abhängigkeit des Wärmeübergangskoeffizienten von der Stromgeschwindigkeit gegeben ist, während der Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit der Wand in dem Beiwerte λ steckt⁴⁾, der sich mit steigender Geschwindigkeit der Wandrauigkeit λ_0 nähert. [N 44]

Danzig

H. Lorier

³⁾ Lorenz a. a. O.

⁴⁾ Vergl. Auerbach u. Hort, „Handbuch d. phys. u. techn. Mechanik“ Leipzig 1927, Artikel „Strömung und Turbulenz“ von H. Lorenz, Bd. V, S. 157, der eine Zusammenfassung der bisherigen Turbulenzforschungen darstellt.

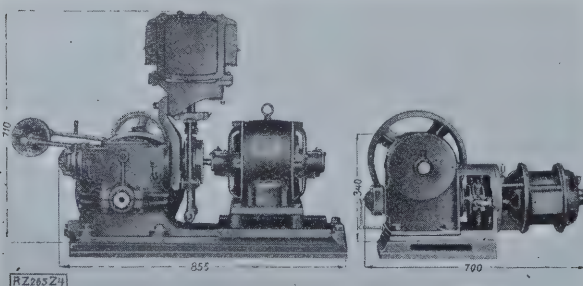


Abb. 7

Aufzugmaschinen von gleicher Leistung. Ausführungen mit verschiebbarem Anker (rechts) und mit Bremsmagneten (links). Das Bild zeigt die Raumsparnis der neuen Ausführung.

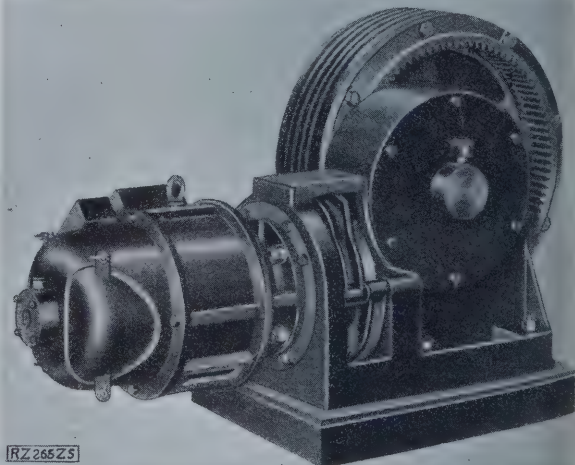


Abb. 8

Schwere Ausführung der Aufzugmaschine mit verschiebbarem Anker und mit Vorgelege.

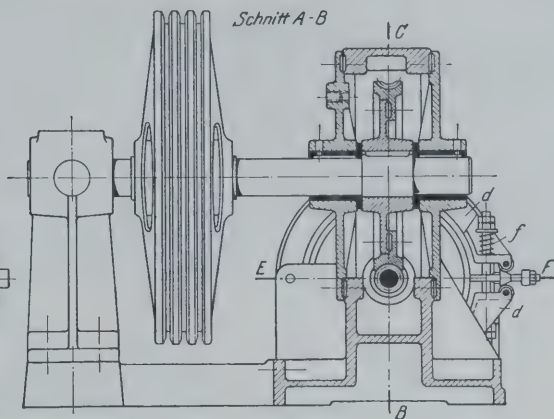
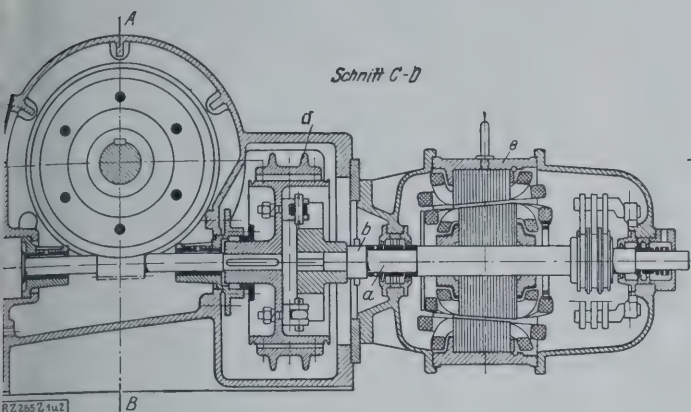
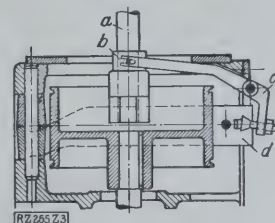


Abb. 4 bis 6
Aufzug-Maschine von
Carl Flohr A. G., Berlin
a verlängerte Motorwelle
b Hülse
c Kniehebelgelenk
d Bremsbacken
e Motor
f Feder

Schnitt E-F



Hebezeuge

Neuartige Aufzugmaschine

Eine neue Aufzugmaschine von Carl Flohr, A.-G., Berweicht von andern Ausführungen dadurch ab, daß zum rieb ein Elektromotor mit verschiebbarem Anker ge- lt wurde.

Die Motoren mit verschiebbarem Anker sind an sich ant. Sie werden z. B. in der Kraftwagenindustrie als aßmotoren verwendet. Die axiale Schubkraft im Anker d dadurch hervorgerufen, daß man dem Anker und den magneten eine kegelige Form gibt, so daß beim Erregen Maschine der Anker im Sinne des zulaufenden Kegels in eld hineingezogen wird. Der axiale Druck wird hierbei h Kugellager aufgefangen, weitere Reibungsverluste en infolgedessen nicht auf.

Bei der neuen Aufzugmaschine, deren Aufbau aus . 4 bis 6 zu ersehen ist, wird nun die axiale Schubkraft n Lüften der Bremse ausgenutzt. Auf der verlängerten orwelle a sitzt eine Hülse b, die über Kniehebelgelenke c Bremsbacken d lüftet, sobald der Motor e einen Strom- 3 bekommt und der Anker sich verschiebt. Wird die schine stromlos, so drückt eine Feder f den Anker in e ursprüngliche Lage zurück und schließt damit gleich- ig die Bremse.

Durch diese Anordnung werden die bisher verwendeten msmagnete überflüssig. Dies bedeutet eine wesentliche parnis an Raum und eine Erhöhung der Betriebsicher- t. Die Bremsmagnete mußten in örtlicher Trennung vom

Motor angeordnet werden, erforderten daher elektrische Verbindungsleitungen, die häufig Anlaß zu Störungen gaben und außerdem waren sie selbst, besonders bei verstärktem Betrieb, oft genug die Quelle von Betriebsstörungen. Das mit dem Ansprechen der Bremsmagnete auftretende Geräusch fällt bei der beschriebenen Aufzugmaschine ebenfalls fort. Die Raumersparnis, die gegenüber der Ausführung mit Bremsmagneten erreicht wird, ist aus Abb. 7 zu ersehen.

Bei Gleichstrombetrieb ist ein Durchgehen der Maschine infolge Ausbleiben des Feldes, wie es bei gewöhnlichen Maschinen vorkommen kann, ausgeschlossen, da in diesem Falle der Anker in seine anfängliche Stellung zurückge- drückt und damit die Bremse geschlossen wird.

Abbildung 8 zeigt eine schwere Ausführung der Ma- schine mit Vorgelege zum Antrieb größerer Aufzüge. Die neue Maschine eignet sich besonders für den einfachen Per- sonenaufzug von mittelhohen Mietshäusern.

[M 265]

E. M.

Kleine Mitteilungen

Luftverkehr in der Schweiz 1926

Das internationale Luftverkehrsnetz der Schweiz setzte n im Jahre 1926 aus 14 Strecken zusammen, auf denen n den Flugzeugen zweier schweizerischer Luftverkehrs- ellschaften: Ad Astra (Schweizerische Luftverkehrs G., Zürich) und Balair (Basler Luftverkehrs A.-G., el) und drei anderen Gesellschaften: der deutschen Luft- usa A.-G., Berlin, der Imperial Airways, Ltd., London, d der Air Union, Paris, 793 500 km zurückgelegt wurden. von hundert fahrplanmäßig angesetzten Flügen wurden ächlich ausgeführt, 80,6 vH verliefen pünktlich. Auf den rkehrsflugstrecken ereignete sich kein Unfall, der nach- ige Folgen für die Insassen der Luftfahrzeuge gehabt te. Nach weiteren Angaben der Schweizerischen Gesandt- aft verwenden die Schweizer Luftverkehrsgesellschaft Junkers-Flugzeuge (Bauart F 13) und Fokker-Flug- ge (Bauart F II und F III). Es gibt dort vier Ver- rufsflughäfen: Zürich-Dübendorf, Basel-Birsfelden, Genf- intrin, Lausanne-Blécherette. („Schweizerische Bau- tung“ 9. Juli 1927 S. 21) [N 651 a] Gw.

Brückenauswechslung ohne Unter- brechung des Verkehrs

Auf der Eisenbahnstrecke Bordeaux—Paris wird gegen- rtig bei Cabariot, in der Nähe von Rochefort, eine neue ücke gebaut. Um den wichtigen Verkehr auf dieser ecke nicht zu unterbrechen, beschloß man, die alte ücke von 85 m Länge und 8,8 m Breite auf einmal zu fernen und an die Stelle zu setzen, über die während des ues der neuen Brücke der Verkehr geführt werden sollte. e rd. 400 t schwere Brücke wurde mit Hilfe von vier

Kranen so umgesetzt, daß die Züge binnen einer Stunde umgeleitet werden konnten. („The Engineer“ 8. Juli 1927 S. 41) [N 651 b] Sd.

Schnellaufende Dieselmotoren in England

Die diesjährige Ausstellung der Royal Agricultural So- ciety in Newport bedeutet einen großen Erfolg für die in Deutschland entwickelten Bauarten von schnellaufenden Fahrzeug-Dieselmotoren. John Fowler & Co., Leeds, stellte einen Motor-Seilpflug von 70 PS aus, zu dessen Antrieb ein MAN-Dieselmotor der bekannten Bauart diente. Die Firma soll sich aber noch abwartend zur Frage der Ver- wendung von Dieselmotoren für Kraftpflüge verhalten, ob- gleich Versuche in ihren eigenen Werkstätten als Brenn- stoffverbrauch 220 bis 280 g/PSH ergeben haben. Auch die bekannten sonstigen Vorteile dieses Motors, das An- springen aus dem kalten Zustande, die offenen Düsen, die Ausschaltbarkeit von Zylindern bei kleiner Last werden bestätigt. Auf dem Stande von J. & H. McLaren, Leeds, waren eine Motor-Seilwinde für Pflüge mit 60/70 PS-Benz- Dieselmotor und eine Straßenwalze mit 30/35 PS-Benz- Dieselmotor ausgestellt, die bei Vergleichsversuchen gegen- über Maschinen mit Benzin- und Dampfantrieb günstige Ergebnisse geliefert haben sollen. („The Engineer“ 8. Juli 1927 S. 38/40*) [N 651 c] H.

Elektrische Maschinen aus geschweißtem Stahl

Die General Electric Co. stellt neuerdings viele Teile elektrischer Maschinen aus Walzstahl statt aus Gußeisen oder Stahlguß her. So werden z. B. die Ständergehäuse aus Stahlblech von entsprechender Dicke gebogen; bei kleineren

Maschinen werden diese Bleche zu einem vollen Kreis gebogen und an den Enden verschweißt; bei größeren Maschinen mit geteilten Gehäusen werden die Platten zu Viertel- und Halbkreisen gebogen. Die Füße und die Flanschen zum Zusammenschrauben werden angeschweißt. In ähnlicher Weise werden Grundplatten, Lagerböcke, Läufersterne usw. aus gewalztem Stahl zusammengeschweißt. Besondere Vorteile ergeben sich bei großen Maschinen, die einzeln hergestellt werden; man vermeidet Modell- und Gußkosten und spart Herstellungszeit. Kleine Schweißungen werden mit der Hand, größere auf einer selbsttätigen doppelten Lichtbogen-Schweißmaschine ausgeführt; wobei die Schweißgeschwindigkeit rd. 150 mm/min

beträgt. Die Schweißer werden sorgfältig ausgewählt und geschult. („Electrical World“ 2. Juli 1927 S. 43 und „Iron Age“ 30. Juni 1927 S. 1881) [N 651 d]

Ultraviolette Licht in Brauereien.

Auf der letzten Sitzung der Britischen pharmazeutischen Konferenz in Brighton teilte Dr. G. S. Ellis (Hull) mit, daß durch ultraviolette Strahlen bei der Herstellung von Bier die Zeit für die Gärung um 25 vH abgemindert werden konnte. Sie fand bei niedrigerer Temperatur statt, die Aktivität der Hefe war größer, die Güte des Bieres viel besser und blieb länger erhalten. („The Electrical Review“ 1. Juli 1927 S. 22) [N 651 e]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Thermodynamik. Von Max Planck. 8. Aufl. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 287 S. m. 5 Abb. Preis 11,50 M.

Das vorliegende Buch geht, ohne das Wesen der Wärme und die physikalischen Zusammenhänge mit den anderen Energieformen näher zu behandeln, von einigen allgemeinen Erfahrungstatsachen aus, namentlich von den beiden Hauptsätzen der Wärmelehre, und entwickelt hieraus die wichtigsten physikalischen und chemischen Sätze. Zunächst werden die Grundtatsachen und Begriffserklärungen für Temperatur, Molgewicht und Wärmemenge erläutert, dann die beiden Hauptsätze der Wärmetheorie aufgestellt und bewiesen, endlich die Anwendungen auf die besondern Gleichgewichtszustände ausführlich besprochen. Die vorliegende achte Auflage ist, dem heutigen Stande der Wissenschaft entsprechend, gründlich überarbeitet worden. Hierbei hat der Verfasser namentlich dem Beweis für den zweiten Hauptsatz eine andre Fassung gegeben, indem er ihn, anstatt wie bisher auf ideale Gase, von vornherein auf beliebige Körper bezieht. Auch der Abschnitt über die Thermodynamik starkdissoziierter Elektrolyte wurde ergänzt, unter Berücksichtigung der neueren Arbeiten von Debye und Hückel. [E 446]

Pt.

Einführung in die chemische Technologie der Brennstoffe. Herausgeg. von Edm. Graefe. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. 197 S. m. 91 Abb. Preis 11,50 M.

Die Absicht des Herausgebers war, den gegenwärtigen Stand der Technik auf dem Gebiet der Brennstoffverwendung und Brennstoffveredlung zu schildern. Namentlich für den Studierenden und den in der Praxis stehenden Ingenieur soll das Buch ein Helfer sein und einen kurzen, aber umfassenden Überblick über das weite Gebiet der Brennstoffkunde geben.

Diese Aufgabe erfüllt das Werk in vollem Umfange. Dadurch, daß die einzelnen Sondergebiete von bewährten Fachleuten bearbeitet wurden, ist die Gewähr gegeben, daß alle wichtigen Fragen und Gesichtspunkte eingehend behandelt sind. Dabei ist trotz aller Gründlichkeit eine allzusehr ins Einzelne gehende Betrachtung vermieden. So erfüllt das Buch seinen Zweck, den Studierenden in das ihm noch fremde Gebiet einzuführen; für den praktisch tätigen Ingenieur ist es ein wertvolles Nachschlagewerk, das ihm auf alle grundsätzlichen Fragen Antwort gibt.

In zehn Kapiteln werden von den Verfassern, Dr. Menzel, Dipl.-Ing. Schreiber, Dr. Schroth, Prof. Gräfe, Prof. Keppeler, Dr. Kibling und Dr. Aufhäuser die Theorie der Verbrennung und Vergasung, die Aufbereitung und Veredlung der festen und flüssigen Brennstoffe, die Gaserzeugung und die Prüfung der Brennstoffe behandelt. Papier, Druck und Ausstattung sind einwandfrei. [E 317]

Praetorius

V. Tagung des Allgemeinen Verbandes der Deutschen Dampfkessel-Überwachungs-Vereine am 7. und 8. September 1926 zu Zürich. Berlin 1927, VDI-Verlag. 132 S. m. 178 Abb. Preis 16 M.

Die Tagungen des Allgemeinen Verbandes erhalten dadurch ihre besondere Note, daß an ihnen Vertreter aller am Dampfkesselwesen irgendwie beteiligten Kreise teilnehmen, so daß sich dabei Gelegenheit zum Erfahrungsaustausch über alle Fragen neuzeitlicher Dampftechnik auf breiter Grundlage bietet. Werkstoffe, Bau und Betrieb sind die Hauptpunkte der Erörterung. Eine Aufzählung aller Vorträge überschreitet den gebotenen Raum. Behandelt werden u. a. Speisewasser- und Laugenfrage, Berechnung von Kesselteilen, Vorwärmung, Wasserumlauf, Leistungs- und Wirtschaftlichkeitsfragen, Werkstoffe, Betriebsergebnisse, Meßverfahren, Hochdruck und gesetzliche Vorschriften, kurz, das ganze

Gebiet der Dampferzeugung in einer die Probleme tieferfassenden Darstellungsweise. Ein besonderes Verdienst des Allgemeinen Verbandes und seines Vorsitzenden, Staatsrat von Bach, ist es, daß diese Tagungen dem Ziele dienen, durch Aussprache zwischen Herstellern, Besitzern und Technikern von Dampfkesseln zur Klärung neuzeitlicher Fragen beizutragen, die der Sicherheit und dem technischen Fortschritt zugute kommt. Jeder, der in der Dampferzeugung und -verwertung tätig ist, wird sich die in den Verhandlungen vorgebrachten neuesten Erkenntnisse zu eigen machen müssen. [E 600]

Bibliothek der gesamten Technik. 261. Bd.: **Galvanotechnik** (Galvanostegie und Galvanoplastik.) Von H. Kratochvil. 4. neubearb. Aufl. Leipzig 1927, Max Jänecke. 217 S. m. 25 Abb. Preis 4,25 M.

Als Leitfaden für den Unterricht an der Staatlichen Fachschule für Metallindustrie zu Iserlohn und deren Meisterschule schrieb Krause ursprünglich sein jetzt in 4. Auflage vorliegendes Buch. Er setzt keine Vorkenntnisse voraus, behandelt die theoretischen Grundlagen klar und verständlich für jedermann und bietet dem Praktiker erprobte Vorschriften für galvanische Bäder. Neu ist die „Erläuterung eines wichtiger Begriffe aus der Elektrochemie“ eingefügt, „das Kenntnis für den Mann der Praxis zwar nicht unbedingt erforderlich ist, die man aber in Abhandlungen der Fachliteratur angewendet findet und zu deren Verständnis nicht hat“. Der ganze Stoff ist in 15 Abschnitte gegliedert. In einem von ihnen werden auch Vorsichtsmaßregeln und erste Hilfe bei Vergiftungen kurz behandelt. Der ziemlich knapp gehaltene Abschnitt über Verchromung ist im Sachregister nicht aufgeführt. Für den Leser wäre es leichter, die Literaturverzeichnis angegebenen Bücher zum Nachlese zu ermitteln, wenn in Zukunft bei ihnen Erscheinungsjahr, Verlag und Verleger genannt würden. Das Buch ist gut ausgestattet. [E 341]

Der Spritzguß und seine Anwendung. Bearbeitet von dem Ausschuß für Spritzguß beim Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF) unter Mitarbeit der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. Berlin 1927, Behr Verlag. 40 S. m. 25 Abb. Preis 1,50 M.

Das Heft ist aus der Gemeinschaftsarbeit führender Fachleute entstanden. Ein einführender Aufsatz gibt knappe schematische Darstellungen der verschiedenen Arten von Maschinen, die zur Herstellung von Spritzgußteilen dienen. Die Frage des Werkstoffes ist im zweiten Abschnitt behandelt. Die Eigenschaften der verschiedenen verarbeiteten Legierungen sind in Schaulinien zusammengestellt. Richtlinien für die Konstruktion und Formgebung mit Rücksicht auf das Herstellungsverfahren gibt der nächste Abschnitt während im Schlußaufsatz an Beispielen die Herstellkosten von Spritzguß im Vergleich zu mechanischer Bearbeitung und in Abhängigkeit von der Stückzahl berechnet werden.

Bei dem Mangel an brauchbarem Schrifttum über Spritzguß ist das Heft, das in seiner klaren, knappen und übersichtlichen Form doch das Wichtigste enthält, was über dieses Gebiet zu sagen ist, zu begrüßen. [E 571]

Zur Frage des Schiffswiderstandes. Von Ch. Doyère. Übers. von Walther Meienreis. Berlin 1927, Julius Springer. 34 S. m. 10 Abb. Preis 7,50 M.

Den Schiffswiderstand hat man in letzter Zeit für die einfachsten Fälle hinsichtlich der Grenzwerte angenähert richtig berechnet. Für die Abschätzung des Widerstandes bei anderen Schiffsförmern ist der Schiffbauer jedoch auch heute noch auf die bei Modellversuchen und Probefahrten gewonnenen Erfahrungen angewiesen. Modellversuche sind

Leitern der Schleppversuchsanstalten in großer Menge öffentlich bekannt gegeben. Verhältnismäßig wenig ist über Übereinstimmung der Modell- und Probefahrtergebnisse berichtet worden. Um so mehr ist es zu begrüßen, wenn ein wie Doyère, der Chefkonstrukteur der französischen Marine, zu dieser Frage kritisch Stellung nimmt und Anspunkte für die Ermittlung des Schiffswiderstandes sowie Schraubenabmessungen angibt. Seine Betrachtungen enden sich hauptsächlich auf Modellversuche mit Kreuzen, wie sie gerade heute in Deutschland gebaut werden. Es dürfte auch mit der Grund sein, weshalb Meieners die 1918 erschienene Arbeit von Doyère ins Deutsche übertragen hat. Besonders anschaulich ist die von Doyère gegebene Darstellung des Formwiderstandes bei verschiedenen Geschwindigkeiten, bezogen auf die Tonne Verdrängung. Die Abhängigkeit des unbekannten Wertes $\frac{L}{D^{1/3}}$, die in einer bestimmten Weise zur Ermittlung des Formwiderstandes von Neuem benutzt werden kann. [E 580] W. S.

Schiffsbergung. Schiffshavarien, Bergung und Hebung von gesunkenen Schiffen. Von E. Grundt, S. I. Lavroff, K. Nechajew. Berlin 1927, R. C. Schmidt & Co. 5 S. m. 167 Abb. Preis 22 M.

So verschieden die Schiffsunfälle an sich sind, so mannigfaltig sind auch die Versuche, das Verlorengegangene zu retten. Bis jetzt ist über das Bergungswesen meist nur an Hand der Einzelfälle in Fachzeitschriften berichtet worden, und es ist das Verdienst der Verfasser, diese zerstreute Literatur gesammelt und zu einer Übersicht über das ganze Gebiet planmäßig zusammengestellt zu haben. Nach der Einleitung, die im wesentlichen die Stabilität für die in Frage kommenden Zustände behandelt, folgt eingehende Beschreibung der Bergungsmittel. Die einzelnen Bergungen sind nach den angewendeten Bergungsmitteln oder -mitteln geordnet und behandelt, und es ist zu wünschen, daß auch einiges über die Verwertung des Wracks, die Regelung des Eigentumsrechtes sowie der Entschädigungen mit aufgenommen worden ist. Eine kurze Übersicht über die deutschen Patente und das Schrifttum auf diesem Gebiet bilden den Abschluß des Buches, das zweifellos zur besseren Beurteilung der Einzelfälle zu ergreifenden Maßnahmen beitragen wird. [E 530] Ls.

Philosophie der Technik. Von Friedrich Dessauer. Berlin 1927, Friedrich Cohen. 180 S. Preis 5 M.

Versteht man unter Philosophie eine strenge Wissenschaft und nicht Dichterwerk, so wird man die Wahl des Titels nicht ganz billigen können. Eine Reihe zweifellos wertvoller, von höherer Warte aus gewonnener Einzelbeobachtungen aus dem Leben der Technik kann doch nicht darüber täuschen, daß den schönen, schwungvollen Worten die eigentliche Begründung fehlt. Das ist hier um so mehr der Fall, als sich das Buch doch schließlich auch an den Laien wendet. Was aber soll dieser mit Sätzen anfangen, wie auf Seite 73 des Dessauerschen Buches, wo vom „technischen Erfinden“ die Rede ist, und wo es heißt: „Der Sachverhalt läßt sich auch so ausdrücken, daß die subjektive getriebene, von der Empirie abstrahierte, stotternde Idee sich der idealen Lösungsform als platonische Idee (platonisch-augustinische Idee), die zeitlich im vierten Reich“ bereit liegt, nähert und sich bei der Näherung klärt...“ Ebensoviel verlangt ist es, wenn der Leser das Verständnis für folgenden Satz (S. 74) zu gewinnen versucht: „Das Flugzeug als Ding an sich steckt in der absoluten Idee und kommt in die Erfahrungswelt als neues eigenartiges Wesen, wenn die subjektive Idee des Erfinders dem Dasein des Dinges in der absoluten Idee genähert.“

Man sieht, der Begriff der „Idee“ steht stark im Vordergrund der Betrachtungsweise. Der Verfasser sagt darüber: „Untersuchung des Gegenstandes ‚Technik‘ ergibt, daß es sich um die Realisation gewisser Ideen handelt, jener Ideen, die mit Naturgesetzen erfüllbar sind... Das ist die in die Nachbarschaft platonischer Lehren. Also: Die Untersuchung führt dorthin, das heißt, sie geht nicht davon aus — Für alle aber, die den Kreisen der neueren Naturwissenschaft, der Naturphilosophie, der positivistischen Philosophie, der Erfahrungsphilosophie usw. angehören, und die sicher die weitaus größte Mehrzahl der Naturwissenschaftler und der Techniker, ist die Nachbarschaft „Platonischer Ideen“ nicht eben behaglich, und von ihnen wird der platonische Gedankengang sicher abgelehnt werden müssen. Dessauer ist ein Künstler des Wortes. Das verführt ihn oftmals dazu, über die Probleme hinwegzuplaudern, mehr zu reden als zu überzeugen. So ist denn das „Vierte Reich“, das Reich, worin die technischen Ideen bereit liegen,

sicherlich ein schönes und geistreiches Bild; es muß aber bezweifelt werden, ob Dessauer mit seiner „kritischen Metaphysik“ (S. 34) mehr erreicht als Hegel und Schopenhauer, die er ablehnt, in deren Fußstapfen er dennoch immer wieder wandelt. [E 616] Geisler

J. C. Poggendorffs biographisch-literarisches Handwörterbuch für Mathematik, Astronomie, Physik, Chemie und verwandte Wissenschaftsgebiete. 5. Bd.: 1904 bis 1922. 2. Abt.: L bis Z S. 697 bis 1423. Herausgeg. von der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Red. v. P. Weinmeister. Leipzig und Berlin 1926, Verlag Chemie. Preis 80 M.

Dieser neu erschienene fünfte Band setzt nach jahrzehntelanger Pause das Werk fort. In alphabetischer Folge sind die Namen von Männern aufgeführt, die eine größere Zahl wissenschaftlicher Arbeiten veröffentlicht haben; auch das Ausland wird weitgehend berücksichtigt. Die einzelnen Abschnitte enthalten kurz die wichtigsten biographischen Angaben und die Titel aller Veröffentlichungen, die in Zeitschriften oder als selbständige Bücher erschienen sind. Als Quellen dienen eigene Mitteilungen, bei Verstorbenen Mitteilungen der Verwandten und weiter das einschlägige in- und ausländische Schrifttum. Für biographische Forschungen ist dieses Handwörterbuch ein unentbehrliches Nachschlagewerk. [E 570] Bb.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 292. Heft: Krümmungen zylindrischer Kesselteile während des Betriebes. Von P. Rönne. Berlin 1927, VDI-Verlag. 43 S. m. 52 Abb. Preis 5 M.

Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 963.

Werkzeuge und Werkzeugmaschinen. Von Ernst Preger. 7. Aufl. Leipzig 1927, Max Jänecke. 572 S. m. 677 Abb. Preis 12,60 M.

Die Teilung der Zahnräder und ihre einfachste rechnerische Bestimmung. Von G. Hönnicke. Berlin 1927, Julius Springer. 115 S. m. 26 Abb. Preis 6 M.

Versuchsergebnisse des Versuchsfeldes für Maschinenelemente der Technischen Hochschule zu Berlin, 6. H.: Untersuchung von Kraftwagenkupplungen. Von E. vom Ende. 31 S. m. 34 Abb. **Versuche mit Rutschkupplungen.** Von G. Weber. S. 33 bis 48 m. 44 Abb. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. Preis 5 M.

DIN-Taschenbuch 10: Schrauben, Muttern und Zubehör. Berlin, Juli 1927, Beuth-Verlag. 330 S. m. zahlr. Abb. Preis 6 M.

Vorlesungen über Technische Mechanik. Von Aug. Föppl. 3. Bd.: Festigkeitslehre. 10. Aufl. Berlin 1927, B. G. Teubner. 451 S. m. 114 Abb. Preis 16,60 M.

Sammlung Götschen, 957. Bd.: Elastizitätslehre für Ingenieure. 2. T. Von Max Ensslin. Berlin und Leipzig 1927, W. de Gruyter & Co. 120 S. m. 44 Abb. Preis 1,50 M.

Forschungsarbeiten aus dem Gebiete des Ingenieurwesens, 294. Heft: Anlaßvorgänge in abgeschreckten Kohlenstoffstählen. Von L. Traeger. Berlin 1927, VDI-Verlag. 20 S. m. 34 Abb. Preis 3,80 M.

Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 891.

Festigkeitsuntersuchungen zur Normung der Stahl-Aluminium-Seile. Herausgeg. vom Verband Deutscher Elektrotechniker. Bearb. von Gustav Berling u. Willy Rößler. Berlin 1927, VDI-Verlag. 12 S. m. 25 Zahlen-taf. Preis 0,80 M.

Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 884.

Technologie der Textilfasern. Herausgeg. v. R. O. Herzog. 7. Bd.: Kunstseide. Berlin 1927, Julius Springer. 354 S. m. 203 Abb. Preis 33 M.

Sammlung Götschen, 136. Bd.: Physikalische Formelsammlung. Von G. Mahler. 5. Aufl. von K. Mahler. Berlin u. Leipzig 1927, W. de Gruyter & Co. 162 S. m. 71 Abb. Preis 1,50 M.

Chemische Technologie der Neuzeit. Von Otto Dammer. 2. Aufl. Herausgeg. von Franz Peters. Stuttgart 1927, Ferdinand Enke. 3. Bd. 9. Lfg. S. 769 bis 936 m. Abb. Preis 12 M.

Der Automobil-Transport. Von A. Liliendahl. Berlin 1927, M. Krayn. 150 S. m. 27 Abb. Preis 10 M.

Handbuch der Automobil-Reparatur. Von Walter Pfeiffer. Berlin 1927, M. Krayn. 144 S. m. 103 Abb. Preis 6,80 M.

Der Architekt und die Geschichte. Rede, gehalten zur Feier der Rektoratsübergabe an der Technischen Hochschule Danzig am 1. Juli 1926. Von O. Kloeppel. Danzig-Langfuhr 1926, Gesellschaft von Freunden der Danziger Hochschule. An Interessenten kostenlos.

Handbuch für die Drahtindustrie und deren Nebenzweige.
5. Ausg. Herausgeg. von der Schriftleitung des Anzeigers
für die Drahtindustrie. Berlin 1927, Verlag des Anzeigers
für die Drahtindustrie. 192 S. m. Abb. Preis 4,50 M.
Autotechnische Bibliothek, 82. Bd.: Reparaturen am Fahr-
gestell. Von Paul Reibestahl. Berlin 1927, Richard
Carl Schmidt & Co. 154 S. m. 47 Abb. Preis 3,50 M.

Mineralogisches vom Kalk. Von Egon Trümper.
Berlin 1927, Kalkverlag. 45 S. m. 37 Abb. Preis 1,7
Anlagensammlung zu den Technischen Vorschriften für
Leistungen. Normen-Vorschriften-Erlasse. Bearbeitet
Oberreg.-Baurat Voß und Reg.-Oberinsp. Beerh.
Berlin 1927, Bauwelt-Verlag. 490 S. m. versch.
Preis 8 M.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION

Energiewirtschaft und Hochdruck-Dampfbetrieb¹⁾

Prof. Dr. Löffler äußert sich in Z. Bd. 71 (1927)
S. 445 in seinem vorstehend genannten Aufsatz auch über
Fragen des Gasfaches. Ohne auf den übrigen Inhalt des
Aufsatzes weiter einzugehen, stelle ich fest:

1. Der elektrische Hochofen hat den Kokshochofen
noch nicht verdrängt. Wann dieses der Fall sein wird, ist
Ansichtssache. Daß der elektrische Hochofen den heutigen
Hochofen verdrängen wird, wird uns allerdings seit 1900
prophezeit; man kann aber damit rechnen, daß das auch
in den nächsten 20 Jahren nicht geschehen wird.

2. Der Gasüberschuß der Zechenkokereien kommt nicht
davon, daß die Kokserzeugung für die Hüttenwerke einge-
richtet wird, sondern von den 50 vH Feinkohlenanfall der
Fettkohlenzechen, die nur auf diesem Wege verwertbar
sind. Die Hüttenwerke sind nur einer der größten Ab-
nehmer dieses Kokses. Das Steigen des Gasanfalls ergibt
sich übrigens vorwiegend aus der Verwendung von Arm-
gasen (aus Koks erzeugt) zur Heizung der Koksöfen, wo-
durch der frühere Gasanfall rund verdoppelt wird, sowie
aus dem Fortschritt im Koksofenbau (Silikasteine und Bau-
art). Dadurch sind jetzt 8000 Mill. m³ Kokereigas an
der Ruhr für Gasfernleitung frei. Dafür Koks zu beför-
dern, zu verstauben und zu verbrennen, erscheint unprak-
tisch und unerprobt.

3. Was die Hüttentechnik mit der Wirtschaftlichkeit der
Gasfernleitung zu tun hat, wird nicht klar gesagt. Fach-
leute werden nicht bezweifeln, daß man Rohrleitungen an-
standslos bauen und betreiben kann, die mit höheren Drücken
als denen von Naturgas (rd. 28 at) arbeiten. Jedenfalls
stehen Unterlagen darüber zur Verfügung, daß der ge-
schweißte Rohrstoß gegenüber Wasserstoff von 30 at dicht
ist (spez. Gewicht des Wasserstoffs 0,069, des Kokereigases
rd. 0,4 bis 0,5, bezogen auf Luft = 1), und daß der Rohrstoß
den doppelten hydraulischen Druck auf Zug aushält.

Über das Zwischenverdichten des Gases scheint Prof.
Löffler mit andern Fachleuten im Widerspruch zu stehen.
Für gleiche Leitungslänge kann bei kleineren Mengen
Zwischenverdichtung wirtschaftlicher sein als einfache Ver-
dichtung, während bei größeren Mengen das Gegenteil zu-
treffen kann. Löffler zieht zu Unrecht die Elektrizität als
Wettbewerber des Gases heran. Beide Arten von Energie
haben bestimmte Gebiete, auf denen sie am vorteilhaftesten
sind. Die Kupplung von Kraft- und Heizwerken krankt am
Benutzungsfaktor; nur 200 Tage im Jahr tragen zur
Deckung der Kapitalkosten bei, und die Sommerausnutzung

¹⁾Infolge des Raummangels unserer Zeitschrift mußte dieser
Zuschriftenwechsel auf eine einmalige Äußerung von jeder Seite be-
schränkt werden.

ist meist die Vorbedingung ihrer Rentabilität. Gas
heute Industriekohlen ersetzen, denn bei 20 M/t Kohlen
frei Lager, ist ein Gaspreis von 0,5 bis 0,6 Pf. für 1000
(ob., 0°, 760 mm) bereits tragbar. Deshalb entbehrt
Satz: „An Gasversorgung auf große Entfernung hin
daher angesichts solcher Möglichkeiten (Verdrängung
Gases im Haushalt) kein Ingenieur oder Verwaltungs-
erstlich denken“ der Begründung. Das ist keine Lösung
Problems der Senkung der Preise für den Wärmebedarf
Haushalt und Industrie. Rich. F. Starck

Erwiderung.

Zu 1) Ich habe nicht gesagt, daß der elektrische
ofen den Kokshochofen verdrängt habe. Ich habe nicht ein-
prophezeit, daß das geschehen werde. Ich habe nur ge-
daß mit der Entwicklung der Hochdruckdampftechnik
der wirtschaftlichen Ausnutzung hochwertiger Kohlen
Verschmelzung oder Verflüssigung eine so weitgehende
billigung des Stroms erreicht werden könnte, daß der
trische Hochofen lebensfähig wird und infolge der
ringerung des Koksbedarfs dann auch die erzeugten
mengen kleiner werden.

Zu 2) Ob die verfügbaren Gasmengen auf den M-
bedarf der Hüttenwerke zurückzuführen oder durch
großen Anfall an Feinkohle in den Fettkohlenzechen
durch die Verkokung dieser Feinkohle bedingt sind,
gleichgültig. Ich bin nicht der Ansicht, daß diese
kohlenmengen durchaus verkokt werden müssen. Die
flüssigung so hochwertiger Kohle wäre wahrscheinlich
schafflicher. Aber selbst wenn man diese Kohle ver-
wäre das Verstauben des Kokses und das Verbrennen
Staubes wie auch des bei der Verkokung gewonnenen
unter Hochdruckkesseln zur Erzeugung von Strom wert-
lich wirtschaftlicher als etwa die Fernversorgung mit
auf große Entfernungen. Die Wirtschaftlichkeit der
lung von Kraft- und Heizbetrieb wird auch durch de-
ringeren Sommerheizbedarf nicht in Frage gestellt.

Zu 3) Was die Hüttentechnik mit der Wirtschaft-
keit der Gasfernleitung zu tun hat, habe ich klar ge-
drückt. Ich habe nicht bezweifelt, daß man über
bare Stahlrohre für die Fernleitung von Gas unter
Druck verfügt. Das Schwierige ist nur die große
der Rohrleitungen und die notwendige mehrfache Zwischen-
verdichtung. Schon die Verzinsung des Kapitals kann
lich Millionen verschlingen. Die Verwendung der Elektri-
tät nimmt wegen ihrer Vorzüge, namentlich für den
halt, immer weiter zu. Bei wesentlicher Verbilligung
Stroms wird man allgemein zum elektrischen Koche-
Braten übergehen, und schließlich wird das Leuchte-
Haushalt entbehrlich werden. St. Löffler

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Der Mississippi und seine Hochwasser. Von R. Seifert	1041
Der gegenwärtige Stand des Diesellokomotivbaues. Von G. Lomonosoff	1046
Die elektrisch gesteuerte Druckluftbremse	1648
Wirtschaftlicher Schiffsantrieb. Von G. Kempf	1049
Die Kurzwellensender von Nauen	1052
Die Anforderungen der Textilindustrie an ihre Werkstoffe. Von G. Krauter und H. Vollprecht	1053
Neuere Ergebnisse der Arbeitsphysiologie	1058
Drucksauerstoff- und Druckstickstoff-Anlagen für kleine Leistungen. Von V. Fischer	1059
Härteversuche	1063
Festigkeit von umlaufenden kegeligen Scheiben	1063
Pitotrohr für Wassermessung bei hohem Druck. Von H. Homberger	1064
Mechanische Eigenschaften der Hartpapierisolerstoffe	1068

Rundschau: 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure — Versuchskessel für 120 at. Betriebsdruck — Wärmeübergang und Turbulenz — Neuartige Aufzugmaschine — Kleine Mitteilungen	10
Bücherschau: Thermodynamik. Von M. Planck — Einführung in die chemische Technologie der Brennstoffe. Von E. Graefe — V. Tagung des Allgemeinen Verbandes der deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine — Galvanotechnik. Von H. Krause — Der Spritzguß und seine Anwendung — Zur Frage des Schiffswiderstandes. Von Ch. Doyère — Schiffsbergung. Von E. Grundt, S. I. Lavroff, K. Necha-jeff — Philosophie der Technik. Von F. Des-sauer — J. C. Poggendorffs biographisch-lit-terarisches Handwörterbuch — Eingänge	10
Zuschriften an die Redaktion: Energiewirtschaft und Hochdruck-Dampfbetrieb	10

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS



D. 71

SONNABEND, 30. JULI 1927

NR. 31

Hochseefährschiff „Schwerin“

der Deutschen Reichsbahngesellschaft für die Linie Warnemünde-Gjedser,
erbaut von F. Schichau, Elbing

Von Reichsbahnrat Höfinghoff und Techn. Reichsbahn-Inspektor Stühr, Schwerin

(Hierzu Tafel 1 und 2 sowie Textblatt 5 und 6)

Verkehrsentwicklung auf der Strecke Warnemünde-Gjedser — Bau und Abmessungen des Schiffes — Raumeinteilung — Einrichtung — Ausrüstung — Hilfsmaschinen — Gründe zur Wahl der Antriebsart — Hauptmaschinen



Abb. 1

Hochseefährschiff „Schwerin“ der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für die Linie Warnemünde-Gjedser

An Stelle der seit 1873 bestehenden Postdampfer-Verbindung zwischen Rostock und Nykjöbing trat 1886 nach Eröffnung der Strecke Warnemünde-Rostock-Neustrelitz der Dienst Warnemünde-Gjedser. Mit drei Dampfern wurden täglich einmal in jeder Richtung Personen und Poststücke befördert. Von 1902 ab richtete man auch eine gleichartige Nachtverbindung ein.

Inzwischen wurden auf der Schifffahrtslinie Kiel-Brüßel und auf der neu eingerichteten Dampferlinie Rostock-Trälleborg schnellfahrende und gut eingerichtete Schiffe in Betrieb genommen, so daß sich die Notwendigkeit ergab, auch die Verbindung Warnemünde-Gjedser als wichtigen Teil auf der kürzesten Verbindungslinie, z. B. zwischen Berlin und Kopenhagen, leistungsfähiger zu gestalten. Hierbei sollten die außerordentlich großen Vorteile einer Verbindung durch Eisenbahnfähre, die besonders auch im durchgehenden Güterverkehr liegen, ausgenutzt werden.

Daher wurden im Einvernehmen mit der dänischen Eisenbahnverwaltung in Warnemünde und in Gjedser erforderlichen Landanlagen geschaffen und außerdem an jeder Eisenbahnverwaltung zwei Fährschiffe: ein

Doppelschrauben- und ein Radschiff, bestellt, mit denen im Jahre 1903 der Fährbetrieb aufgenommen werden konnte. Die Mecklenburg-Friedrich-Franz-Eisenbahngesellschaft stellte das Doppelschraubenschiff „Mecklenburg“ und das Radschiff „Friedrich Franz IV“, beide erbaut 1902/03 von der Schichau-Werft.

Da das Radschiff infolge der empfindlichen Radschrauben in Wintern mit stärkerem Eisgang nicht in Betrieb gehalten werden kann, es jedoch aus Betriebsrücksichten erwünscht ist, immer zwei Schiffe fahrbereit zu haben, genehmigte die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahngesellschaft im Jahre 1925 den Bau eines Ersatzschiffes, das Ende 1926 in Dienst gestellt worden ist.

Die Bedeutung der Fährschifflinie Warnemünde-Gjedser ist aus folgenden Angaben ersichtlich: Während im ersten Betriebsjahre mit den alten Dampfschiffen ungefähr 13 500 Personen befördert wurden, stieg diese Zahl bis 1902/03 auf etwa 50 000. Im ersten Jahre des Fährschiffbetriebes wurden bereits 75 000 Personen übersetzt. Der Verkehr nahm ständig zu, so daß 1913/14 bereits etwa 137 000 Personen befördert wurden. In den Nachkriegsjahren erholte sich der Verkehr nach anfäng-

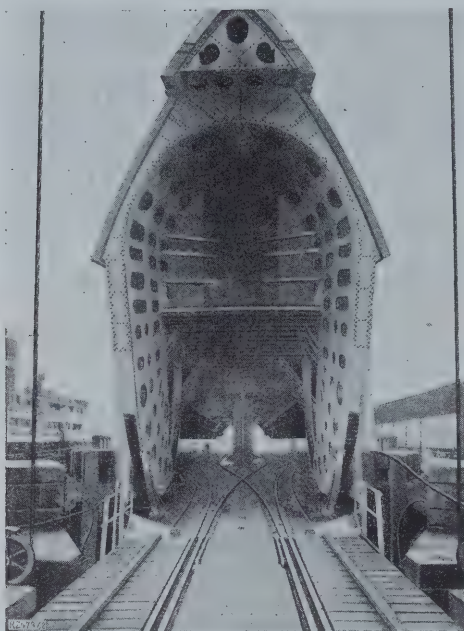


Abb. 2
Aufklappbare Back, geöffnet

lichem Rückgang wieder stetig; im Jahre 1926 sind bereits wieder 133 000 Personen übergesetzt worden.

Eine ähnliche Steigerung war im Güterverkehr zu beobachten. Waren im ersten Betriebsjahr mit den Fährschiffen (1904) rd. 18 000 Güterwagen mit etwa 80 000 t Ladung zu befördern, so stieg diese Menge im letzten Betriebsjahr vor dem Krieg auf 46 000 Güterwagen mit etwa 234 000 t. In den Nachkriegsjahren erholte sich auch hier der Verkehr. Im Jahre 1926 sind 46 078 Güterwagen mit rd. 256 800 t Ladung übergesetzt worden.

Bauart des Schiffes

Das Fährschiff „Schwerin“, Abb. 1, ist unter Aufsicht des Germanischen Lloyd für die Klasse 100 A₁ K (E) mit Freibord erbaut.

Hauptzahlen

Länge über alles	106,8 m
Länge zwischen den Loten	106 „
Größte Breite über den Scheuerleisten	18,53 „
Breite über Spanten	16 „
Seitenhöhe bis zum Hauptdeck	6,95 „
Tiefgang mit Kiel bei voller Belastung	4,4 „
Verdrängung bei dem angegebenen Tiefgang	3600 t
Volle Belastung, d. h. 500 t Zuggewicht, Brennstoff und Wasservorräte, sowie sonstige Zuladung	800 „
Maschinenleistung	4400 PS _i
Geschwindigkeit bei 4400 PS _i	15,5 Kn

Die Unterteilung des Rumpfes durch elf bis zum Wagendeck reichende Schotte in zwölf wasserdichte Hauptabteilungen entspricht den Vorschriften des Germanischen Lloyd und der Seeberufsgenossenschaft für Fahrgastschiffe in außereuropäischer Fahrt unter der Annahme, daß bei zwei nebeneinanderliegenden leeren Räumen das Schiff noch schwimmfähig bleibt.

Als wesentliche Neuerung gegenüber den vorhandenen Schiffen der Linie Warnemünde–Gjedser ist beachtenswert, daß die zu befördernden Eisenbahnwagen vollkommen geschützt unter Aufbauten untergebracht sind, die über das ganze Schiff reichen und die auch seitlich fast vollkommen geschlossen sind. Hierdurch können die auf dem Vorschiff stehenden Wagen selbst bei schwerstem Seegang durch überkommende Brecher nicht beschädigt werden, ferner sind die Fahrgäste beim Verlassen der Wagen und beim Begehen des Wagendecks vollkommen vor Witterungseinflüssen und vor Zugluft geschützt.

Da es mit Rücksicht auf die Betriebsverhältnisse erforderlich ist, daß das Schiff wahlweise über Vorsteren oder Achtersteven aus den Fährbetten ausfahren oder in diese einlaufen kann, sind die Gleisanlagen auf dem Wagendeck so ausgebildet worden, daß die Wagen auf über beide Schiffsenden an Bord gesetzt oder vom Schiff abgezogen werden können. Am offenen Hinterschiff ist dies ohne weiteres möglich, das Vorschiff erhielt jedoch eine aufklappbare Back, die in geöffnetem Zustande das Ladeprofil der Bahnwagen vollkommen freigibt, Abb. 2. Zum Öffnen und Schließen der Back ist eine besondere Antriebsmaschine vorgesehen.

Die häufig auszuführenden Rückwärtsfahrten bedingen die Anordnung eines besondern Bugruders, auch für die Rückwärtsfahrten eine besondere Kommandobrücke vorgesehen, die alle erforderlichen Einrichtungen zur Befehlsübermittlung und zum Betätigen beider Rudermotoren enthält. Mit Rücksicht auf die Eisverstopfungen, die in den schmalen Hafeneinfahrten sowie in den Buchten von Warnemünde und Gjedser häufig auftreten, und die Notwendigkeit, über beide Steven einlaufen zu können, sind Bug und Heck zum Eisbrechen eingerichtet. Dementsprechend sind die Verbände angemessen verstärkt, die Steven mit Eiswulsten versehen und im Anschluß hieran der Mittelträger des Doppelbodens an der Unterkae durch Flachschienen zu einem schweren Balkenkiel ausgebaut, der Beschädigungen des Schiffsbodens beim Fortkommen in flachem Wasser vorbeugen soll. Als weiterer Schutz ist ein Doppelboden eingebaut, der gleichzeitig zur Aufnahme von Ballast- und Gebrauchswasser dient.

Die günstigste Form für den Schiffsrumpf ist durch ausgedehnte Modellschleppversuche mit verschiedenen Ausführungen von Wellenhosen festgelegt worden. Außerdem wurden mehrere Schleppversuche mit verschiedenen Schrauben ausgeführt, wobei die Möglichkeit, später Erprobungen mit Leitflächen der Star-Contra-Peller-Gesellschaft zur Verringerung der Antriebsleistung vornehmen zu können, vorgesehen wurde.

Aus den Schiffsplänen, Abb. 3 bis 9, Tafel 1 und 2, ist die Raumeinteilung des Schiffes ersichtlich. Für den Fährschiffbetrieb ist naturgemäß das Wagendeck von besonderer Bedeutung. Die beiden Gleisstränge dieses Deckes haben zusammen eine nutzbare Länge von 160 m und können je nach Wagenlänge 18 bis 20 zweiaxelige Wagen oder sieben vierachsige D-Zug-Wagen aufnehmen. Die Wagen werden nach Aufstellung an Bord mit besonderen Zurrhaken, die zum Anziehen mit Doppelspindeln versehen sind, an Decksaugen längs- und querschiffs so fest und sicher gezurrt, daß sie auch bei schwerem Seegang nicht in Bewegung geraten können. Zum Abfangen von seitlichen Bewegungen der Wagen, die beim Überholen des Schiffes infolge des Federspiels entstehen, werden unter die Längsträger der D-Zugwagen Spindböcke gesetzt. Klappbare Prellböcke an jedem Schiffsende verhindern das Abrollen der Wagen bei Staubewegungen des Schiffes.

Das Wagendeck, Abb. 20, Textblatt 6, ist durch Untzüge und Deckstützen so versteift, daß es auch mit schweren verachsigen Großgüterwagen mit 20 t Achsdruck sowie mit Lokomotiven mit 17,5 t Achsdruck in seiner ganzen Länge befahren werden kann. An den Schiffsenden sind Auflager und Zapfenspuren zur Verbindung mit den beweglichen Landungsbrücken eingebaut, die bei allen Bewegungen des Schiffes bei veränderlichem Wasserstande und bei Veränderung der Schwimmelage passieren können.

Um Querschiffneigungen bis zu etwa fünf Grad bei einseitiger Belastung der Gleisstränge ausgleichen zu können, sind unter dem Wagendeck mittschiffs auf beiden Schiffsseiten Krängungstanks eingebaut, die etwa 80 t fassen. Ein Tank wird mittels einer besonderen Kreiselpumpe in etwa vier Minuten von Außenbord gefüllt. Die Pumpe kann auch mittels einer Umlaufleitung als Trimmwasser von einer Schiffseite auf die andere überpumpen.

Zum Vermindern der Schlingerbewegungen sind außer den über ein Drittel der Schiffslänge reichenden Schlingerkielen auf beiden Seiten Frahmische Schling-

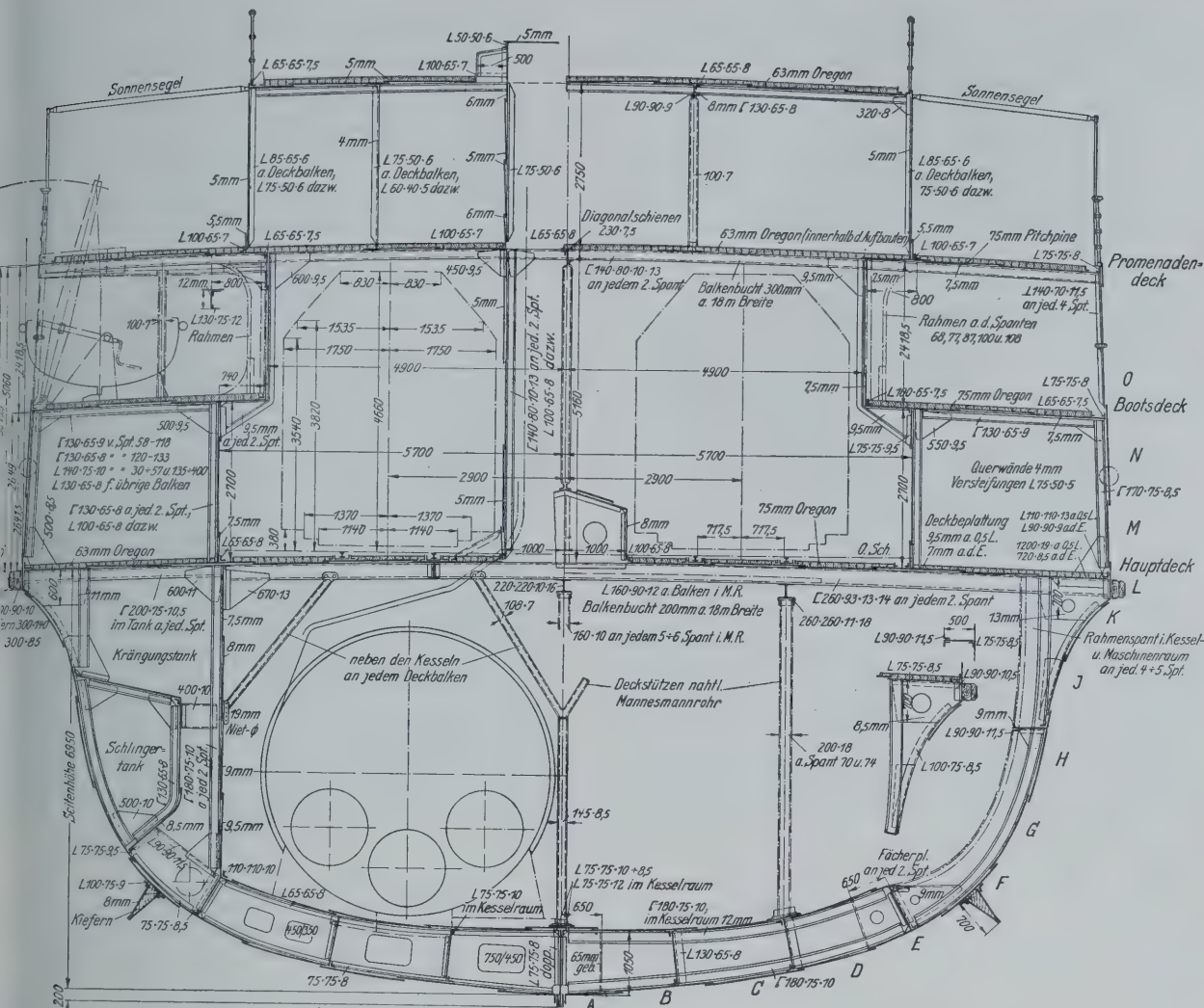


Abb. 13. Hauptspant

Beplattung

A Kielplatte	13,5 mm auf 0,5 L; 12 mm a. d. Enden	L Scheergang	19 mm auf 0,5 L; 10 mm a. d. Enden
B, C und D	12 " " " " " "		24 " von Spant 119 1/2 bis 129 1/2
E, F Kimmplatte	13 " " " " " "	M	7,5 "
G, H und J	12 " " " " " "	N	7 "
K	1,55 " " " " " "	O	6 "

Mittelgang	10 mm auf 0,5 L; 8,5 mm a. d. Enden; 13 mm im Kesselraum
1. Seitengang	8,5 " " " " " "
Obere Seitengänge	8 " " " " " "
Randplatte	9 " " " " " "
Mittelträger	10 " " " " " "
Seitenträger	7,5 " " " " " "
Bodenwrangen	8 " " " " " "

...ungstanks angeordnet. Nachdem die Reichsbahn das ff bestellt hatte, wurden in der Versuchsanstalt von m & Voß mit einem maßstäblichen Schiffsmodell suche unternommen, um die Wirksamkeit der Frahm- n Schlingerdämpfeinrichtung festzustellen. Die Er- isse führten zur grundsätzlichen Annahme dieser Ein- ung. Zur Zeit mißt man die Schlingerbewegungen Schifffes bei geschlossenen Ausflußöffnungen der ingertanks mittels eines Kreiselpendels. Beim sten Docken sollen die Ausflußöffnungen freigelegt len, um dann die Wirkung dieser Tanks im prak- en Betriebe zu erproben. Die Anordnung der Tanks uch auf den Querschnitten, Abb. 10 bis 12, Tafel 2, er- lich.

Die Heizölbunker, bestehend aus Vorrat- und zwei ephältern sowie einem Überlaufbehälter, fassen 70 t, i können die Vorratbehälter gegebenenfalls auch als lenbunker benutzt werden. Für den Fall, daß der kessel mit Kohlen betrieben werden soll, ist ein be- erer Kohlenbunker von 15 t Inhalt vorgesehen. Die elheiten für den Bau des Schiffskörpers sind in 13, der Hauptspantzeichnung, enthalten.

Einrichtung

Abb. 14 bis 19, Textblatt 5 und 6, zeigen die Gesell- schaftsräume, die für die dritte Wagenklasse im hinteren Raumdeck liegen, während der ersten und zweiten Waga- klasse das ganze Promenaden-deck, einige Kammern und zwei kleinere Räume im Raumdeck zur Verfügung stehen. Die auf dem Promenaden-deck angeordneten Gesellschafts- räume 1. und 2. Klasse sind von der Firma Gebr. Bauer, Berlin, ausgestattet worden. Die beiden Speisesäle bieten Platz für je 100 Personen. Die Besatzung ist teils im vora- deren Raumdeck, teils auf dem Wangendeck untergebracht.

Oberhalb der Haupttreppe, Abb. 17, ist ein von der Hauptstadt Schwerin gestiftetes Ölgemälde, ein Ausschnitt aus dem Stadtbilde von Schwerin von dem großen Schwa- riner See aus gesehen, angebracht.

Um für die Fahrgäste auch bei schlechtem Wetter an Deck einen geschützten und angenehmen Aufenthaltsraum zu schaffen, ist außer den Gesellschaftsräumen noch eine über die ganze Schiffsbreite reichende allseitig ge- schlossene, mit Korbmöbeln ausgestattete Laube an- geordnet worden. Sie liegt vor dem Rauchzimmer und ge-

stattet infolge der großen Fenster ringsum einen ungehinderten Rundblick über die See.

Die Lage der Küche zu den Wirtschaftsräumen und Speisesälen ist so gewählt worden, daß die Verbindungswege zu den Speiseräumen und Aufenthaltsräumen möglichst kurz sind. Hierdurch ist eine schnelle und glatte Abwicklung des Wirtschaftsbetriebes gewährleistet. An besonderen Wirtschaftseinrichtungen sind an Bord außer einem mit Kohlenfeuerung eingerichteten Koch- und Brat-herd: Warmwasserkessel und Tellerwärmer für Dampf und elektrischen Strom, ein elektrisch betriebener Speisenaufzug sowie eine Kühl- und Eisanlage von Brown, Boveri & Cie. für die fünf Kühlschränke in den verschiedenen Anrichteräumen.

Ausrüstung

Das Schiff wird zum Teil durch Dampf und in den Gesellschaftsräumen auf dem Promenadendeck durch elektrische Heizkörper geheizt. An die Dampfheizung können auch die auf dem Wagendeck stehenden D-Zugwagen angeschlossen werden.

Zur Beleuchtung des Schiffes dienen rd. 800 Glühlampen und eine große Anzahl hochkerziger Decklampen. Drei Scheinwerfer beleuchten bei der Einfahrt das Fahrwasser und die Fährbetten.

Entsprechend der neuzeitlichen Entwicklung der Technik sind außer den allgemein üblichen Kommando- und Sicherungseinrichtungen folgende besondere Anlagen eingebaut: eine Kreiselkompaßeinrichtung mit Kursschreiber, eine Bord-Funkpeilanlage, eine ausgedehnte Fernsprechanlage, Unterwasserschallgeräte, eine Schottenschließanlage und auf beiden Kommandobrücken Drehzahlanzeiger und Ruderlagelanzeiger. Die Schottenschließvorrichtung der Atlaswerke, Bremen, schließt durch Hebelumstellung auf der Kommandobrücke selbsttätig die in fünf Schotten befindlichen wasserdichten Türen. Ein lautes Warnungssignal ertönt vor und während des Schließens.

Sechs Rettungsboote in Columbusdavits, je $8,55 \times 2,60 \times 1,10$ m zu $14,72 \text{ m}^3 = 51$ Personen, ein Arbeitsboot für 13 Personen, eine Motorgig für 10 Personen, vier Rettungsflöße und eine der Personenzahl entsprechende Anzahl Schwimmwesten sind gemäß den neuesten Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft an Bord vorhanden.

Hilfsmaschinen

Zwei Ankerwinden, zwei Rudermaschinen, je eine für Bug- und Heckruder, die Backhebemaschine, zwei Ballastpumpen, zwei Arbeitspumpen, eine Frischwasserpumpe, eine Krängungspumpe und einige andre kleinere Maschinen werden sämtlich mit Dampf betrieben.

Zur Erzeugung des elektrischen Stromes für die Beleuchtung, für die elektrischen Geräte, Lüfter und elektrische Heizung sind drei Dampfdynamomaschinen, Abb. 21, von je 75 kW Leistung eingebaut. Während der Liegezeit in den Häfen erzeugt eine kleine Hafendynamo den erforderlichen Strom; für die Notbeleuchtung ist außerdem eine Speicherbatterie vorgesehen. Ferner kann über Anschlußkästen, die in der Mitte beider Schiffseiten gelegen sind, beim Liegen im Fährbett oder an der Reserveliegestelle Strom für Licht und Kraft unmittelbar aus dem nächstgelegenen Landelektrozitätswerk zur Hauptschalttafel geleitet werden.

Hauptmaschinen

Bei der Wahl der Antriebmaschinen für das Schiff sind die vorliegenden Betriebsverhältnisse weitestgehend berücksichtigt worden. Die wesentlichen Kennzeichen des Dienstes auf der Strecke Warnemünde-Gjedser sind die häufigen Betriebspausen nach dem Durchlaufen der nur 42 km langen Seestrecke. Beim normalen Frachtenanfall und Verkehr genügen vier Einzelfahrten je Tag und Schiff, wenn zwei Schiffe gleichzeitig in Betrieb gehalten werden. Von diesen vier Fahrten sind zwei reine Frachtfahrten, die mit verringerter Geschwindigkeit, etwa 10,5

bis 11 Kn, ausgeführt werden können. Auf 24 Stunden entfallen daher etwa zehn Stunden reine Fahrtzeit, so daß sich unter Hinzurechnung von Vorbereitungen zum Abtriebkarmachen der Hauptmaschinen ungefähr 14 Liegezeit ergeben, die auch in vier verschiedenen 10 Pausen unterteilt ist.

Zur Wahl standen folgende Antriebarten: Kolbenmaschinen, Turbinen mit Zahnradübersetzung, Dieselmotoren, entweder mit unmittelbarem Antrieb oder mit Zwischenschaltung von Vulkangetrieben und dieselmechanischer Antrieb.

Nach eingehender Prüfung der Vor- und Nachteile dieser verschiedenen Antriebarten wurde den Kolbenmaschinen der Vorzug gegeben, obwohl gerade Dieselmotoren für den vorliegenden stark wechselnden Betrieb mit den häufigen Pausen ein sehr geeigneter Antrieb gewesen wäre. Da aber für die Wirtschaftlichkeit allein der geringste Brennstoffverbrauch, sondern auch der Kapitalaufwand zu berücksichtigen war, waren die wirtschaftlichen Vorteile bei der Verwendung von Dieselmotoren nicht zu erwarten; denn bei der verhältnismäßig geringen Gesamtfahrtzeit im Jahre konnte der geringere Brennstoffaufwand die erhöhten Anschaffungskosten nicht ausgleichen.

Um jedoch den Verbrauch an Brennstoff während der Liegezeiten möglichst niedrig zu halten und trotzdem die schnelle Betriebsbereitschaft zu erreichen, wurde für den Kesselanlage Ölfeuerung gewählt.

Die Hauptmaschinenanlage besteht aus zwei ungeglichenen Dreifachexpansion-Heißdampfmaschinen mit geteilten Niederdruckzylindern. Der Oberflächenkondensator, sowie die Speise-, Luft- und Kühlwasserpumpen sind getrennt aufgestellt worden. An die Hauptmaschinen selbst hat man nur Lenz- und Spülpumpen la gehängt. Die Hauptmaschinen haben 520, 800 und 2×980 mm Zyl.-Dmr. sowie 900 mm Hub; bei 135 U/min leistet jede Maschine rd. 2200 PSi.

Luft- und Kühlwasserpumpen mit eigenem Antrieb für die Kondensatoren mit $2 \times 250 = 500 \text{ m}^2$ Kühlfläche und den Hilfskondensator mit 70 m^2 Kühlfläche vorgesehen. Sie sind durch Rohrleitungen und Absperrorganen so miteinander verbunden, daß bei kleinerer Leistung eine der genannten Hilfsmaschinen in Betrieb genommen werden kann. An Hilfsanlagen sind außerdem Speisewasservorwärmer, Speisewasserfilter und Verdampfer vorhanden.

Jede der beiden Hauptmaschinen treibt eine tieflügelige Bronzeschraube. Der Durchmesser war entsprechend dem Tiefgang des Schiffes sowie durch die Bedingungen der Schrauben bei einer Krängung des Schiffes von 10° Fährbett-Leitwerk freigehen müssen, festgelegt. Der Wert ergab sich der verhältnismäßig geringe Wert von 3,5 m; die Steigung beträgt 4,3 m. Mit Rücksicht auf die Fahrt im Eis sind die Schraubenwellen besonders verstärkt worden.

Den Dampf für die Haupt- und Hilfsmaschinen liefert ein vier Zylinderkessel, der gegebenenfalls auch mit Kohlen geheizt werden können. Die Gesamtheizfläche beträgt 960 m^2 , der Betriebsdruck 14,5 at Überdruck. Die Kessel sind mit Schmidtschen Rauchrohrüberhitzern ausgerüstet. Eine Howden-Anlage für künstlichen Zug ist vorhanden.

Ein Hilfskessel für Kohlen- oder Ölfeuerung von 28 m^2 Heizfläche und 10 at Überdruck erzeugt den Dampf für Hilfsmaschinen und Heizung in Liegezeiten.

Von den beiden Ölfeuerungen, Bauart Schichau mit Heizölzerstäubern, Pumpen und Filtern, dient eine als Aushilfe. Mit dem Siemens & Halske-Rauchgasprüfer wird der Feuerungsbetrieb überwacht werden.

Bei der Überführungsfahrt von Pillau nach Warnemünde und während der bisherigen Dienstzeit hat sich das Fährschiff auch bei schweren Stürmen als ausgezeichnetes Seeschiff bewährt.

[B 4]



Abb. 15
Rauchzimmer 1. und 2. Klasse



Abb. 17
Vorraum und Haupttreppe



Abb. 14
Speisesaal 1. und 2. Klasse



Abb. 16
Nichtraucherzimmer 1. und 2. Klasse

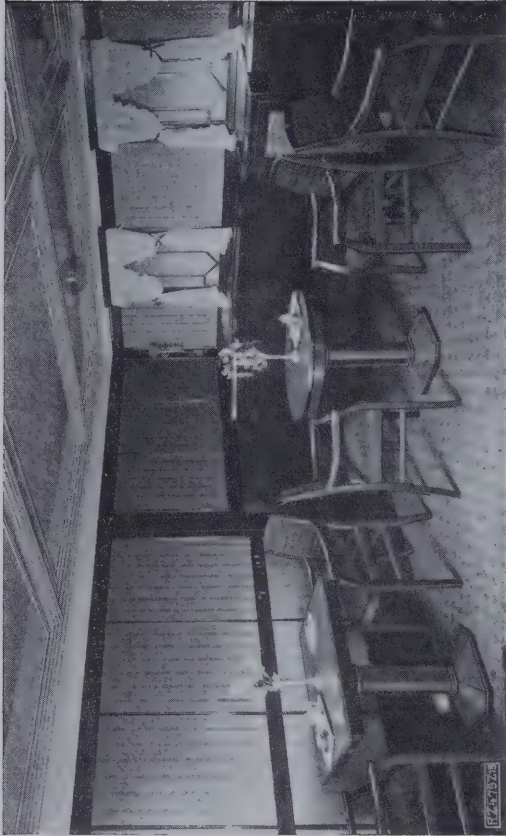


Abb. 19
Damen Salon 3. Klasse

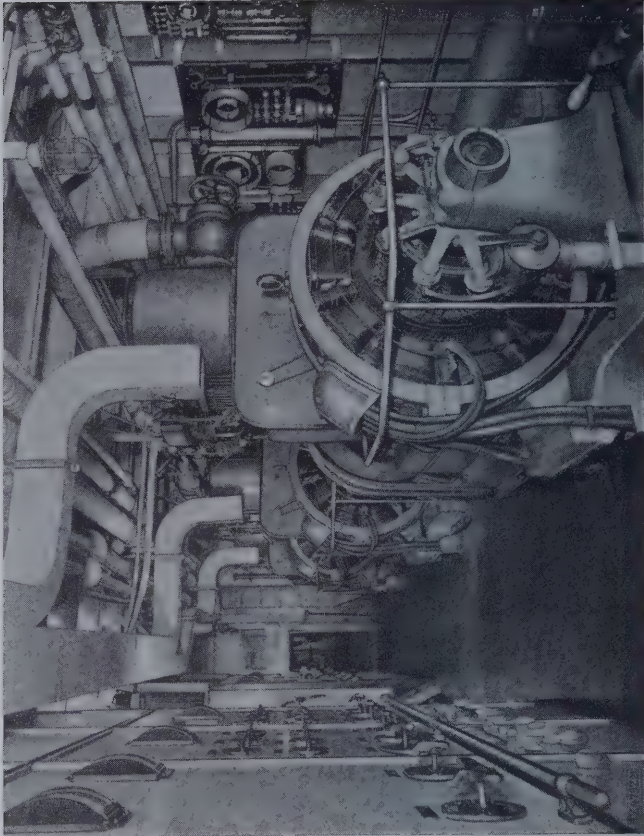


Abb. 21
Stromerzeugungsanlage



Abb. 18
Speisesaal 3. Klasse

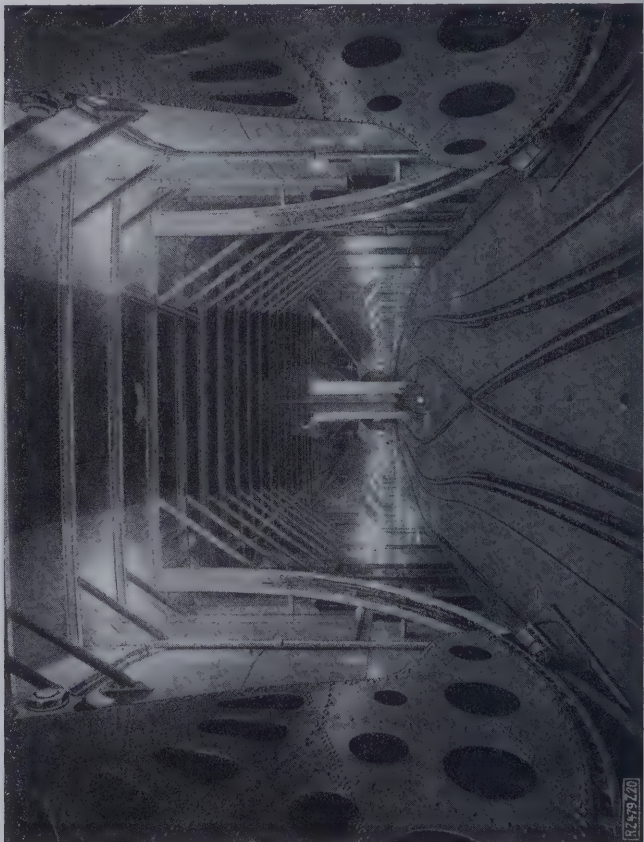


Abb. 20
Wagendeck, von vorn gesehen: vorn Teile der aufreklamanten Back

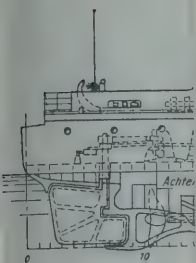
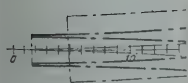


Abb. 3 bis 6
ingsschnitt und De



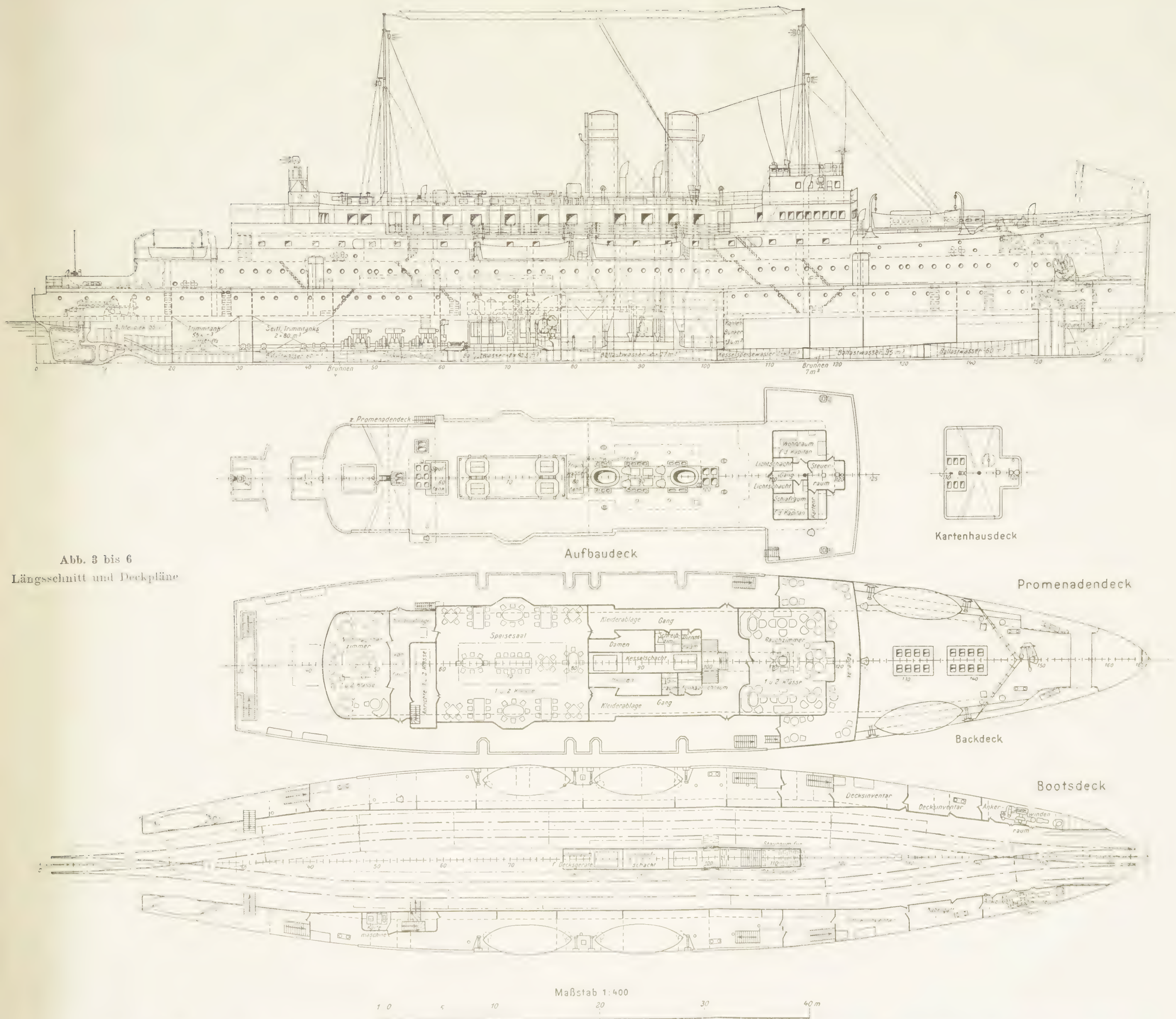


Abb. 3 bis 6
Längsschnitt und Deckpläne

Höfinghoff und Stuhr: Hochseefährschiff „Schwerin“ der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, erbaut von F. Schichau, Elbing

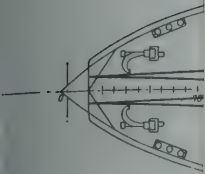
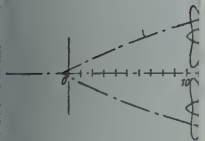
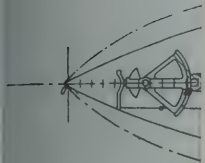


Abb. 7 und 8
Deckpläne



A1

Raumplan, 1

- a Dampfdynam
- b Kühlwasserj
- c Kühlwasser
- d Luftpumpe
- e Heizölvorwä
- f Heizöl-Betri
- g Pumpe für
- h Lenzballastp
- i Hilfskessel
- k Speisewasse
- l Speisewasse
- m Hilfskonden
- n Gebläse
- o Aschenheber
- p Frischwasse
- q Schalttafel

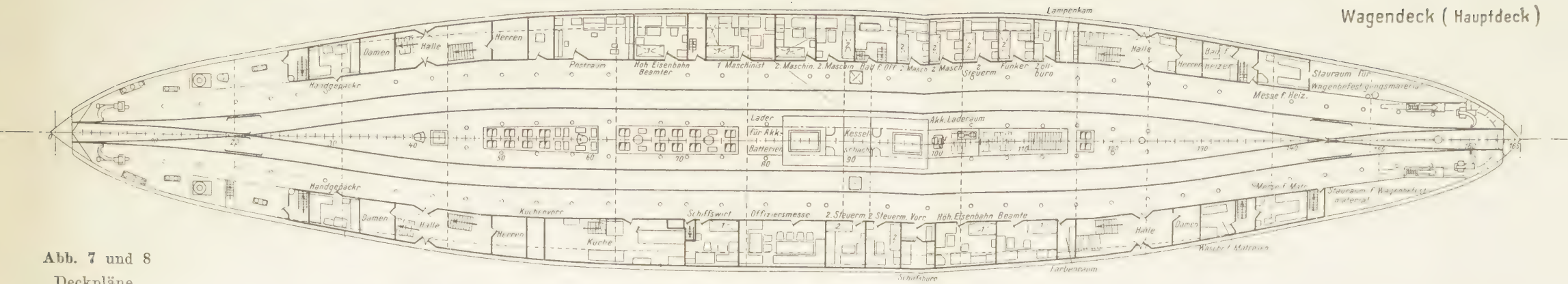


Abb. 7 und 8
Deckpläne

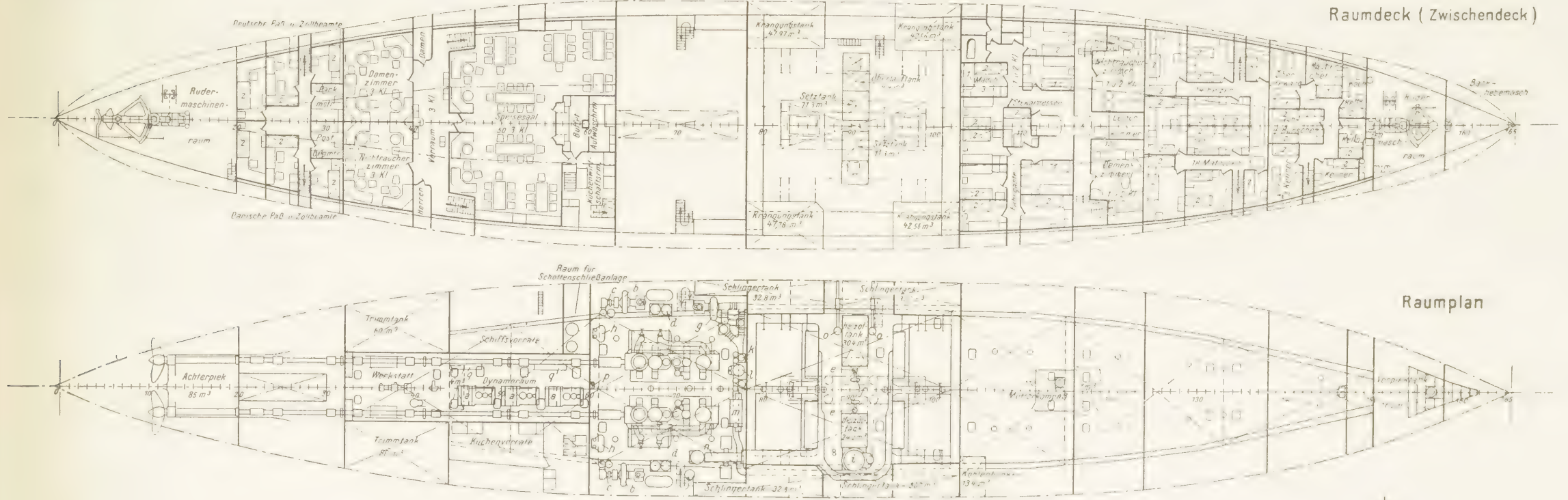
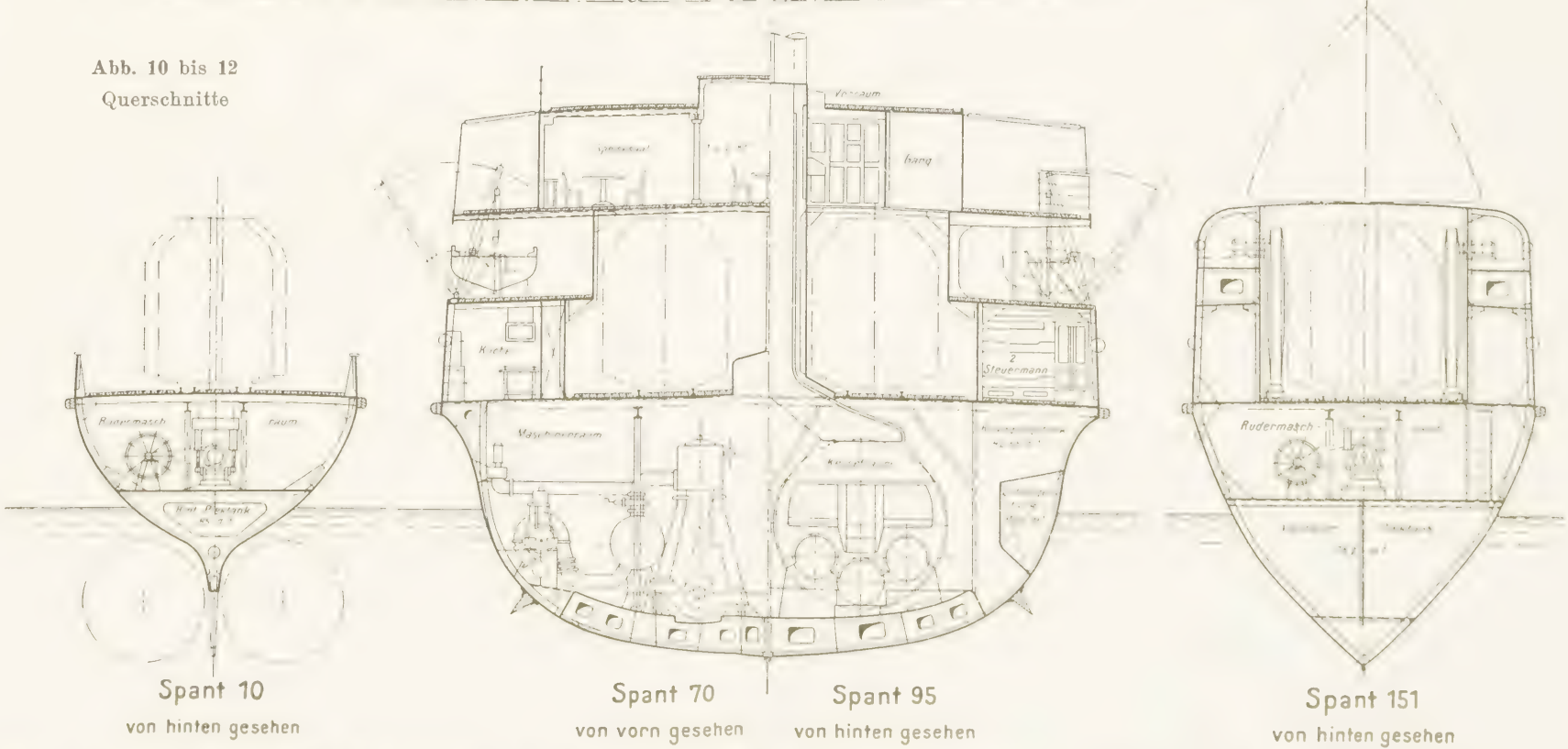


Abb. 10 bis 12
Querschnitte

Abb. 9
Raumplan, Hilfsmaschinen

- a Dampfdynamos
- b Kühlwasserpumpe
- c Kühlwasserreiniger
- d Luftpumpe
- e Heizölvorwärmer
- f Heizöl-Betriebspumpe
- g Pumpe für Krängungswasser
- h Lenzballastpumpe
- i Hilfskessel
- k Speisewasserpumpe
- l Speisewasservorwärmer
- m Hilfskondensator
- n Gebläse
- o Aschenheber
- p Frischwasserpumpe
- q Schalttafel



Höfinghoff und Stuhr: Hochseefährschiff „Schwerin“ der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, erbaut von F. Schichau, Elbing

Kompressorlose Viertakt-Dieselmotoren mit Strahlzerstäubung

Von Ober-Ing. Rudolf Mayer, Breslau

Beschreibung der von den Linke-Hofmann-Werken, Breslau, gebauten kompressorlosen Dieselmotoren — Versuchsergebnisse, insbesondere mit dickflüssigen Treibölen



Abb. 1

Kompressorloser Viertakt-Dieselmotor der Linke-Hofmann-Werke

Nach Beendigung des Weltkrieges haben sich auch die Linke-Hofmann-Werke der Entwicklung des kompressorlosen Dieselmotors zugewandt und grundlegende Versuche in dieser Richtung unternommen. Es gab hierbei der Strahleinspritzung wegen ihrer besseren Beherrschung der Verbrennungsvorgänge den Vorzug, zumal das Vorkammerverfahren durch grundlegende Patente geschützt war.

Ende 1923 waren die Versuche in der Hauptsache abgeschlossen. Der erste Motor, ein stehender Einzylinder-Motor von 50 PS_e, wurde im Frühjahr 1924 auf der Baubetriebstechnischen Ausstellung in Breslau vorgeführt. Er lief dort täglich während der ganzen Woche belastet und ohne Anstand. Mit der Ablieferung tauglicher Motoren wurde Ende 1924 begonnen. Bis jetzt sind Motoren von insgesamt rd. 26 000 PS_e mit 25 bis 100 PS_e Zylinderleistung abgeliefert oder bestellt, davon mehr als 70 vH für das Ausland.

Typen der Motoren

Die Motoren der Linke-Hofmann-Werke werden zur Zeit als sogenannte Normalläufer oder als Mittelläufer hergestellt. Für Schnellläufer sind bereits wertvolle Grundlagen vorhanden. Als Normalläufer, Abb. 1 bis 4, sind die Motoren schwerer Bauart mit Leistungen von bis 1200 PS_e bei 167 bis 250 Uml./min bezeichnet, die in der Hauptsache als Antriebsmaschinen in elektrischen Kraftwerken und von Werk-

stätten in Frage kommen. Um mit wenigen Modellen einen großen Bereich von Leistungen zu beherrschen, hat man A-Ständer gewählt. Da die Grundplatte an einem schweren Betonfundament verankert wird, kann sie als starr angesehen werden. Die Ständer werden oben gegeneinander durch die U-Eisen der Bedienungsgalerie auf beiden Seiten der Maschine und durch den gußeisernen Trog der wagerechten Steuerwelle abgestützt.

Welche ausgezeichnete Längsversteifung hierdurch erzielt wird, zeigte sich deutlich an einem Dreizylindermotor von 420 mm Zyl.-Dmr., 570 mm Hub und 350 PS_e, der mit 250 bis 260 Uml./min, also mit 4,75 bis 4,94 m/s mittlerer Kolbengeschwindigkeit, auf dem Prüffeld gelaufen ist. Da der

Motor auf zusammengeschraubten, gußeisernen Böcken aufgebaut war, wurde er durch die freien Massenmomente in der Hauptebene in geringe schaukelnde Bewegungen versetzt. Dabei war aber der größte Ausschlag kleiner als 1 mm. Eine Bewegung der einzelnen Teile des Motorgerüsts gegeneinander konnte jedoch an keinem Punkte wahrgenommen werden, ein Zeichen, daß die Längsversteifung ausreichend war.

Auch die Einkapselung des Triebwerkes, ein besonderer Vorzug des Kastengestells, ist bei dem Ständergestell mit einfachen Mitteln und ohne Beeinträchtigung der Form möglich. Dabei bleibt der Vorteil der Ständer, die Zugänglichkeit des Triebwerks, voll gewahrt; denn die Blechverschalungen zwischen den Ständern lassen sich schnell entfernen.

Die gute Zugänglichkeit gestattet auch, die billige und ölsparende Ringschmierung für die Wellenlager zu verwenden. Nur bei schnelllaufenden Motoren braucht man die Druck-Umlaufschmierung, um die Erwärmung des Triebwerks zu vermindern. Immerhin ist die Ringschmierung noch bei verhältnismäßig großer Reibungsarbeit der Zapfen zulässig.

Die Brennstoffpumpe, beim kompressorlosen Motor die Seele der Maschine, wirkt namentlich bei der reinen Strahlzerstäubung um so sicherer, je besser man bei ihrem Antrieb die Fehlerquellen (Nachgiebigkeit der Teile,

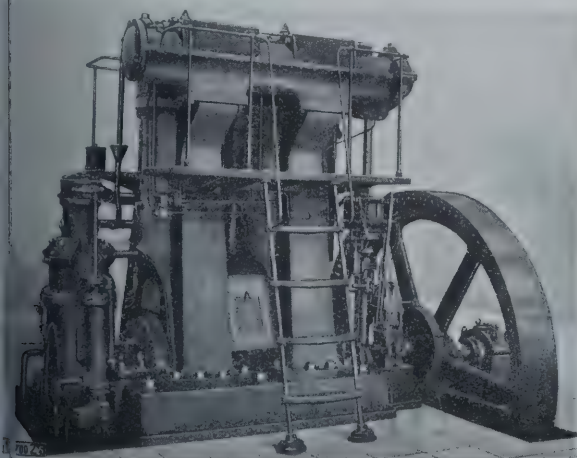


Abb. 5

aus einem Kompressormotor verwandelter kompressorloser Motor, zwei Zylinder, 180 PS

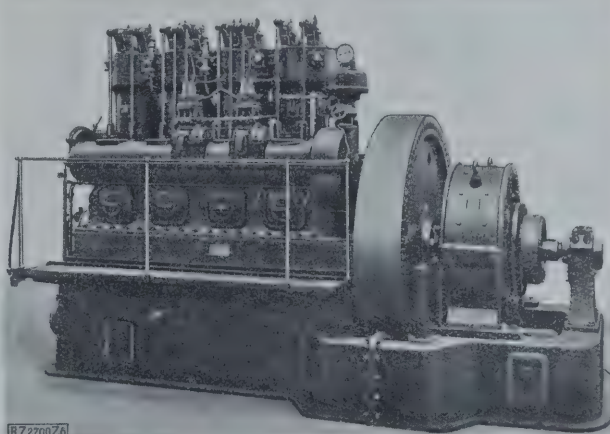


Abb. 6

Kompressorloser Dieselmotor (Mittelläufer), 250 PS bei 300 Uml./min

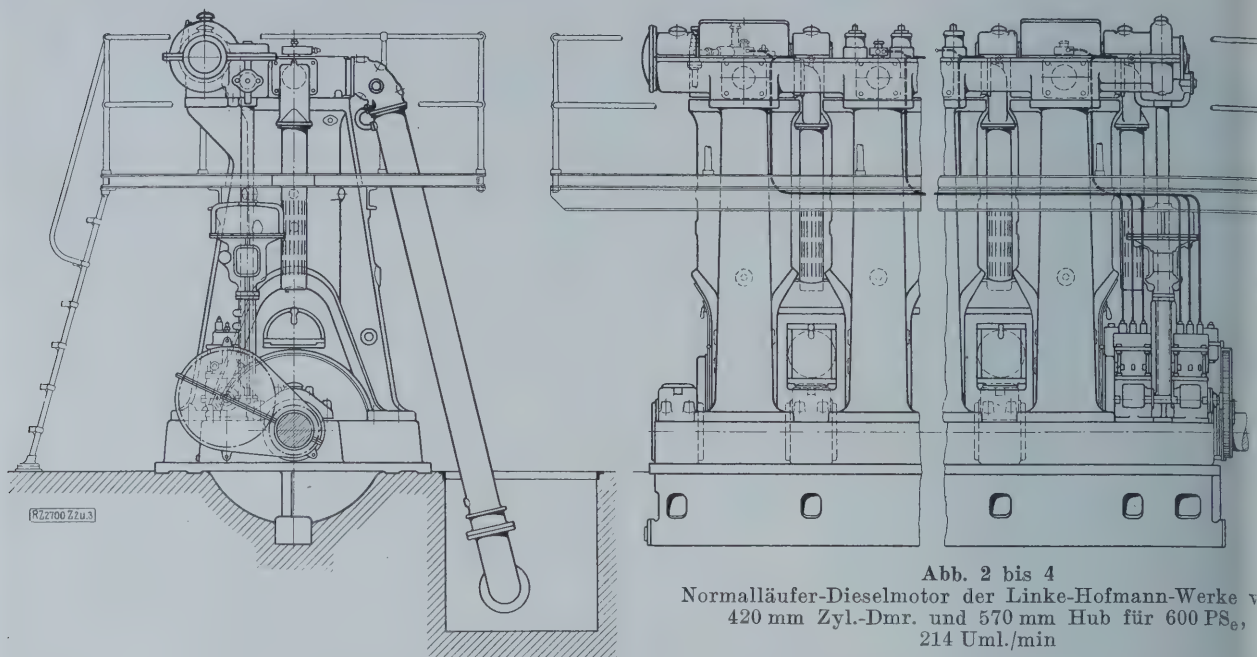


Abb. 2 bis 4

Normalläufer-Dieselmotor der Linke-Hofmann-Werke von
420 mm Zyl.-Dmr. und 570 mm Hub für 600 PS_e,
214 Uml./min

Schlupf, toter Gang usw.) vermeidet. Deshalb ist hier die Pumpe unmittelbar am Schwungrad auf der Grundplatte befestigt. Der Antrieb erfolgt nicht durch die Steuerwelle, sondern über besondere Stirnräder unmittelbar durch die Hauptwelle. Hierdurch wird trotz verhältnismäßig langer Leitungen zwischen Pumpe und Einspritzventilen eine genaue Zumessung des Treibstoffs zu allen Zylindern erzielt, wie die Indikator diagramme erkennen lassen.

Der Regler ist auf der senkrechten Steuerwelle in unmittelbarer Nähe der Brennstoffpumpen angeordnet. Pumpe, Anlaßventile und Einrichtung zum Vermindern

des Verdichtungsdrucks werden von einem Hebel aus der Pleuelstange her ausgeführt. Die Einrichtung zum Vermindern des Verdichtungsdrucks gestattet, den Motor mit Preßgasen von 1 bis 20 at anzulassen, die aus den Zylindern durch besondere Ventile abgezapft werden.

Im Auslande herrscht vielfach eine gewisse Zurückhaltung gegenüber Neuerungen. Man zieht dort noch den Kompressormotor vor, weil man ihn als eine betriebssichere Maschine kennt. Dem kann man beim Stärkemotor leicht Rechnung tragen. Man braucht nur an der Grundplatte einen Anschlußflansch anzubringen und an jedem Pleuellager durch Anschrauben eines Kompressors jeden auf Ver-

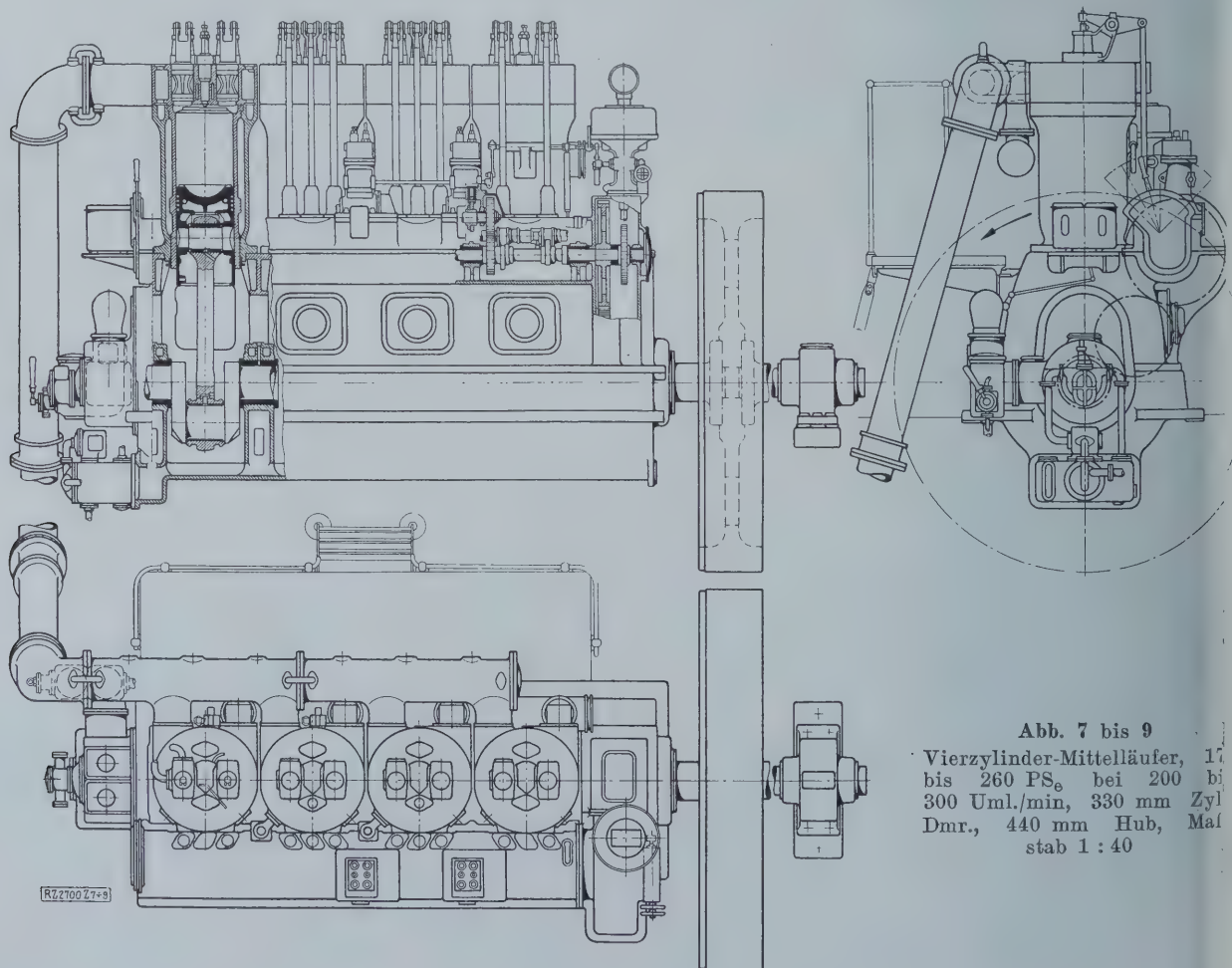


Abb. 7 bis 9

Vierzylinder-Mittelläufer, 17
bis 260 PS_e bei 200 bis
300 Uml./min, 330 mm Zyl-
Dmr., 440 mm Hub, Maß-
stab 1 : 40

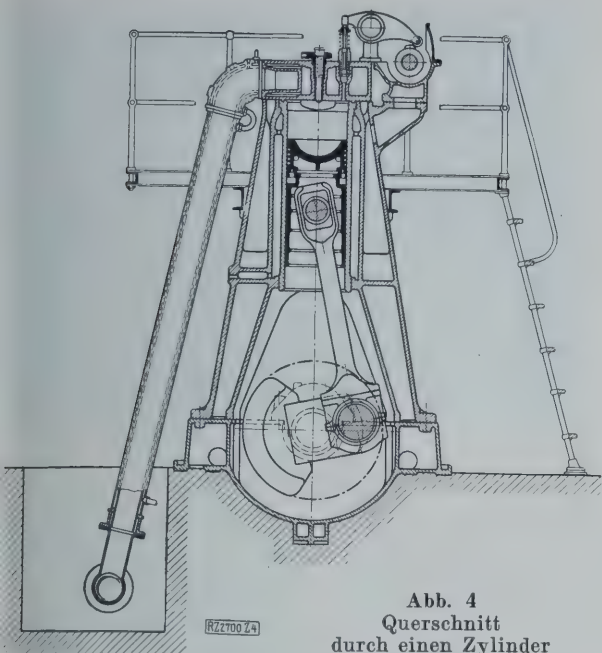


Abb. 4
Querschnitt
durch einen Zylinder

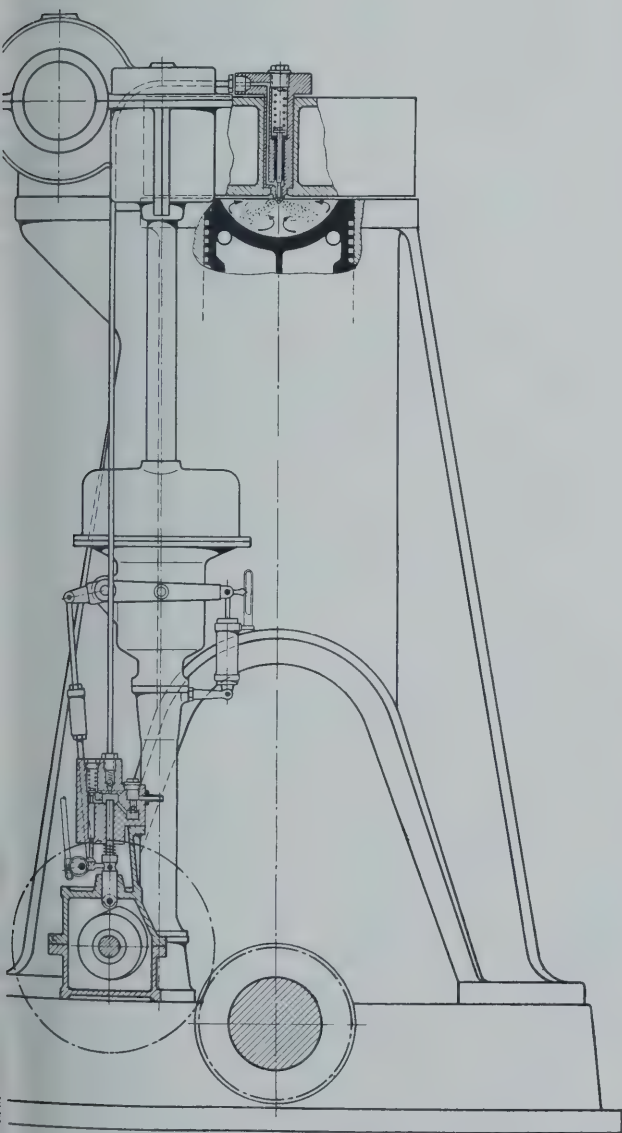


Abb. 10 bis 10 b
Treiböl-Einspritzvorrichtung
Maßst. 1:20

hergestellten kompressorlosen Motor in einen solchen mit Lufteinspritzung verwandeln, s. Abb. 5.

Mittelläufer, Abb. 6 bis 9, werden nur als kompressorlose Motoren gebaut. Die stetig sinkenden Verkaufspreise zwingen zur Schaffung dieser Bauart von höherer Drehzahl. Hier würde die Umwandlung in einen Kompressormotor große Modelländerungen bedingen, da die dem Schwungrad entgegengesetzte Stirnseite des Motors durch die Pumpen für Schmieröl und Kühlwasser verbaut ist.

Da die wagerechte Steuerwelle tief liegt, kann man sie von der Kurbelwelle aus mit einem Satz von drei Stirnrädern antreiben; es liegen daher keine Bedenken vor, die Brennstoffpumpe von dieser Steuerwelle anzutreiben. Um die Kurbelwelle leichter einlagern zu können, hat man auf das Hochziehen der Grundplatte, das bei Bootmaschinen üblich war, verzichtet. Das Kastengestell, auf das die Zylinder einzeln aufgesetzt werden und das in Zukunft mit den Zylindern zusammengegossen werden wird, sorgt für die notwendige Längsversteifung.

Die Kolben erwärmen sich bei kompressorlosen Motoren mit Strahleinspritzung wesentlich weniger als bei der Lufteinspritzung. Erst bei Zylinderleistungen von 175 PS_e wird man wohl zur Kolbenkühlung gezwungen sein. Über 175 PS_e Zylinderleistung dürfte man, weil die Kühlung der Tauchkolben konstruktiv schwierig ist, gekühlte Kolben mit besonderem Kreuzkopf ausführen. Bei so hohen Leistungen kommt zweckmäßig die heute allgemein gültige Bauart Schiffsantrieb: zusammengegossene

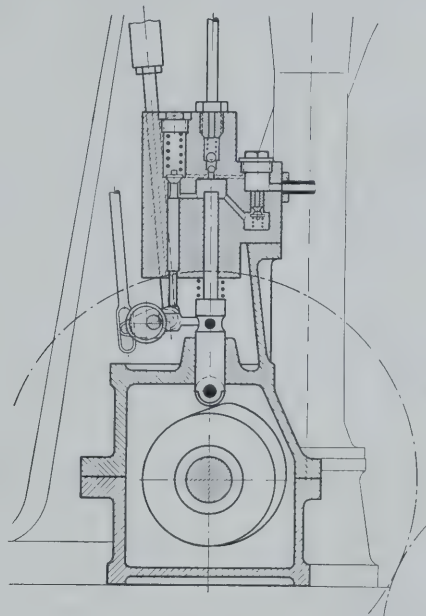


Abb. 10 a
Einspritzpumpe
Maßst. 1:10

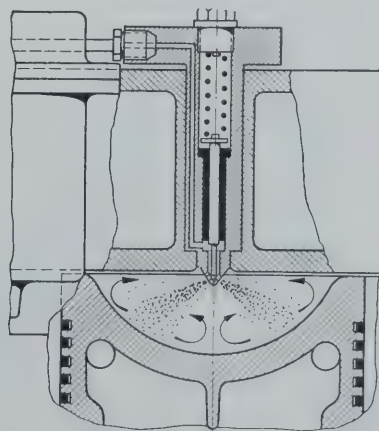


Abb. 10 b
Einspritzdüse
Maßst. 1:10

oder verschraubte Zylinder, die mit der Grundplatte durch Zwischenständer verbunden werden, in Frage.

Brennstoff-Einspritzvorrichtung

Die Vorrichtung zum Einspritzen des Brennstoffs, Abb. 10 bis 10 b, wirkt nach dem Verfahren der reinen Strahlzerstäubung. Wesentlich für den Erfolg ist die Einspritzdüse, Abb. 11, eine sogenannte geschlossene Düse¹⁾ mit meist fünf Düsenlöchern, die von dem Nadelkegel vollständig abgedeckt werden. Dadurch wird das bei kompressorlosen Motoren oft störende Nachtropfen des Brennstoffes auf ein Mindestmaß beschränkt. Die geschlossene Düse gestattet, lange Leitungen zwischen Pumpe und Einspritzventil anzuwenden. Bis zum weitest entfernten Zylinder erreicht die Länge der Brennstoffleitung etwa 7 m. Obschon hier die Ölverdichtung beträchtlich ist, erreicht man in diesem Zylinder ebenso gute Verbrennung wie in den andern Zylindern, wie die Indikatordiagramme beweisen.

Der Öldruck wird mit Hilfe der Ventillfeder eingestellt. Er beträgt bei Gasöl 250 bis 300 at. Die Nadel öffnet sich unter dem Einfluß des auf den Unterschied der Nadelquerschnitte wirkenden Öldrucks. Sehr günstig verhält sich die Düse bei geringeren Belastungen und bei Leerlauf, während bei Düsen, deren Nadelkegel vor den Düsenlöchern liegt, bei geringerer Last und Leerlauf sehr oft eine unvollkommene Verbrennung, erkennbar an dem bläulichen Auspuff, eintritt. Durch Verlegen der Düsenlöcher in den Nadelkegel bleibt der Auspuff bis zum Leerlauf vollständig klar.

Die Gründe für diese gute Verbrennung sind die Vermeidung des Nachtropfens und die gute Zerstäubung. Dabei können die Spritzlöcher dieser geschlossenen Düse verhältnismäßig große Durchmesser erhalten. Während man bei offener Düse ohne bewegliche Nadel und bei halboffener Düse (Nadelkegel vor den Düsenlöchern) mit Bohrungen von 0,2 bis 0,35 mm Dmr. rechnen muß, sind hier Bohrungen von 0,5 bis 0,8 mm Dmr., je nach der Größe des Verbrennungsraumes, zulässig.

Bei Leerlauf, Abb. 12 bis 14, ist die Nadel ganz wenig geöffnet; man sieht aus den eingezeichneten Ölfäden, daß die Zerstäubung des gesamten Öls an der inneren scharfen Kante des Düsenloches erfolgt. Je mehr sich die Nadel bei zunehmender Belastung hebt, um so mehr bildet sich im Düsenloch ein fester, nicht so fein zerstäubter Kern, s. Abb. 15. Dies ist von großer Bedeutung, da der Ölkern der Träger der dem Öle durch den Pumpendruck mitgeteilten Energie ist; die dickeren Tröpfchen des Ölkernes haben eine größere Durchschlagkraft, sie fliegen weit in den Verdichtungsraum hinein und finden dort den zu ihrer Verbrennung notwendigen Sauerstoff. Wahrscheinlich bewirkt der Ölkern auch eine gute Durchwirbelung der Verbrennungsluft und dadurch das Eindringen der Luft in den Bereich der Brennstoffstrahlen. Hierauf deuten schon die hohen spezifischen Leistungen hin, die bei den kompressorlosen Motoren mit reiner Strahlzerstäubung erzielt werden.

Die Nadelhübe wachsen bei höherer Belastung verhältnismäßig beträchtlich. Wird nun die Ölförderung durch

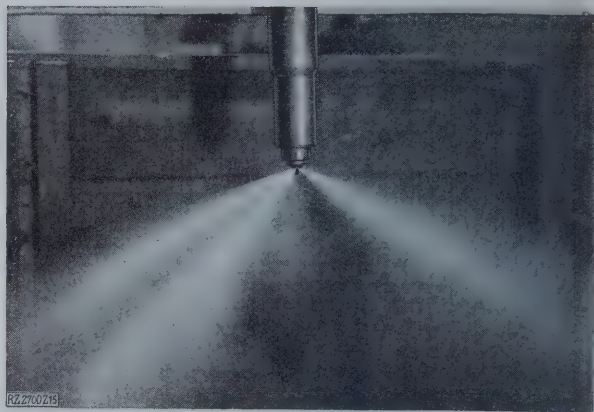


Abb. 15

Bildung eines Ölkernes bei höherer Belastung

Öffnen des Überströmventils der Pumpe unterbrochen, so dauert die Ölzerstäubung, durch die sich schließen, die Nadel noch etwas länger. Die Zerstäubung wird dann so feiner, je mehr sich die Nadel ihrem Sitz nähert, so daß auch in der zum Teil verbrauchten Luft immer noch eine gute Verbrennung erzielt wird. Die Flamme zieht sich nach den Düsenlöchern zurück, ähnlich wie sie bei der Nadelhebung von den Löchern aus gewachsen ist.

Man hat versucht, den Hub der Nadel auf ein bestimmtes Maß zu begrenzen. Der Erfolg war aber nicht günstig. Das freie Spiel der federbelasteten Nadel ergibt die beste Verbrennung.

Mit dieser geschlossenen Düse ist es möglich, den Verbrennungsdruck verhältnismäßig niedrig zu halten und Diagramme zu erzielen, die der Gleichdruck-Verbrennung des Kompressormotors entsprechen. Infolgedessen darf die Verdichtung höher sein, als man sonst bei den kompressorlosen Motoren mit Strahleinspritzung zuläßt, damit die Zünddrücke nicht zu hoch werden. Hohe Verdichtungsdrucke sichern ein gutes Ingangsetzen der kalten Maschine und sichern auch eine gute Verbrennung bei schweren Ölen und besonders bei Steinkohlenteeröl ohne Zündhilfen.

Es sind Versuche im Gange, dem Gleichdruckdiagramm noch auf andere Weise näherzukommen. Bekanntlich ist bei einem bestimmten Öldruck oder einer bestimmten Ölmenge in einer bestimmten Zeit durch eine Düsenöffnung getrieben wird, die Zerstäubung um so besser, je kürzer das Düsenloch ist. Wie vorher angegeben, kann man mit zunehmender Güte der Zerstäubung die Vorzündung und damit die Druckerhöhung über den Enddruck der Verdichtung verringern. In Abb. 16 ist eine Düse dargestellt, deren Löcher nur 0,5 mm lang sind. Diese Düse ergab Diagramme nach Abb. 17, die bereits als gute Gleichdruck-Diagramme angesehen werden können, wie man es bei Luftpneumatische Einspritzung erstrebt. Allerdings können solche Düsen wegen der geringen Wanddicke aufreißen, doch liegen schon Erfolge mit neuartigen Düsen vor, deren Bohrungen kurz sind, die doch eine lange Lebensdauer haben.

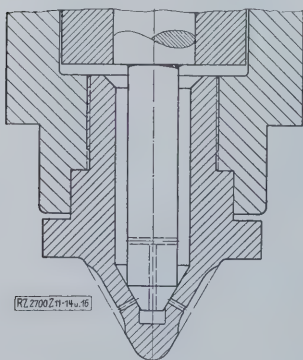


Abb. 11

Normale geschlossene Düse

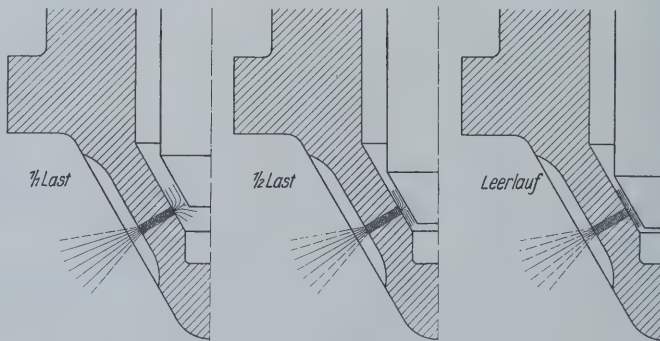


Abb. 12 bis 14

Düse mit angehobener Nadel

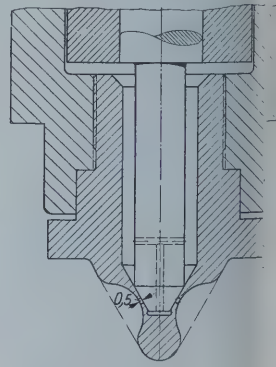


Abb. 16

Düse mit kurzen Spritzlöchern

¹⁾ DRP 403 751 und 404 665.

Abnahmeprüfungen

Obering. W. Elsner, Breslau, hat im Februar 1926 einem kompressorlosen Motor von 600 PS_e, 420 mm -Dmr., 570 mm Hub und 214 Uml./min, Abb. 1 bis 4, ehende Versuche angestellt. Das Gasöl hatte 14 kcal/kg unteren Heizwert. Aus den Ergebnissen in Zahlentafel 1 folgende Zahlen mitgeteilt:

Zahlentafel 1

Belastung	1/2	3/4	1/1
Leistung PS _e	290,7	450,7	601,5
Uml./min	219,5	216,8	214
er nutzbarer Kolben- druck at	2,57	3,92	5,35
Verbrauch (auf 10 000 kcal/kg Heizwert bezogen) kg/PS _{ch}	184,2	169,7	164,5
Wirkungsgrad (die Nutzleistung be- zogen) vH	34,3	37,2	38,3

Im Sommer 1926 wurden an eine ausländische Be-
neun Borddynamos, bestehend aus Drei- und Vier-
zylinder-Mittelläufern, s. Abb. 6 bis 9, gekuppelt mit
Elektromotordynamos, geliefert. Bei der amtlichen Dauer-
e, Zahlentafel 2, wurde die Leistung teils mittels der
amo, teils mit einem Bremszaum gemessen.

Zahlentafel 2

Vierzylindermotor 330 mm Zyl.-Dmr., 440 mm
Hub, 175 PS, 200 Uml./min

Belastung	1/1	3/4	1/2	1/4	1,15	1,2
V	240	236	228	220	240	244
A	480	375	255	160	545	565
trischer Wirkungs- grad	0,88	0,88	0,87	0,85	0,88	0,88
Uml./min	200	202	204	206	198	196
bare Motor- leistung PS	177,5	137	91	55,7	202	213
Verbrauch (bezogen auf 10 000 kcal/kg unteren Heizwert) . . kg/PS _{ch}	175	164	176	200	219	234

Dreizylindermotor 330 mm Zyl.-Dmr., 440 mm
Hub, 120 PS, 200 Uml./min

nsleistung . PS	37	63	94,3	123	136,3	142,5	146
Uml./min	206	206	204	200	200	200	200 ¹⁾
nstoffverbrauch zogen auf 10 000 al kg unt. Heiz- wert . . kg/PS _{ch}	297	208	174	177	210	214	217

¹⁾ Die Drehzahl wurde mit der Federwaage nachgestellt.

Der Verbrauch war bei den Vierzylindermotoren
s günstiger, da bekanntlich der Wirkungsgrad mit
Zylinderzahl steigt. Der günstigste Verbrauch liegt
eiden Fällen bei etwa 3/4-Last. Dies erklärt sich dar-
daß bei den Motoren das Verhältnis vom Hub zum
chmesser nur 1,33 beträgt. Beträgt das Verhältnis

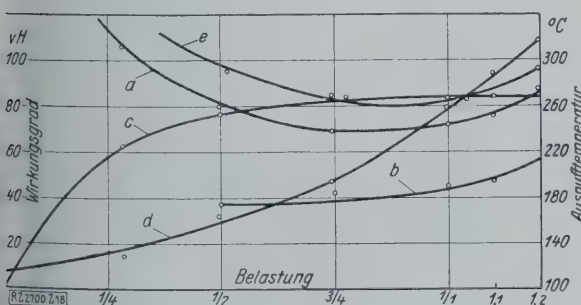


Abb. 18

Versuch mit Gasöl, umgerechnet auf 10 000 kcal/kg
unteren Heizwert

a nutzbarer Brennstoffverbrauch b indizierter Brennstoffverbrauch c mechanischer Wirkungsgrad
d Auspufftemperatur e Brennstoffverbrauch einer Kompressor-Maschine

1,5, dann wird der Verdichtungsraum günstiger, die Hö-
lung im Kolbenboden wird tiefer und die Länge der Brenn-
stoffstrahlen größer.

An einem Dreizylindermotor der Ständerbauart mit
420 mm Zyl.-Dmr., 570 mm Hub und 250 bis 260 Uml./min
wurde wegen der verhältnismäßig hohen Kolbengeschwin-
digkeit ein etwa zehn Tage langer Dauerversuch aus-
geführt. Die Temperatur der Grundplattenlager (Ring-
schmierung) betrug im Beharrungszustand 50 bis 53 ° bei
einer Raumtemperatur von 13 bis 15 °. Die billige Ring-
schmierung reicht also aus. Der Motor wurde elektrisch
abgebremst.

Es wurden Dauerversuche mit Gasöl und Braun-
kohlenteeröl ausgeführt. Letzteres hatte einen unteren Heiz-
wert von nur 9520 kcal/kg und ist ein sogenanntes Heizöl.
Aus Abb. 18 und 19 erkennt man den geringen Unterschied
des Verbrauches bei den verschiedenen Belastungen von
Vollast bis 1/4-Last. Es besteht die Aussicht, den Anstieg
des Verbrauchs von 3/4- bis 1/4-Last verzögern, d. h. den
Mitteldruck für die Nennlast höher annehmen zu können,
was zur Verbilligung der Maschine beitragen würde.
Wie bereits erwähnt, wird hierzu die Vergrößerung des
Verhältnisses von Hub zu Zylinderdurchmesser wesent-
lich beitragen.

Mit Steinkohlenteeröl von 8980 kcal/kg unterem Heiz-
wert war der Betrieb bis zu etwa 1/2-Last gut möglich,
s. Abb. 20 und 21. Für geringere Belastungen und Leer-
lauf wird bei der vorhandenen Düsenbauart auf Grund
früherer Versuche die Verdichtung um einige Atmosphären
erhöht. Bei abgekuppelter Dynamo betrug der Teerölver-
brauch 11,3 kg/h, bezogen auf 250 Uml./min. Die Be-
rechnung des mechanischen Wirkungsgrades mit
 $60 - 11,3 = 81,3$ vH, wobei 60 kg/h der Verbrauch bei

Vollast bedeutet, ist nicht ganz genau. Sie gibt aber einen
Anhalt dafür, ob bei zu hohem Verbrauch von Dieselmotoren
und bei einwandfreier Verbrennung (unsicht-
barem Auspuff) der Fehler in zu hoher Reibungsarbeit
des Motors oder im elektrischen Teile zu suchen ist.

Auch mit Treibölen mit hohem Asphaltgehalt, z. B.
argentinischem Dicköl (von Commodoro Rivadavia), wur-
den Versuche an dem Dreizylindermotor mit normaler
Einspritzdüse ausgeführt; die Diagramme, Abb. 22 und 23,
deuten auf einen guten Verlauf der Verbrennung hin. Die

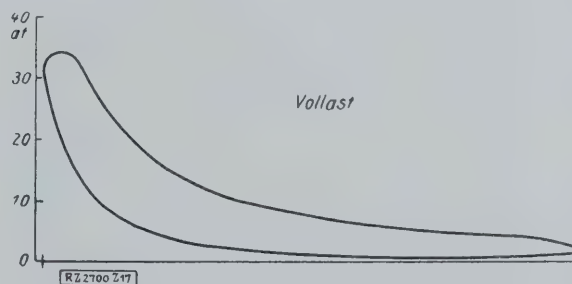


Abb. 17

Diagramm für Düse nach Abb. 16

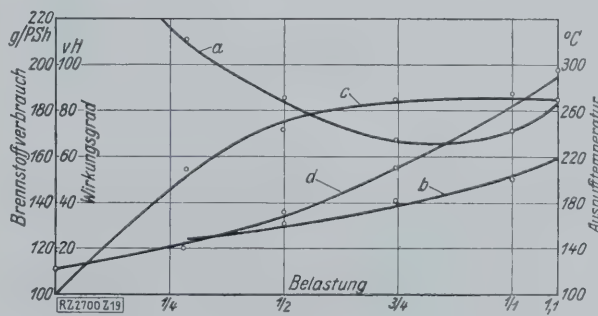


Abb. 19

Versuch mit Braunkohlenteeröl, umgerechnet auf
10 000 kcal/kg unteren Heizwert

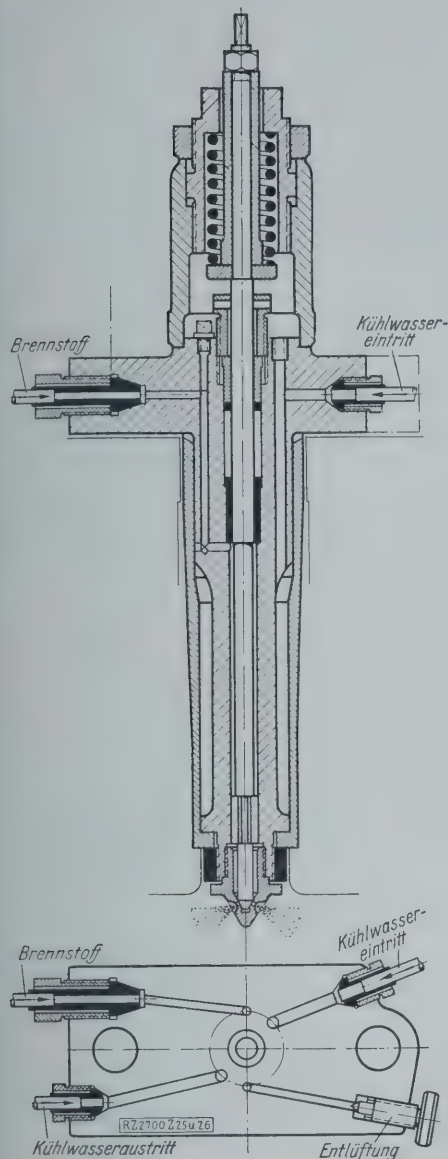


Abb. 25 und 26
Gekühlte Düse vom Jahre 1923

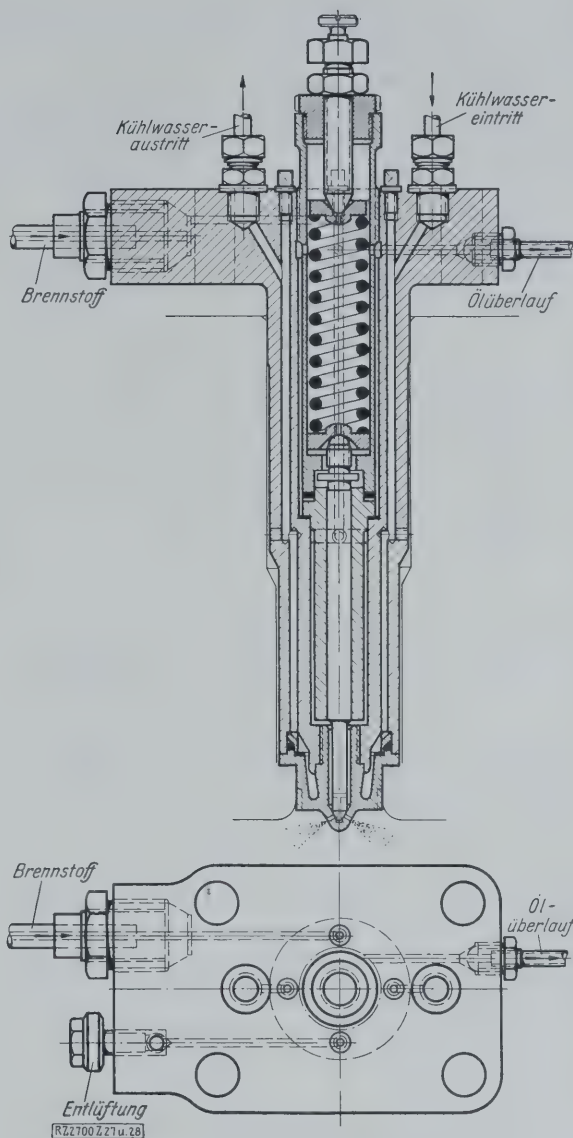


Abb. 27 und 28
Gekühlte Düse vom Jahre 1926

en diese Krater von selbst ab, und die Verbrennung d wieder besser; der Zustand ist aber veränderlich, d. h. Ansätze bleiben meist kurz und fest, und man kann nur ch Ausbau und Reinigen der Düse Abhilfe schaffen. Die Untersuchung des normalen argentinischen Roh- ergab:

Unterer Heizwert	9710	kcal/kg
Spez. Gewicht bei 15 °C	0,92	
Viskosität bei 60 °C	9,7	Englergrade
„ „ 75 °C	6,1	„
„ „ 90 °C	3,8	„
Elementaranalyse C	83,62	vH
„ H ₂	11,88	„
„ O ₂ + S + N ₂	4,443	„
„ Asche	0,057	„
Verkokungs-Rückstand	4,84	vH
Harte Asphalte (mit Normal- benzin bestimmt)	0,524	„
Weiche und harte Asphalte zus. (mit Alkohol-Aether ermittelt)	11,60	„

Man sieht, daß man hauptsächlich mit zwei Eigen-
aften des Öles, nämlich der Zähflüssigkeit und dem
en Asphaltgehalt, zu rechnen hat. Der Zähflüssigkeit
n man durch Ummanteln der ölführenden Leitungen
l Speisen des Mantels mit heißem Kühlwasser abhelfen,
sen Temperatur 80 bis 90° betragen muß. Die Vis-
sität bleibt aber immer noch sehr groß, wodurch sich

hohe Pumpendrucke und daher Schwierigkeiten im An-
trieb der Pumpen einstellen.

Am Druckventil der Pumpe wurde die in Abb. 24
dargestellte Meßvorrichtung angebracht. Das Rückschlag-
ventil in der Meßleitung hat den Zweck, zu verhüten, daß
der Manometerzeiger nach jedem Druckhub zu sehr zu-
rückgeht. Mittels der Entlüftungsschraube wird die Luft
aus der Meßleitung entfernt und zur Nachprüfung der
Manometerzeiger nach den einzelnen Versuchen auf null
gebracht. Bei 4 mm lichter Rohrweite wurden gemessen
mit Gasöl bei Vollast 380 at Pumpendruck,
„ argentinischem Dicköl 70 °C . 450 „ „ „
„ „ 90 °C . 430 „ „ „

Bei 6 mm Rohrweite ergaben

Gasöl bei Vollast 280 at Pumpendruck,
argentinisches Dicköl 90 °C . 310 „ „ „

Weitere Versuche zeigten, daß die Länge der Leitung
von der Pumpe bis zur Düse den Pumpendruck sehr wenig
beeinflusst. Durch Erwärmen des Dicköls auf 90 °C und
Vergrößern der Leitungen kann man also hinsichtlich
der Pumpenbeanspruchungen gleiche Verhältnisse wie bei
Gasöl schaffen.

Dagegen kann man das Verkoken an der Düse nur
durch Herabsetzung der Temperatur der Teile verhindern,
an denen sie auftreten. Es wurde daher die in Abb. 25
und 26 dargestellte gekühlte Düse eingebaut, die bereits
bei den ersten kompressorlosen Motoren benutzt, später
aber durch eine einfache, ungekühlte Düse ersetzt wor-

den war. Der Erfolg war gut, aber noch nicht durchgreifend genug. Vollständig verhindert wurde die Koks- bildung an der Düse durch die in Abb. 27 und 28 dar- gestellte Konstruktion.

In der letzten Zeit hat Prof. Baer, Breslau, drei Vierzylindermotoren von je 350 PS und drei Sechszylinder- motoren von 520 PS geprüft. Alle diese Motoren mußten 48 h laufen, und zwar 46 h mit Vollast und 2 h mit 10 vH Überlast.

Gewährleistet waren mit:

argent. Dicköl (ohne Toleranz)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Vollast} \dots 196 \text{ g/PSch} \\ \text{3/4-Last} \dots 215 \text{ „} \\ \text{1/2-Last} \dots 253 \text{ „} \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{bezogen auf} \\ 10\,000 \text{ kcal/kg} \\ \text{unt. Heizwert} \end{array} \right\}$
-----------------------------------	---	---

Versuchsergebnisse:

a) Vierzylindermotor 395 mm Zyl.-Dmr., 570 mm Hub, 214 Uml./min					
Belastung		1/2	3/4	1/1	1,1
Nutzleistung	PS	175	262,5	350	385
Verbrauch	g/PSch	200	180	184	192
b) Sechszylindermotor 395 mm Zyl.-Dmr., 570 mm Hub, 214 Uml./min					
Belastung		1/2	3/4	1/1	
Verbrauch	g/PSch	203,4	184	181	

Einwalzen von Rohren in Kesselwände¹⁾

Von Dr.-Ing. Philipp Oppenheimer, Camden N. J.

Die Verbindung von Rohren mit Kesselwänden muß dicht und fest sein. Bei der einfachsten und gebräuchlich- sten Verbindung werden die Rohre mit Rohrwalzen in die Rohrlöcher des Kesselblechs oder der Rohrwand eingewalzt. Die Rohrwalzen können mit der Hand (bis vor kurzer Zeit herrschte der Handbetrieb vor) oder durch Druckluft- und elektrische Bohrmaschinen angetrieben werden. Bei den vom Verfasser ausgeführten sieben Versuchsreihen, be- stehend aus 120 Einzelversuchen, wurden zum Antrieb der Rohrwalzen langsam laufende elektrische Bohrmaschinen verwendet. Die aufgenommene Leistung der Maschine wurde jeweils durch einen selbstschreibenden Wattmesser ge- messen. Abb. 1 zeigt eine derartige Leistungsaufnahme.

Während der Zeitdauer a wird das Rohr aufgeweitet, bis sein äußerer Durchmesser gleich dem Durchmesser des Rohrlöches geworden ist. Die Leistung nimmt hierbei pro- portional der Drehzahl der Rohrwalze zu.

Sobald das Rohr zum Anliegen an die Wandung des Loches kommt, steigt der Kraftverbrauch unter starken Schwankungen bis zu einem Höchstwert, der durch das Ab- schalten der Antriebsmaschine bestimmt wird. In dieser Zeitdauer b wird das Rohr weiter gedehnt, und gleichzeitig üben die Rollen der Rohrwalze einen Druck auf die den Lochrand umgebenden Schichten der Kesselwand aus. Hier- durch treten bei den dem Lochrand zunächst liegenden, konzentrischen Schichten bleibende und elastische, bei den weiter entfernt liegenden Schichten nur elastische Form- änderungen auf. Im Rohr und in der Kesselwand entstehen Spannungen, die radial nach der Lochmitte zu gerichtet sind.

Beim Zurückschrauben der Rohrwalze (Zeitdauer c der Abb. 1) bewirken diese innern Spannungen ein Zurück- federn des Rohres und der Lochwandung nach innen, bis Gleichgewicht eintritt, d. h. bis die radiale Spannung am äußeren Rohrumfang gleich groß und entgegengesetzt der radialen Spannung am Umfang des Loches geworden ist. So entsteht die Walzverbindung zwischen Rohr und Blech, die also eine Schrumpfverbindung ist. Im Gegensatz zur Wärmeschrumpfverbindung ist bei der Walzschrumpf- verbindung der Lochdurchmesser nicht nur nach der Schrumpfung, sondern auch unmittelbar vor der Schrumpfung gleich dem äußeren Rohrdurchmesser.

Zu der Haftkraft des Schrumpfes tritt bei einem mit axialem Überstand eingewalzten Rohr der Widerstand, den das überstehende Rohrende, das beim Walzen in radialer Richtung herausgequetscht wird, gegen das Hereinziehen in den kleineren Lochdurchmesser bietet. Eine weitere Vergrößerung der Haftkraft findet statt, wenn beim Lösen der Verbindung Teile des Rohres oder des Bleches abge- schert werden. Dies ist der Fall bei Rohren, die entweder axial überstehend mit starken Kräften oder in Rillen in der

Während des 46stündigen Probelaufes mit Vo wurde der Brennstoff laufend gemessen; es ergab ein Durchschnitt von 184,1 g/PSch. Die Versuchsw sind in Abb. 29 graphisch aufgetragen. Die Moto wurden unmittelbar anschließend an den 48stünd Dauerlauf 10 min lang noch mit 20 vH überlastet. Brennstoffverbrauchszahlen sind um etwa 5 vH höher bei Gasöl. Durch Verbesserungen an der Brennstoffpu und am Einspritzventil ist inzwischen der Verbra mit Commodoro-Öl noch wesentlich vermindert worde

Prof. Baer hat an einem gleichen Vierzylinderm wie unter a) folgende Werte gemessen:

Nutzleistung	PS	173	266
Verbrauch	g/PSch	194	171

Neuerdings werden dem argentinischen R durch Destillation die leichteren Kohlenwasserstoffe zogen (Benzin, Petroleum, Gasöl). Zur Verwendung Rückstände im kompressorlosen Motor sind we Sondermaßnahmen notwendig, da erst bei 130 °C eine nügende Dünnpflüssigkeit erreicht wird. Aussichtsre Versuche zur einwandfreien Verwendung dieses Br stoffes sind im Gange. [B 270]

Lochwandung oder mit einem rings um das Rohr gele Stahlraht eingewalzt sind.

Der Widerstand der Schrumpfverbindung gegen Herausziehen des Rohres, der gleich der Haftkraft glatt und ohne Überstand eingewalzten Rohres ist, we rechnerisch ermittelt, indem das Rohr und das umsch lende Stück des Bleches (im folgenden Flansch gena als Hohlzylinder aufgefaßt wurden, die unter äußerem innerem Überdruck stehen. Die Haftkraft des Schrumpf ergab sich zu:

$$S = \mu 2 \pi s_1 \frac{u_0 - u_0'}{E \frac{1}{r_1^2} \frac{1,3 \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 + 0,7}{\left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 - 1} + \frac{1}{E'} \left(\frac{r_1}{\delta_1} - 1,3 \right)}$$

Hierin bedeuten:

- μ Beiwert der gleitenden Reibung zwischen Rohr- Lochwandung,
- s_1 Höhe des Zylindermantels, auf dem sich Rohr Lochwand berühren (höchstens gleich der Ble dicke),
- u_0 elastische Verkürzung des Lochhalbmessers, wenn Widerstand des Rohres nicht vorhanden wä,
- u_0' elastische Verkürzung des äußeren Rohrhalmes infolge der Eigenspannungen im Rohr,
- r_1 Lochhalbmesser nach der Schrumpfung,
- r_2 äußerer Flanschhalbmesser nach der Schrumpfung
- δ_1 Rohrwanddicke nach der Schrumpfung,
- E Elastizitätszahl des Blechmaterials,
- E' Elastizitätszahl des Rohrmaterials.

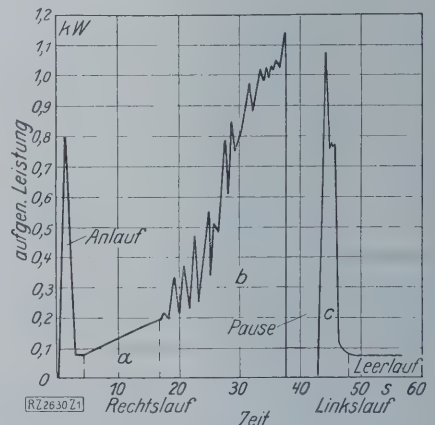


Abb. 1
Leistungsaufnahme beim Einwalzen von Rohren

a Aufweiten des Rohres b Walzen des Rohres unter gleichzeitiger Verformung der Rohrwand c Zurückschrauben der Walze

¹⁾ Auszug aus der gleichnamigen Dissertation, Technische Hochschule München 1926, veröffentlicht in der Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins Bd. 30 (1926) S. 167.

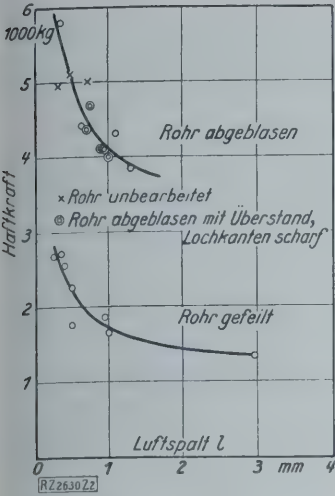


Abb. 2
Abhängigkeit der Haftkraft des Schrumpfes vom Luftspalt

Wenn Rohre und Bleche aus dem gleichen Werkstoff bestehen, vereinfacht sich die vorstehende Gleichung zu:

$$S = \mu \cdot 2 \pi \cdot s_1 \cdot E \cdot \frac{u_0 - u_0'}{2} + \frac{r_1}{\delta_1} \dots (2).$$

Zu den Versuchen²⁾ wurden Kesselbleche aus Stahl der Blechsorten F I und F II verwendet. Die Streckhärte schwankte von 92 bis 112. Der hauptsächlich verwendete F I-Werkstoff hatte eine Zugfestigkeit von 3 kg/mm², 28,1 vH Bruchdehnung und 0,045 vH Kohlenstoffgehalt. Die mittlere Zugfestigkeit des Rohrmaterials betrug bei der Anlieferung 41,5 kg/mm², die Bruchdehnung 23,8 vH. Durch Glühen in Holzkohlenfeuer sank die Festigkeit im Mittel um 3 vH, während die Dehnung 7,5 vH stieg. Durch Glühen in einem Glühofen wurde die Festigkeit im Mittel um 5 vH vermindert, während die Dehnung um 11 vH erhöht wurde.

Von den in Lagerlängen vorhandenen Rohren wurden Stücke von 200 mm Länge abgeschnitten, an einem Ende kugelförmig zusammengeschweißt und in Holzkohlenfeuer geglüht. Die Flanschen, in die die Rohre eingewalzt wurden, wurden aus dem vollen Blech autogen herausgeschnitten und hatten einen Durchmesser von 200 mm. Nach dem Einwalzen wurden die Proben unter hydraulischem Druck auf Dichtigkeit untersucht. Als dann wurden die Rohre in einer Amsler-Laffon-Druckpresse aus den Flanschen herausgedrückt, wobei die größte Haftkraft abgemessen wurde.

Um die reine Haftkraft des Schrumpfes zu ermitteln, wurden 46 Rohre glatt und ohne Überstand eingewalzt. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigten in voller Übereinstimmung mit der oben aufgeführten Gleichung, daß die Haftkraft des Schrumpfes von folgenden Faktoren abhängig ist:

- 1. Sie ist dem Beiwert der gleitenden Reibung μ zwischen Rohroberfläche und Lochwandung proportional, d. h. sie ist um so größer, je rauher die Oberflächen des Rohres und der Lochwandung sind. Die Reibungsbeiwerte zwischen gefeilter Rohroberfläche und glatt ausgedrehter Lochwandung betrugen $\mu_g = 0,54$, zwischen mit Sandstrahlgebläse abgeblasener Rohroberfläche und glatt ausgedrehter Lochwandung $\mu_a = 0,95$.
- 2. Sie ist der wirksamen Blechdicke proportional. Die Linien der Haftkraft steigen mit zunehmender Blechdicke rascher an, z. B. beträgt die Haftkraft bei 50 mm Blechdicke das 6,3fache der bei 25 mm Blechdicke.
- 3. Sie ist um so größer, je stärker die Rückfederung der Lochwand und je kleiner die Rückfederung des Rohres nach dem Einwalzen ist; diese ist um so kleiner, je weicher das Rohrmaterial und je geringer der Luftspalt e zwischen Rohr- und Lochwand vor dem Einwalzen gewesen sind. Die Versuchsergebnisse sind in Abb. 2 aufgetragen.

- 4. Sie ist von dem Verhältnis $\frac{r_1}{\delta_1}$ (äußerer Rohrdurchmesser zur Rohrwanddicke) abhängig. Bei Rohren

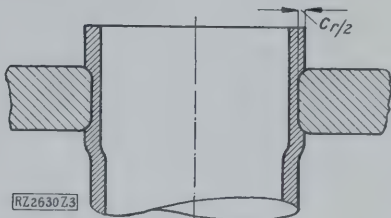


Abb. 3
Mit Überstand eingewalztes Rohr
 c_r radialer Rohrerüberstand

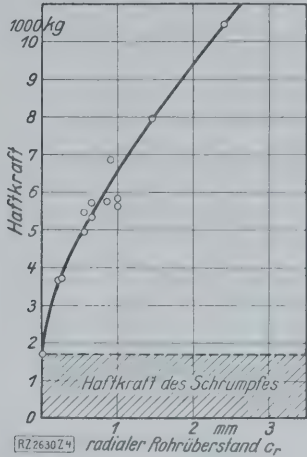


Abb. 4
Die Haftkraft in Abhängigkeit vom radialen Rohrerüberstand

gleichen Durchmessers haben diejenigen eine höhere Haftkraft, deren Wanddicke größer ist. Bei gleicher Wanddicke haben Rohre größeren Durchmessers eine geringere Haftkraft als Rohre kleineren Durchmessers, müssen jedoch mit stärkeren Kräften eingewalzt werden, um dicht zu sein.

- 5. Sie ist vom Verhältnis $\frac{t_1}{d_1} = \frac{r_2}{r_1}$ (Teilung zum Rohrdurchmesser) abhängig. Der Einfluß dieses Faktors auf die Haftkraft ist klein gegenüber dem von $\frac{r_1}{\delta_1}$ und von praktischer Bedeutung nur bei schmalen Stegen zwischen den Rohrlöchern.
- 6. Sie ist eine Funktion des Rohr- und des Blechmaterials, sie ist am größten bei Rohren und Blechen aus Stahl, kleiner bei Rohren aus Stahl und Blechen aus Kupfer.
- 7. Die zum Einwalzen aufgewendeten Kräfte haben keinen Einfluß auf die Haftkraft und die Dichtheit der Walzschrumpfverbindung, sobald sie einen bestimmten Mindestwert überschritten haben, der vom Rohrdurchmesser und der Rohrwandstärke abhängig ist.

Für die Haftkraft eines mit axialem Überstand vor dem Blech eingewalzten Rohres ist die Ausführung der Lochkanten des Bleches von Bedeutung. Bei scharfen Lochkanten wurde keine Erhöhung der Haftkraft des Schrumpfes durch den Überstand beobachtet, während bei abgerundeten Lochkanten die gesamte Haftkraft um so mehr anstieg, je größer nach dem Einwalzen der Unterschied zwischen dem äußeren Rohrdurchmesser, vor dem Blechloch gemessen, und dem Blechlochdurchmesser war, Abb. 3. In Abhängigkeit von diesem Unterschied, der mit radialer Rohrerüberstand c_r bezeichnet ist, sind in Abb. 4 die zugehörigen Haftkräfte aufgetragen. Bei einem radialen Rohrerüberstand von 1 mm beträgt z. B. die gesamte Haftkraft ungefähr das Vierfache der Haftkraft des Schrumpfes eines gefeilten Rohres.

Die Haftkraft kann weiter erhöht werden durch kegeliges Aufweiten des überstehenden Rohrendes, und zwar um so mehr, je größer der Aufweitwinkel ist. Der Höchstwert wird bei umgebördelten Rohren erreicht.

Wenn das überstehende Rohrende beim Einwalzen besonders stark herausgequetscht wird, was durch Verwendung besonderer Rohrwalzen oder durch Anwendung sehr starker Kräfte bewirkt wird, wird der Widerstand des überstehenden Rohrendes gegen das Hereinziehen in den kleineren Lochdurchmesser beträchtlich vergrößert, und Teile des Rohres werden abgesichert. Die gebräuchlichste Walzverbindung, bei der beim Herausdrücken des Rohres Teile des Rohres abgesichert werden, ist die Walzrillenverbindung. In die Wandung des Blechloches werden eine oder mehrere Rillen eingedreht, in die das Rohrmaterial beim Einwalzen hineingequetscht wird. Sämtliche Abscherverbindungen, die untersucht wurden, waren bei Wasserdrücken bis zu 200 at dicht. Die Haftkräfte der Walzrillenverbindungen wachsen mit zunehmenden Aufwalzkräften und erreichen ihren höchsten Wert, wenn die Rillen mit Rohrmaterial vollgepreßt sind. Die Formänderungen und die Verfestigung des Rohr- und des Blechmaterials sind wesentlich größer als beim glatten Einwalzen. Die größte

²⁾ Die Versuche wurden in der Dampfkesselfabrik vorm. A. Rodig A.-G., und in der Materialprüfanstalt der Technischen Hochschule, beide in Darmstadt, von dem Verfasser ausgeführt.

Abb. 6 (rechts)
Härte des Bleches nach dem
Einwalzen

Abb. 5
Kugeldruckhärte in Abhängigkeit
von der jeweiligen spezifischen Belastung

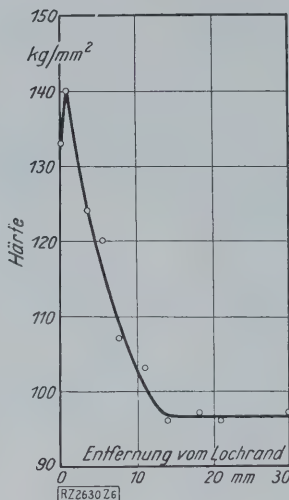
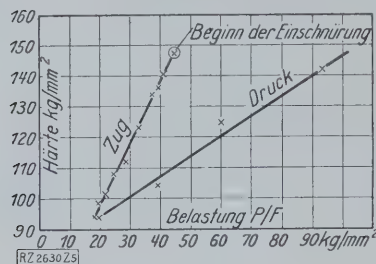


Abb. 7
Rohrwand nach dem Einwalzen

Haftkraft (gleich dem 12fachen der Haftkraft des Schrumpfes eines gefeilten Rohres) wurde bei einer Rille von quadratischem Querschnitt ermittelt.

Günstige Ergebnisse wurden mit der Walzdrahtverbindung nach Lang⁸⁾ erzielt, bei der rings um das Rohr zwischen Rohr und Lochwand ein Stahldraht gelegt wird. Bei dieser Verbindung waren größere Kräfte zum Einwalzen nicht erforderlich, und die Formänderungen waren daher auch nicht größer als beim üblichen Einwalzen, während die Haftkraft das Neunfache der Haftkraft des Schrumpfes eines gefeilten Rohres betrug.

Um den Zusammenhang zwischen den auf den jeweiligen Querschnitt bezogenen Belastungen und den durch die Brinellsche Kugeldruckprüfung gefundenen Härtezahlen festzustellen, wurde eine größere Anzahl von Zerreiß-, Druck- und Kugeldruckversuchen ausgeführt, deren Ergebnisse in Abb. 5 dargestellt sind. Die Brinellhärte ist eine lineare Funktion der Belastungen und daher ein Maßstab für die Verfestigung eines Werkstoffes durch Kaltbearbeitung.

Die Rohrlöcher von 15 Versuchsflanschen wurden nun, nachdem die Rohre herausgedrückt worden waren, exzentrisch ausgedreht, die Flanschen in mehrere Teile zerlegt, und die Härte des Materials in verschiedenen Abständen

⁸⁾ „Maschinenbau“, Bd. (1925) S. 218 u. f.



Abb. 8
Fließbilder auf der üblich
gewalzten Rohrwand
Maßst. rd. 1:

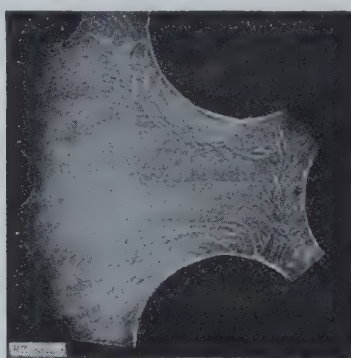


Abb. 9
Fließbilder auf der stark gewalzten
Rohrwand
Maßst. rd. 1:3,5

vom Lochrand unter der Kugeldruckpresse festgestellt. So gefundenen Härteflächen, von denen eine in Abb. 6 wiedergegeben ist, weisen einen ähnlichen Verlauf auf. Die Verfestigung des Materials und die Ausbreitung der verfestigten Zone vom Lochrand wachsen annähernd proportional der zum Einwalzen verwendeten Kraft.

Um die gegenseitige Beeinflussung mehrerer Rohre zu untersuchen, die in dieselbe Rohrwand eingewalzt wurden, wurden in zwei Bleche von je 21 mm Dicke und 400 mm Dmr. je ein Rohr von 83 mm Dmr. in der Mitte und ein gleiches Rohr rund herum eingewalzt, Abb. 7. Die angewendete mittlere Walzleistung betrug bei der üblichen gewalzten Rohrwand 1,25 PS, bei der stark gewalzten Rohrwand 2,25 PS. Sämtliche Rohrverbindungen waren dicht Wasserdrücken von 50 at. Die Haftkräfte der zuerst eingewalzten, mittleren Rohre waren nicht kleiner, als die der äußeren Rohre. Der Durchmesser der stark gewalzten Rohrwand war durch das Einwalzen der Rohre um 6 mm von der üblich gewalzten Rohrwand nur um 0,9 mm vergrößert.

Vergleiche der in den Abb. 8 und 9 photographierten Fließbilder, die an der Oberfläche der Bleche auftreten, zeigen, daß die Ausbreitung der Fließbilder bei der stark gewalzten Rohrwand bedeutend stärker ist als bei der üblich gewalzten Rohrwand, insbesondere, daß das Material der Stege zwischen dem mittleren Rohrloch und den äußeren Rohrlochern durchweg verfestigt ist. Weitere Untersuchungen der Stege durch Kugeldruckversuche, Gefügebilder und Rekristallisation hatten folgendes Ergebnis:

Durch das Einwalzen der Rohre mit größeren Kräften entsteht in den Lochstegen ein von dem ursprünglichen stark verschiedenes Material, das über den ganzen Querschnitt hin spröder geworden ist. Die Härte, Fließgrenze und Zerreißfestigkeit sind größer, die Dehnung kleiner geworden. Mit anderen Worten, das Material ist weniger geeignet als das ursprüngliche, die im Kesselbetrieb auftretenden Dauerbeanspruchungen auszuhalten.

Die Kunst des Rohrwalzens besteht darin, eine starke und dichte Verbindung von Rohr und Rohrwand mit möglichst geringen Einwalzkräften zu erzeugen. Bei den oben beschriebenen Versuchen (Rohrdurchmesser 83 mm, Rohrwanddicke 3,5 mm, Blechdicke 25 mm) hat sich eine Walzleistung von 1,1 PS, entsprechend einer Umfangskraft der Rolle der Rohrwalze von 370 kg, als genügend erwiesen.

Zur Schonung der Rohre und Rohrwände wird die Verwendung von Rohrwalzen empfohlen, die sich selbst ausschalten oder ein Zeichen geben, sobald ein bestimmter Druck überschritten wird. [M 26]

Die Brennstoffausnutzung im Bäckereigewerbe

Von Prof. Chr. Eberle, Darmstadt

(Schluß von Seite 992)

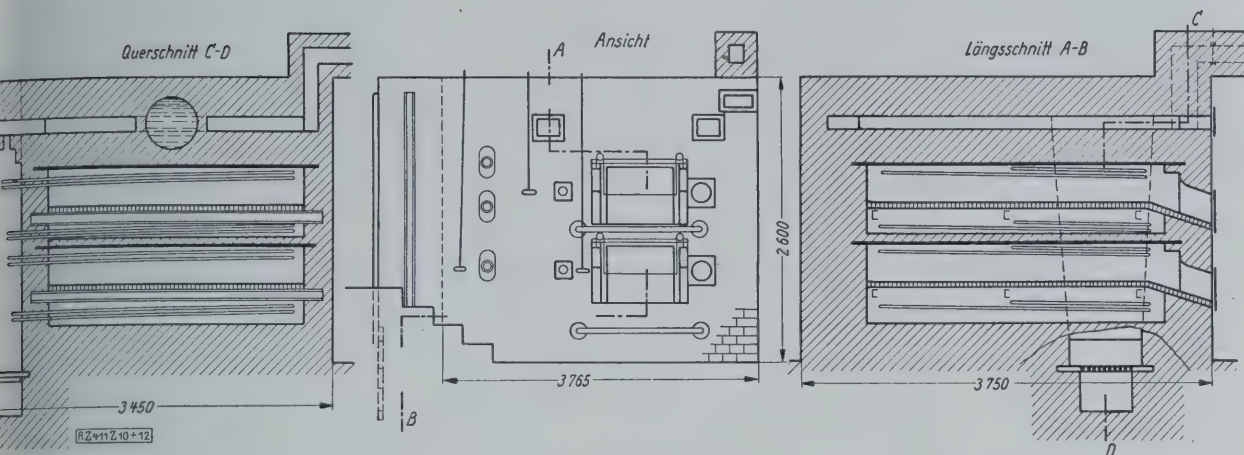


Abb. 10 bis 12
Älterer Doppeleinschieß-Dampfbackofen
Zwei Herde zu 2,58 × 2,3 m² Rost 0,5 × 0,3 m²

Die Röhrenbacköfen

Nach der Art ihrer Beschickung werden die Röhren-Dampfbacköfen unterschieden in Einschieß-, Auszug-Kombinationsöfen. Während bei den Einschießöfen die Brote einzeln in den Backraum eingebracht werden, ist bei den Auszugöfen die Herdplatte auf einem Gestell aus-

fahrbar angeordnet. Der ausgezogene Herd wird auf einmal vollständig mit Backware besetzt und wieder eingefahren. Dieser Herd wird besonders für größere Bäckereien bevorzugt. Meist sind zwei mit Dampf beheizte Herde übereinander angeordnet, so daß man eigentlich von Doppeleinschieß- bzw. Doppelauszugöfen reden

Zahlentafel 6

Ergebnisse der Versuche an einem älteren Doppeleinschieß-Dampfbackofen
Brennstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 11,1 vH, Wassergehalt 14,5 vH, unterer Heizwert 4455 kcal/kg

Nr.	1	2	3	4	5	6	7
	Mittwoch 20. Oktober 1926	Donnerstag 21. Oktober	Freitag 22. Oktober	Sonabend ¹ 23. Oktober	Montag 25. Oktober	Dienstag 26. Oktober	Mittwoch 27. Oktober
Temperatur °C	4	3	4	4	7	5	4
Menge kg	404	403	510	418	481	480	425
an Brot vH	67,0	68,2	74,8	48,9	75,1	73,2	69,6
Kleingebäck "	33,0	31,8	25,2	51,1	24,9	26,8	30,4
Anteil der Brotschüsse	2	2	2	2	2	3	2
Brennstoffmenge kg	115	122,5	135	115	170	120	115
bsgl. für 100 kg Teig	28,5	30,4	26,5	27,6	35,4	25,0	27,0
Verbrauch f. 1 kg Teig kcal	1270	1355	1180	1230	1580	1115	1205
Brückstände bez. a. d. Brenn- stoff vH	8,7	7,5	9,5	8,3	10,4	9,7	9,1
von verbrennlich "			24,6				
{ Mittl. CO ₂ -Gehalt	7,3	7,5	7,7	7,1	9,6	9,7	10,0
" O ₂ "	12,8	12,4	12,0	12,4	10,3	10,2	9,8
" CO "	0,4	0,6	0,8	1,3	0,3	0,3	0,4
Überschußzahl	2,47	2,34	2,22	2,26	1,92	1,91	1,82
Abgastemperatur °C	302	283	283	270	317	316	318
Raumtemperatur "	25	26	24	26	21	24	25
. mm W.-S.	2,1	1,7	1,3	1,3	1,9	1,9	1,9

Wärmebilanz

	Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonabend		Montag		Dienstag		Mittwoch	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
Verlust durch Herdrückstände .	175	3,9	149	3,3	189	4,2	165	3,7	207	4,7	193	4,3	181	4,1
" freie Abgaswärme	1031	23,2	989	22,2	943	21,2	940	21,1	939	21,1	925	20,8	897	20,1
" gebundene Wärme	141	3,1	202	4,5	254	5,7	420	9,4	82	1,8	80	1,8	108	2,4
Verluste und Nutz- wärme	3108	69,8	3115	70,0	3069	68,9	2930	65,8	3227	72,4	3257	73,1	3269	73,4

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonabend	449	28,8	1285
Dienstag bis Sonabend	442	27,5	1225

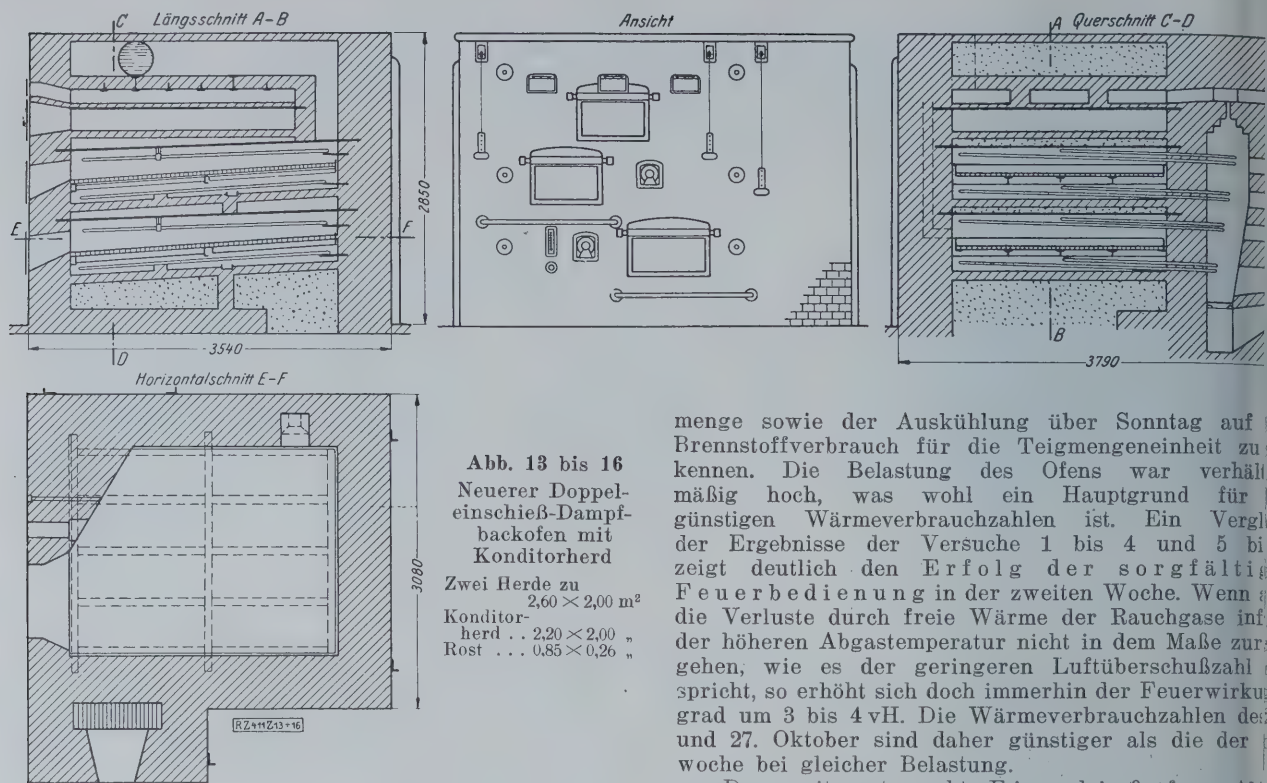


Abb. 13 bis 16
Neuerer Doppelschieß-Dampfbackofen mit Konditorherd

Zwei Herde zu $2,60 \times 2,00 \text{ m}^2$
Konditorherd .. $2,20 \times 2,00 \text{ m}^2$
Rost ... $0,85 \times 0,26 \text{ m}^2$

müßte. Beim Kombinationsofen ist der untere Herd als Auszug-, der obere als Einschießherd ausgebildet.

Der Einschieß-Dampfbackofen. Der untersuchte ältere Doppelschießofen, Abb. 10 bis 12, hat zwei übereinanderliegende Backherde, die Feuerung ist seitlich angeordnet; sie wird vom Keller aus bedient. Nach dem Verlassen der Feuerung ziehen die Rauchgase in Kanälen über dem Oberherd dem Fuchs zu. Zahlentafel 6 enthält die Ergebnisse der Untersuchung. Die verheizten rheinischen Braunkohlenbriketts hatten 11,1 vH Aschengehalt, 14,5 vH Wassergehalt und einen unteren Heizwert von 4455 kcal/kg. Der Ofen wurde morgens um 5 Uhr mit 50 bis 75 kg Kohle zum Brötchenbacken angeheizt. Vor dem Broteinschießen wurde jeweils um 7 und 10 Uhr nachgeheizt, und nach dem Herausnehmen der letzten Backware wurden an den meisten Tagen nochmals 20 kg Brennstoff aufgegeben, um eine zu starke Abkühlung des Ofens zu vermeiden. Zur Vorheizung am Sonntag wurden 75 kg Briketts verfeuert. Im Durchschnitt wurden täglich 400 bis 500 kg Teig verbacken und dazu 115 bis 140 kg Brennstoff gebraucht. Durch das starke Vorheizen am Sonntag betrug der Gesamtbrennstoffverbrauch für die Backgutmenge am Montag 170 kg. Bei den Versuchen 1 bis 4 ergab die Untersuchung der Abgase 7,1 bis 7,7 vH CO_2 und 0,4 bis 1,3 vH CO. Bei den Versuchen 5 bis 7 wurde die Feuerbedienung von den die Untersuchung durchführenden Ingenieuren selbst vorgenommen; der CO_2 -Gehalt stieg nun im Mittel auf 9,6 bis 10,0 vH. Gleichzeitig stieg jedoch auch die Abgastemperatur von etwa 280° auf 317°C an. Der Verlust durch freie Wärme der Abgase wurde zu 20,1 bis 23,2 vH, der Verlust durch gebundene Wärme zu 1,8 bis 9,4 vH ermittelt. In den Herdrückständen, die mit 7,5 bis 10,4 vH anfielen, war noch 24,6 vH Verbrennliches, das sind 3,3 bis 4,7 vH der Brennstoffwärme. Im Wochenmittel wurde ein Brennstoffverbrauch von 28,8 kg auf 100 kg Teig festgestellt; das sind 1285 kcal für 1 kg. Ohne Berücksichtigung des Montags ergaben sich Werte von 27,5 kg bzw. 1225 kcal.

Der Wärmeverbrauch an den einzelnen Tagen bewegte sich zwischen 1115 und 1580 kcal für 1 kg Teig. Durchschnittlich wurden etwa 8000 kcal Nutzwärme täglich als warmes Wasser dem Vorwärmer entnommen, das sind rd. 1,5 vH der Brennstoffwärme. Auch bei diesen Ergebnissen ist wieder deutlich der Einfluß der Backgut-

menge sowie der Auskühlung über Sonntag auf den Brennstoffverbrauch für die Teigmengeneinheit zu erkennen. Die Belastung des Ofens war verhältnismäßig hoch, was wohl ein Hauptgrund für die günstigen Wärmeverbrauchszahlen ist. Ein Vergleich der Ergebnisse der Versuche 1 bis 4 und 5 bis 7 zeigt deutlich den Erfolg der sorgfältigen Feuerbedienung in der zweiten Woche. Wenn auch die Verluste durch freie Wärme der Rauchgase infolge der höheren Abgastemperatur nicht in dem Maße zurückgehen, wie es der geringeren Luftüberschußzahl entspricht, so erhöht sich doch immerhin der Feuerwirkungsgrad um 3 bis 4 vH. Die Wärmeverbrauchszahlen des 26. und 27. Oktober sind daher günstiger als die der ersten Woche bei gleicher Belastung.

Der zweite untersuchte Einschießofen, Abb. 13 bis 16, ist von neuester Bauart. Er ist wie der vorher besprochene Ofen mit seitlicher Feuerung ausgerüstet, die jedoch von der Backstube aus bedient wird. In beiden mit Dampf beheizten Backräumen befindet sich ein Konditorherd, der von unten durch die obere Rohrleitung des Mittelherdes und von oben durch Rauchgaskanäle geheizt wird.

Als Brennstoff dienten rheinische Braunkohlenbriketts von 4752 kcal/kg unterem Heizwert, die 6,1 vH Aschen und 15,1 vH Wasser enthielten. Die Bedienung des Ofens war dieselbe wie die des vorherbesprochenen Ofens, nur wurde hier für den nächsten Tag nach der Beendigung des Backens nicht vorgeheizt. An den meisten Tagen wurde dreimal Brot eingeschossen, das zunächst im unteren Herd angebacken und dann im mittleren Herd fertig gebacken wurde. Die tägliche Teigmengenge betrug 30 bis 492 kg, die Brennstoffmenge 102,5 bis 134 kg. Die Abgase enthielten im Mittel 12,1 bis 13,5 vH CO_2 und 0,4 bis 1,7 vH CO. In den Herdrückständen, die 5,1 bis 6 vH des Brennstoffgewichtes betrug, war 5,9 vH Verbrennliches enthalten. Die mittlere Abgastemperatur schwankte zwischen 338 und 350°C. Nach der Wärmebilanz gingen in den Herdrückständen 0,5 bis 0,7 vH in den Abgasen als freie Wärme 16,2 bis 18 vH als gebundene Wärme 1,0 bis 7,1 vH verloren. Wochenmittel ergab sich für 100 kg Teig ein Brennstoffverbrauch von 33,6 kg bzw. 32,6 kg ohne Berücksichtigung des Montags. Rechnet man auf den Wärmeverbrauch für 1 kg Teig um, so erhält man Werte von 60 bis 1550 kcal und einen thermischen Wirkungsgrad von 8,1 bis 8,4 vH.

Die Abgastemperaturen waren sehr hoch. Es ist allerdings zu beachten, daß man bei einer Außentemperatur von 16 bis 21°C kein Warmwasser zu Betriebszwecken zu erzeugen brauchte. Wie Messungen am 25. und 26. Januar 1927 bei Außentemperaturen von +2 und 0°C ergaben, betrug die Abgastemperatur bei einer Entnahme von etwa 250 bis 300 l Warmwasser von 50 bis 60°C (unter ähnlichen Belastungsverhältnissen wie oben nur 26 bis 265°C. Damit würde der Abgasverlust durch freie Wärme um 4 vH kleiner, während gleichzeitig die gebundene Wärme um 2 bis 3 vH ansteigt.

Ein weiterhin untersuchter Einschießofen war in Aufbau und Größe dem vorherbesprochenen Ofen ziemlich gleich. Zum schnelleren Anheizen des Ofens war die Feuerung mit Unterwindvorrichtung

n, so daß sich ein Vorheizen am Abend, selbst am Montag, erübrigte. War nach einer Brennstoffaufgabe Brennstoffschicht durchgebrannt, so wurde der Unter- abgestellt und die Feuerung mit natürlichem Zug ließen.

Zahlentafel 7 enthält die Ergebnisse der Versuche. Brennstoffuntersuchung ergab 4,9 vH Aschengehalt, vH Wassergehalt und einen unteren Heizwert von kcal/kg. Die täglich verbackenen Teigmen- rannten zwischen 440 und 890 kg, die verheizten Bri- gewichte zwischen 122 und 213 kg. Der CO₂-Gehalt Abgase betrug 12,3 bis 13,6 vH, der CO-Gehalt 0,9 2,3 vH. In den Herdrückständen, die noch 20,9 vH rennliches enthielten, gingen 2,0 bis 3,0 vH des Heiz- es der Kohle verloren. Die Verluste durch freie me der Rauchgase wurden bei einer Abgastempe- r von 245 bis 278 ° C zu 11,2 bis 13,7 vH ermittelt. Verluste durch gebundene Wärme zu 4,1 bis 9,7 vH. mittlere Brennstoffverbrauch für 100 kg Teig ergab zu 26,5 bzw. 25,1 kg und damit der Wärmeaufwand 1 kg Teig zu 1220 bzw. 1150 kcal. Die verhältnis- g günstigen Wärmeverbrauchszahlen dieses Ofens wesentlich seiner zeitweise außerordentlich hohen stung zuzuschreiben. Andererseits gestattet die Unter- feuerung ein rasches Hochheizen des Ofens und t das wärmetechnisch ungünstige Vorheizen über- sig. Der Einfluß der Belastung tritt wiederum klar or (s. Versuch 5 und 6). Die Auskühlung des Ofens Sonntag scheint ziemlich stark zu sein; sie ist über Montag hinaus noch deutlich an den höheren Wärme- rauchzahlen der beiden Dienstagversuche zu er- en.

Der Kombinationsofen. Abb. 17 bis 19 en den untersuchten Kombinationsofen. Die Feuerung seitlich angeordnet, wird jedoch von der Stirnwand bedient. Der untere der beiden mit Dampf beheizten le ist als Auszugherd ausgebildet und dient ausschließ- zum Brotbacken. Über dem mittleren Einschießherd ist

noch ein Konditorherd angebracht, der von oben durch die Kanäle der abziehenden Rauchgase geheizt wird. Aus Zahlentafel 8 sind die Ergebnisse der Untersuchung zu ent- nehmen. Die verheizten rheinischen Braunkohlenbriketts hatten 5,7 vH Aschengehalt, 15,1 vH Wassergehalt und einen unteren Heizwert von 4778 kcal/kg. Der Ofen wurde mor- gens um 5 Uhr angeheizt, der mittlere Herd mit Brötchen und der untere etwas später mit Brot beschickt. Die wei- teren Heizzeiten richteten sich nach den jeweiligen Brotschüssen. Zwischen 17 und 19 Uhr wurde der Ofen für den nächsten Tag vorgeheizt. Am Sonntag wurde zweimal geheizt, je einmal morgens und abends. Die täglichen Teigmenngen bewegten sich zwischen 308 und 616 kg, die Brennstoffmengen zwischen 115 und 213 kg. Die Abgasuntersuchung ergab mittleren CO₂-Gehalt von 9,0 bis 11,5 vH und CO-Gehalt von 0,8 bis 2,2 vH. An Asche und Schlacke fielen 7,1 bis 7,9 vH des Brennstoff- gewichtes an, die noch 24,7 vH Verbrennliches enthielten. Die Rauchgastemperaturen betrugen am Eintritt in den Ka- min 253 bis 282 °C. Aus diesen Werten errechnen sich die Verluste durch freie Wärme zu 13,5 bis 17,1 vH, durch gebundene Wärme zu 4,4 bis 10,6 vH und durch Unver- branntes in den Rückständen zu 3,0 bis 3,3 vH. Bei 463 kg mittlerer Teigmenge wurde der durchschnitt- liche Brennstoffbedarf für 100 kg Teig zu 32,6 kg, der Wärmeverbrauch für 1 kg Teig zu 1560 kcal ermittelt. Ohne Berücksichtigung des Montags stellen sich diese Werte auf 30,4 kg bzw. 1450 kcal/kg. Bei diesem Ofen ist wohl am klarsten der Einfluß der Belastung auf den Wärmeverbrauch zu ersehen. Während bei der kleinen Belastung für 1 kg Teig 1780 bis 1800 kcal aufgewendet werden müssen, sinkt dieser Wert bei der höheren Be- lastung auf 1310 bis 1330 kcal, d. h. um 26 vH. Durch den hohen Brennstoffverbrauch am Sonntag und Montag erhöht sich der mittlere Wärmeverbrauch während der Versuchswoche von 1450 auf 1560 kcal, also um 7,6 vH.

Die Ergebnisse der Feuerungsuntersuchung der beiden letzten Backöfen zeigen sehr deutlich die beson-

Zahlentafel 7

Ergebnisse der Versuche an einem Doppeleinschieß-Dampfofen mit Unterwindfeuerung
Brennstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 4,9 vH, Wassergehalt 18,2 vH, unterer Heizwert 4593 kcal/kg

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Montag 28. März	Dienstag 29. März	Mittwoch 30. März	Donnerstag 31. März	Freitag 1. April	Sonnabend 2. April	Montag 4. April	Dienstag 5. April
Temperatur °C	8	6	8	7	8	6	8	5
Menge kg	591	471	615	481	462	889	604	441
in Brot vH	74,9	67,6	73,5	66,2	65,8	67,9	74,2	66,5
Kleingebäck „	25,1	32,4	26,5	33,8	34,2	32,1	25,8	33,5
hl der Brotschüsse	3	2	3	2	2	4	3	2
nstoffmenge kg	197,5	140	154	126	122	191	213	136
esgl. für 100 kg Teig . . . „	33,4	29,7	25,0	26,2	26,4	21,4	35,2	30,8
verbrauch für 1 kg Teig kcal	1530	1360	1150	1200	1210	985	1615	1410
rückstände, bez. a. d. Brenn- off vH	6,8	8,2	5,7	7,1	6,7	7,9	5,4	6,8
von verbrennlich „				20,9				
s: { Mittl. CO ₂ -Gehalt . . . „	13,0	13,6	12,6	13,6	12,3	12,7	13,4	12,9
„ O ₂ - „ „	5,5	5,4	5,9	5,6	6,7	6,7	5,5	6,2
„ CO- „ „	2,3	1,4	2,3	1,1	1,5	0,9	1,6	1,3
überschußzahl	1,26	1,28	1,29	1,31	1,39	1,42	1,28	1,35
Abgastemperatur °C	245	272	270	271	266	268	252	278
Raumtemperatur „	21	20	23	20	24	22	20	21
mm W.-S.	2,1	2,1	2,5	2,2	1,6	2,2	2,0	2,2

Wärmebilanz

	Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend		Montag		Dienstag	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
ist durch Herdrückstände . .	115	2,5	138	3,0	96	2,1	120	2,6	113	2,5	134	2,9	91	2,0	115	2,5
„ freie Abgaswärme	513	11,2	591	12,9	582	12,7	595	12,9	613	13,3	630	13,7	541	11,8	631	13,7
„ gebundene Wärme	429	9,3	270	5,9	443	9,7	213	4,6	314	6,8	188	4,1	307	6,7	262	5,7
ge Verluste und Nutzwärme	3536	77,0	3594	78,2	3472	75,5	3665	79,9	3553	77,4	3641	79,3	3654	79,5	3585	78,1

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	585	26,5	1220
Dienstag bis Sonnabend	584	25,1	1150

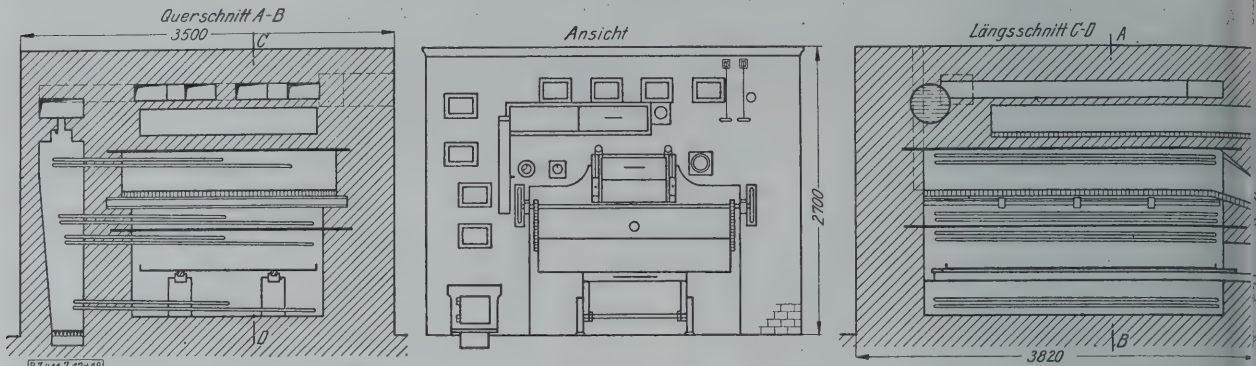


Abb. 17 bis 19
Kombinations-Dampfbackofen

Auszugherd $2,70 \times 1,65 \text{ m}^2$ Einschüßherd $2,70 \times 2,00 \text{ m}^2$ Konditorherd $2,20 \times 1,65 \text{ m}^2$ Rost $0,85 \times 0,25 \text{ m}^2$

deren Mängel der Backofenfeuerung. Nach der Brennstoffaufgabe tritt eine starke Entwicklung brennbarer Gase ein. Je größer die Schichthöhe des Brennstoffes ist, d. h. je mehr Kohle auf einmal aufgegeben wird, desto höher werden die Verluste durch Unverbranntes in den Abgasen, da die Feuerraumwandungen zunächst noch nicht die zur Zündung notwendige Temperatur haben. Eine Zuführung von Zusatzluft durch die Feuertür hat, solange die Schicht nicht ganz durchgebrannt ist, keinen Zweck, sie erniedrigt vielmehr besonders, wenn sie nicht vorgewärmt ist, die Temperatur im Feuerraum und verzögert damit die Zündung der unverbrannten Gase. Bei dem ersten Anheizen des Einschießbackofens neuerer Bauart, das etwa 40 Minuten in Anspruch nahm, betrug z. B. die auf 1 m^2 Rostfläche und Stunde verfeuerte Brennstoffmenge 270 kg. Es zeigte sich daher auch bei den Versuchen, besonders zu Beginn der Verbrennung, ein hoher CO-Gehalt in den Abgasen, der mit fortschreitender Verbrennung zurückging. Auch war infolge der

geringeren Feuerwandtemperaturen die CO-Bildung im ersten täglichen Heizen am stärksten.

Der Doppelauszugofen. Die Untersuchung wurde in einer größeren Bäckerei durchgeführt, die neben den beiden Versuchsbacköfen noch ständig einen dritten Auszugofen im Betrieb hat.

Die beiden untersuchten Doppelauszugöfen sind in Abb. 20 bis 22 dargestellt. Man sieht, daß jeder Ofen aus zwei Rosten ausgerüstet ist, die von der Rückseite aus bedient werden. Oberhalb der Feuerung vereinigen sich die Heizgase, ziehen gemeinsam über den Oberherd nach vorn und dann zum Kamin aus. Bei dem älteren Ofen II fehlt der Heizkanal, die Rauchgase werden nach dem Verlassen der Feuerung sofort dem Kamin zugeführt. Die Zahlentafeln 9 und 10 enthalten die Ergebnisse der beiden gleichzeitig durchgeführten Versuchsreihen. Die Probe der verfeuerten rheinischen Braunkohlenbriketts hatte 6,7 vH Aschengehalt, 15,5 vH Wassergehalt und einen unteren Heizwert

Zahlentafel 8

Ergebnisse der Versuche an einem Kombinations-Dampfbackofen
Brennstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 5,7 vH; Wassergehalt 15,1 vH; unterer Heizwert 4778 kcal/kg

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Tag	Donnerstag 19. August	Freitag 20. August	Sonnabend 21. August	Montag 23. August	Dienstag 24. August	Mittwoch 25. August	Donnerstag 26. August
Außentemperatur °C	19	19	20	16	19	20	19
Teigmenge kg	317	528	616	495	318	502	304
Davon Brot vH	56,3	71,4	49,0	64,4	57,2	69,6	84,4
„ Kleingebäck „	43,7	28,6	51,0	35,6	42,8	30,4	15,6
Anzahl der Brotschüsse	2	3	4	4	3	4	4
Brennstoffmenge kg	118	147	168	213	120	139	111
desgl. für 100 kg Teig	37,3	27,8	27,3	43,0	37,7	27,7	36,4
Wärmeverbrauch für 1 kg Teig. kcal	1780	1330	1310	2050	1800	1320	1710
Herdrückstände bez. a. d. Brennstoff vH	7,4	7,1	7,8	7,9	7,3	7,2	6,6
Hiervon verbrennlich				24,7			
Abgas: { Mittl. CO ₂ -Gehalt „	9,1	11,5	10,7	10,3	9,0	10,9	12,2
„ O ₂ „	10,6	7,3	8,3	8,8	10,2	8,5	10,6
„ CO „	1,1	2,2	2,0	1,9	1,9	1,4	1,8
Luftüberschußzahl	1,91	1,42	1,53	1,60	1,79	1,59	1,77
Mittl. Abgastemperatur °C	276	281	282	275	260	275	281
„ Raumtemperatur	30	27	30	30	25	32	28
Zug mm W.-S.	3,1	2,8	4,2	2,9	2,6	2,1	1,1

Wärmebilanz

Tag	Donnerstag		Freitag		Sonnabend		Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal
Verlust durch Herdrückstände	148	3,1	142	3,0	156	3,3	158	3,3	146	3,1	144	3,0	152
„ „ freie Abgaswärme	819	17,1	645	13,5	686	14,3	691	14,4	736	15,4	673	14,1	691
„ „ gebundene Wärme	315	6,6	448	9,4	460	9,6	455	9,5	509	10,6	329	6,9	212
Sonstige Verluste und Nutzwärme . . .	3496	73,2	3543	74,1	3476	72,8	3474	72,8	3387	70,9	3632	76,0	3728

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	463	32,6	1560
Dienstag bis Sonnabend	456	30,4	1450

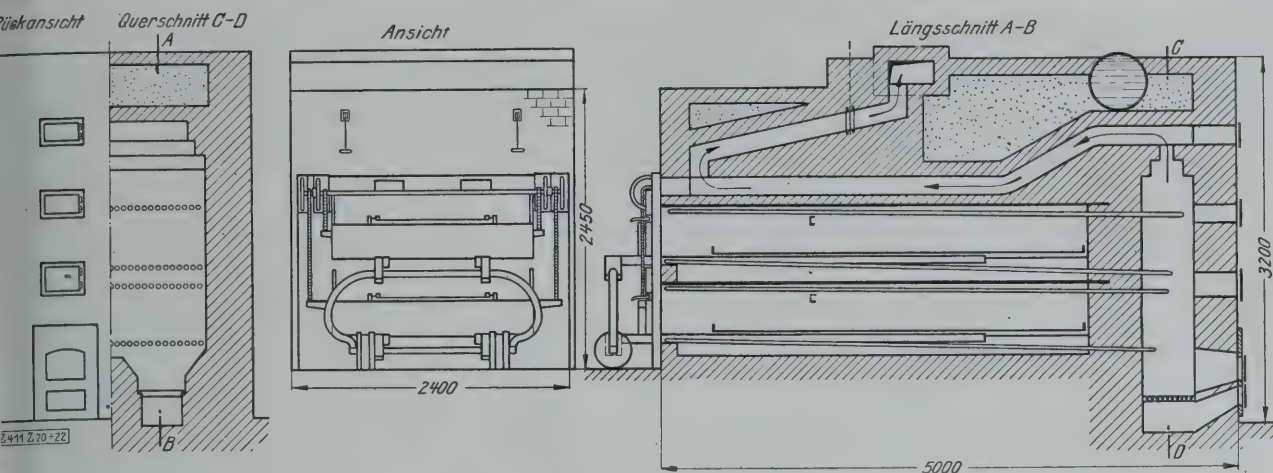


Abb. 20 bis 22
Doppelauszug-Dampfbackofen

Herd $3,25 \times 1,63 \text{ m}^2$ Zwei Roste zu $0,45 \times 0,3 \text{ m}^2$

4667 kcal/kg. Die beiden Öfen wurden morgens angeheizt und zunächst alle Herde mit Brötchen beschickt. Die weiteren Heizzeiten richteten sich nach den erforderlichen Brotschüssen. Am Sonntag wurden die beiden Öfen mit etwa 40 kg Brennstoff für Montag vorgeheizt. Die Zusammenstellungen zeigen, war 80 bis 95 vH Teiges Brotteig. Die Teigmengen, die Ofen I verarbeitete, betrugen 490 bis 680 kg, die dazu erforderlichen Brennstoffmengen 148 bis 235 kg. Die Abgase enthielten 9,8 bis 12,2 vH CO_2 und 0,2 bis 1,4 vH CO bei 254 °C. Die Rückstände, die 5,2 bis 5,9 vH Brennstoffgewichtes betrugen, wurden gemeinsam mit den Rückständen von Ofen II untersucht und erhielten noch 9,0 vH Unverbranntes. Aus der Wärme-

bilanz ist zu entnehmen, daß 1,0 bis 6,4 vH als gebundene, 10,2 bis 12,9 vH als freie Wärme der Abgase und 0,8 bis 0,9 vH als Unverbranntes in den Rückständen verloren gingen. Der Brennstoffverbrauch für 100 kg Teig wurde zu 30,2 bis 35,9 kg ermittelt und änderte sich an den einzelnen Tagen ohne nachweisbare Gesetzmäßigkeit in diesen Grenzen, so daß der Montagswert von 34,6 kg sich nicht besonders heraushebt. Im Wochenmittel betrug der Wärmeaufwand für 1 kg Teig 1570 bzw. 1560 kcal.

Im Ofen II wurden täglich Teigmengen von 470 bis 602 kg verbacken und Brennstoffmengen von 200 bis 280 kg verheizt. Die Abgasuntersuchung ergab einen mittleren CO_2 -Gehalt von 9,0 bis 11,0 vH und 0,3 bis

Zahlentafel 9

Ergebnisse der Versuche an einem Doppelauszug-Dampfbackofen. Ofen I
Brennstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 6,7 vH, Wassergehalt 15,5 vH, unterer Heizwert 4667 kcal/kg

Versuch Nr.		1	2	3	4	5	6
		Montag 17. Januar 1927	Dienstag 18. Januar	Mittwoch 19. Januar	Donnerstag 20. Januar	Freitag 21. Januar	Sonnabend 22. Januar
Ofentemperatur	°C	9	14	10	11	8	8
Teigmenge	kg	680	598	568	490	559	672
von Brot	vH	87,0	84,3	84,4	81,6	82,8	86,8
„ Kleingebäck	„	13,0	15,7	15,6	18,4	17,2	13,2
Zahl der Brotschüsse	„	6	5	5	4	6	6
Brennstoffmenge	kg	235	190	198	148	200	223
desgl. für 100 kg Teig	„	34,6	31,7	34,9	30,2	35,9	33,9
Wärmeverbrauch für 1 kg Teig	kcal	1615	1480	1630	1410	1675	1580
Druckstände, bez. a. d. Brennstoff	vH	5,2	5,9	5,2	5,2	5,6	5,3
von verbrennlich	„			9,0			
gas: {	Mittl. CO_2 -Gehalt	10,8	11,8	9,8	10,4	10,8	12,2
	„ O_2 -Gehalt	8,3	7,6	9,6	9,5	9,0	7,25
	„ CO-Gehalt	1,4	0,8	1,1	0,2	0,4	0,7
Überschußzahl	„	1,56	1,51	1,75	1,76	1,71	1,48
Mittl. Abgastemperatur	°C	239	251	245	253	244	254
Mittl. Raumtemperatur	„	35	36	37	34	35	36
Wärmeverluste	mm W.-S.	0,9	0,6	0,7	1,1	1,3	1,0

Wärmebilanz

	Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
Verlust durch Herdrückstände	37	0,8	42	0,9	37	0,8	37	0,8	40	0,9	38	0,8
„ freie Abgaswärme	521	11,2	533	11,4	587	12,6	602	12,9	546	11,7	476	10,2
„ gebundene Wärme	301	6,4	166	3,6	264	5,7	47	1,0	88	1,9	125	2,7
Ständige Verluste und Nutzwärme	3808	81,6	3926	84,1	3779	80,9	3981	85,3	3993	85,5	4028	86,3

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	595	33,6	1570
Dienstag bis Sonnabend	578	33,4	1560

1,5 vH CO₂-Gehalt. Bei 349 bis 371 °C Abgastemperatur wurden die Verluste durch freie Wärme der Abgase zu 19,5 bis 22,3 vH ermittelt. In den Herdrückständen gingen 0,8 bis 0,9 vH, in den Heizgasen 1,6 bis 8,2 vH der Brennstoffwärme als Unverbranntes verloren. Der Brennstoffverbrauch für 100 kg Teig ergab sich am Montag zu 47,9 kg, für die übrigen Wochentage zu 41,4 bis 42,8 kg. Im Mittel wurden für 1 kg Teig 1985 bzw. 1920 kcal gebraucht. An den letzten drei Tagen wurde versucht, an beiden Öfen durch sorgfältige Feuerbedienung eine bessere Verbrennung zu erzielen. Die Wirkungsgrade der Feuerung waren an diesen Tagen merklich besser geworden, doch ließ sich eine Verminderung des Brennstoffverbrauches nicht feststellen. Vergleicht man die Versuchsergebnisse der beiden Öfen miteinander, so fällt bei Ofen II die hohe Rauchgastemperatur und der dadurch verursachte größere Abgasverlust auf. Dieser Verlust ist bedingt durch das Fehlen der Züge über dem Oberherd, die eine weitere Ausnutzung der Rauchgase gestatten würden. Außerdem ist die dem Feuer ausgesetzte Heizfläche der Heizröhren bei Ofen II zu klein, so daß ein stärkeres und längeres Heizen notwendig wird. Der Brennstoffverbrauch dieses Ofens ist daher bedeutend größer als der des ersten Ofens. Einer Wärmeverbrauchs Zahl von 1570 kcal für 1 kg Teig bei Ofen I entspricht eine Zahl von 1985 kcal bei Ofen II, also ein um 26,4 vH größerer Wert.

Selbsttätiger Brötchen-Backofen

In neuester Zeit ist man in einigen großen Bäckereien zu ununterbrochen arbeitenden Backöfen übergegangen, in denen das Backgut auf einer endlosen Kette durch die mit Dampfzügen geheizten Herde befördert wird. Hierbei ist die Geschwindigkeit der Kette so eingestellt, daß das Backgut bei dem gegebenen Wege gerade ausgebacken den Ofen verläßt. Die Bauart eines derartigen in Frankfurt a. M. aufgestellten Backofens für Brötchen ist aus Abb. 23 und 24 zu entnehmen. Die Kette,

an der die Auflageschalen für die Brötchen befestigt sind, durchläuft zwei übereinander angeordnete Herde, die oben und unten mit den Dampfzügen einer seitlich angeordneten Feuerung beheizt werden. Die höchste Leistungsfähigkeit des Ofens beträgt 10 000 Brötchen in 1 h. Da der Hauptbedarf an Brötchen in den Morgenstunden besteht, die Feuertriebszeit in den Bäckereien aber erst um 5 Uhr morgens beginnt, so wird der Ofen nur einige Stunden am Tage ausgenutzt. Um den Ofen am Morgen rasch betriebsbereit zu haben, hat man die Hauptheizzeit auf den Nachmittag verlegt. Während des Backens selbst werden nur etwa 20 % des gesamten Brennstoffes verfeuert. Diese Arbeitsweise bedingt große Mauermassen zum Speichern der Wärme und damit auch hohe Verluste durch Abstrahlung des Ofens. Die folgenden Ergebnisse sind daher nicht ohne weiteres mit den Verbrauchszahlen der oben besprochenen Backöfen vergleichbar.

Der Ofen wurde mit rheinischen Braunkohlenbriketts geheizt, und zwar aus zwei verschiedenen Sendungen. Die ersten und die letzten drei Versuchstage. Bei 13,7 vH Wassergehalt und 5,5 vH Aschengehalt ergab sich für die erste Kohle ein Heizwert von 4846 kcal/kg. Die zweite Probe enthielt 15,9 vH Wasser und 5,7 vH Asche, entsprechend einem Heizwert von 4685 kcal/kg. In der Versuchswoche wurden täglich 813 bis 1130 kg Teig verbacken und 416 bis 612 kg Briketts verheizt. Die Abgasen enthielten im Mittel 11,2 bis 12,9 vH CO₂ und 1,7 bis 3,9 vH CO. Bei einer Abgastemperatur von 291 bis 386 °C errechnen sich daraus die Verluste durch freie Wärme der Rauchgase zu 14,9 bis 20,1 vH und die Verluste durch gebundene Wärme zu 8,2 bis 16,1 vH. Mit den 16,9 vH Unverbranntem in den Herdrückständen gingen 1,0 bis 1,9 vH der zugeführten Brennstoffwärme verloren. Im Mittel wurden in der Versuchswoche auf 100 kg Teig 50,2 kg Brennstoff verheizt; das entspricht einem Wärmeaufwand von 2385 kcal für 1 kg Teig. Ohne Berücksichtigung des Montags stellen sich diese Werte auf 45,8 bzw. 2180 kcal.

Zahlentafel 10

Ergebnisse der Versuche an einem Doppelauszug-Dampfbackofen. Ofen II
Brennstoff: Rheinische Braunkohlenbriketts; Aschengehalt 6,7 vH, Wassergehalt 15,5 vH, unterer Heizwert 4667 kcal/kg

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6
Tag	Montag 17. Januar 1927	Dienstag 18. Januar	Mittwoch 19. Januar	Donnerstag 20. Januar	Freitag 21. Januar	Sonnabend 22. Januar
Außentemperatur	9 °C	14	10	11	8	8
Teigmenge	585 kg	550	541	602	470	578
Davon Brot	94,6 vH	89,2	93,9	94,8	93,3	82,9
„ Kleingebäck	5,4	10,8	6,1	5,2	6,7	17,1
Anzahl der Brotschüsse	6	5	6	6	6	5
Brennstoffmenge	280 kg	230	219	258	200	239
desgl. für 100 kg Teig	47,9	41,8	42,3	42,8	42,7	41,4
Wärmeverbrauch für 1 kg Teig	2230 kcal	1950	1975	1995	1990	1930
Herdrückstände, bez. a. d. Brennstoff	5,0 vH	6,1	5,1	5,1	5,8	5,8
Hiervon verbrennlich			9,0			
Abgas: { Mittl. CO ₂ -Gehalt	9,0	9,8	8,8	10,5	10,1	11,0
„ { „ O ₂ -Gehalt	10,5	10,0	10,4	8,8	9,7	8,8
„ { „ CO ₂ -Gehalt	1,1	0,5	1,5	1,1	0,5	0,3
Luftüberschußzahl	1,89	1,86	1,84	1,64	1,81	1,66
Mittl. Abgastemperatur	350 °C	349	352	371	370	361
Mittl. Raumtemperatur	35	36	37	34	35	36
Zug	1,2 mm W.-S.	1,0	1,0	1,0	1,8	1,5

Wärmebilanz

Tag	Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag		Freitag		Sonnabend	
	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH	kcal	vH
Verlust durch Herdrückstände	36	0,8	44	0,9	37	0,8	37	0,8	43	0,9	42	0,9
„ „ freie Abgaswärme	1042	22,3	987	21,1	973	20,8	909	19,5	1038	22,2	947	20,6
„ „ gebundene Wärme	301	6,4	134	2,9	382	8,2	248	5,3	130	2,8	73	1,6
Sonstige Verluste und Nutzwärme	3288	70,5	3502	75,1	3275	70,2	3473	74,4	3456	74,1	3605	77,2

Wochenmittelwerte

	kg Teig/Tag	kg Brennstoff/100 kg Teig	kcal/kg Teig
Montag bis Sonnabend	554	42,6	1985
Dienstag bis Sonnabend	548	41,2	1920

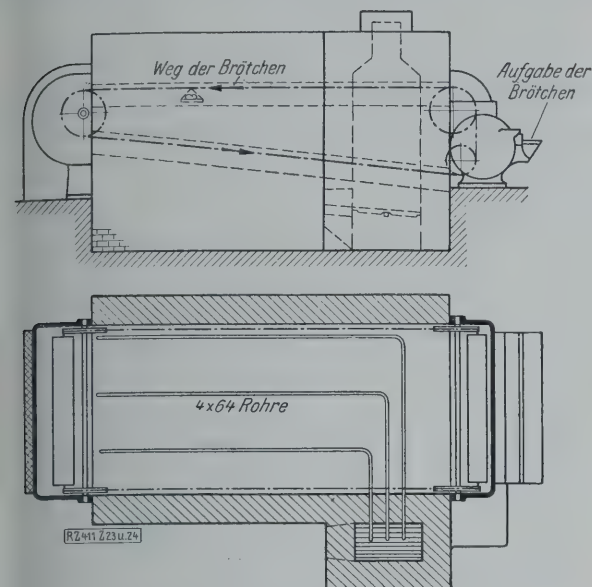


Abb. 23 und 24
Selbsttätiger Brötchen-Backofen

Wie zu erwarten war, ist der Wärmehaufwand für die bäckereinheit infolge der schwachen Ausnutzung des Ofens verhältnismäßig hoch. Auffallend ist bei den Ergebnissen der hohe Gehalt an Unverbranntem in den Abgasen; durch Öffnen der Feuertür konnte er an den letzten Versuchstagen etwas herabgesetzt werden. Unschlichkeiten am Rauchgasabzug verursachten eine Verminderung des notwendigen Zuges von 5 bis 7 mm, so daß die Instandsetzung der Kanäle mit dem höheren Zug auch eine bessere Verbrennung eintreten wird.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Aus den Versuchsergebnissen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Der mittlere Wärmeverbrauch für 1 kg Teig bewegte sich bei den neun untersuchten Öfen der verschiedensten Bauarten zwischen 1220 und 2000 kcal. Die günstigste Verbrauchszahl wurde bei einem Doppeleinschießen, die ungünstigste bei einem in schlechtem Zustand befindlichen Kanalofen beobachtet.
 2. Mit zunehmender Größe, d. h. Leistungsfähigkeit des Ofens nimmt der Wärmeverbrauch ab.
 3. Der Einfluß der Auskühlung des Ofens über Sonnenhitze hat sich am stärksten beim Kanalofen und dem verminderten Deutschen Ofen und Kanalofen bemerkbar gemacht, also bei den Öfen mit den längsten Heizgaswegen.
 4. Mit zunehmender Ausnutzung des Herdes (Backleistung) sinkt der Wärmeverbrauch; dieser Einfluß ist häufig größer als der der Bauart des Ofens.
 5. Die Feuerungsuntersuchung ergab durchweg Luftüberschußzahlen, die geringer waren als 2. Wo die Verbrennung mit höherem Luftüberschuß erfolgte, ließ sie sich durch aufmerksame Schieberbedienung verbessern. Bei einigen Öfen neuester Bauart ergaben sich bedeutende Verluste durch Kohlenoxydbildung.
 6. Durch häufiges Reinigen der Züge und gute Instandhaltung der Feuerung lassen sich die Feuerungsverluste beträchtlich verringern.
 7. Besonderer Wert ist auf dichte Feuertüren und auchgasschieber zu legen, da bei den langen Betriebspausen die durchgesaugte Luft den Ofen stark auskühlt.
 8. Eine zu kleine Bemessung des feuerberührten Querschnitts der Röhren von Dampföfen verursacht nicht nur eine längere Anheizzeit, sondern auch große Abgasverluste, da die Heizgase den Ofen mit zu hohen Temperaturen verlassen.
- Bei der Vorbereitung der Versuche war Wert darauf gelegt worden, außer dem Wärmeverbrauch der verschiedenen Ofenbauarten den Einfluß der Ausnutzung der Ofen (Backleistung), der Betriebspausen, der Instand-

haltung und der Bedienung durch zuverlässige Messungen festzustellen. Dagegen war zunächst keine Gelegenheit, den Einfluß des Brennstoffes zu untersuchen, da alle zur Verfügung gestellten Öfen mit Braunkohlenbriketts betrieben wurden. Es kann angenommen werden, daß sich bei richtiger Anpassung der Feuerung an den Brennstoff mit Steinkohle ähnliche Wärmeausnutzungszahlen ergeben.

Die Wärmeausnutzung für den Backvorgang ist bei den verschiedenen Öfen außerordentlich niedrig. Von den Wärmeverlusten von insgesamt rd. 90 vH treffen auf die Herdrückstände und die freie und die gebundene Wärme der abziehenden Heizgase 20 bis 30 vH; der Rest von 60 bis 70 vH geht durch die Wärmeabgabe des Ofens an die Umgebung durch Leitung und Strahlung verloren. Da eine wesentliche Herabsetzung des erstgenannten der beiden Verluste von 20 bis 30 vH nicht zu erreichen sein wird, kann nur in der Verminderung der äußeren Abkühlung das Mittel zu einer erheblichen Steigerung des Wirkungsgrades des Backofens erblickt werden.

Bei allen Bauarten der Backöfen mit Kohlenheizung wird auf die große Wärmespeicherung in den Mauer Massen Wert gelegt. Durch sie wird, unabhängig vom Gang des Feuers, eine gleichmäßige Temperatur im Backraum erreicht. Solange man nicht in der Lage ist, durch zuverlässige Regelung der Feuerung die Temperatur im Backraum ohne Mitwirkung der Speichermassen genügend gleich zu halten, wird man auf dieses Mittel nicht verzichten können. Nachdem es in den letzten Jahren bei verschiedenen feuerungstechnischen Vorgängen gelungen ist, den bisher durch Speicherung erstrebten Ausgleich durch vervollkommnete Feuerregelung zu erreichen, scheint die Anwendung dieses Mittels auch für das Backen nicht aussichtslos, und es wäre zu wünschen, daß in dieser Richtung die Backofentechnik sich betätigt.

Eine andre Möglichkeit zur Verminderung des Wärmeverlustes der Öfen an die Umgebung wäre die Verbesserung des Wärmeschutzes durch Anwendung hochwertiger Isolierstoffe. Wenn auch hierdurch nur ein bescheidener Teil des Gesamtverlustes beseitigt werden kann, so wird sich die Anwendung dieses Mittels, insbesondere für größere Öfen, wirtschaftlich rechtfertigen.

Der Wärmepreis (Kosten der Wärmeinheit) des von den öffentlichen Gasanstalten gelieferten Gases ist zur Zeit im allgemeinen noch wesentlich höher als der der Kohle. Das Gas kann deshalb nur in einen wirtschaftlichen Wettbewerb mit der Kohle treten, wenn eine entsprechend höhere Ausnutzung seiner Wärme erreicht wird.

Die allgemeine Einführung des Gases für das Kochen ist dadurch erreicht worden, daß die Wärmeausnutzung im Gasherd 60 vH und darüber ist gegenüber 10 bis 20 vH im Kohlenherd.

In dieser Richtung geben unsere Untersuchungen sehr wertvolle Hinweise. Sie zeigen, daß die Ausnutzung jetzt nur 10 vH beträgt und daß der Hauptverlust durch die mit der großen Wärmespeicherung verbundene Wärmeabgabe an die Umgebung verursacht wird.

Hieraus ergibt sich, daß in einem Gasofen, der den bisherigen Kohlenöfen in allen Einzelheiten gleich ist und lediglich an Stelle der Kohlen- eine Gasfeuerung setzt, keine wesentlich bessere Wärmeausnutzung erreicht werden kann; denn der Hauptverlust durch Wärmeabgabe an die Umgebung bleibt bestehen, und der sogenannte Feuerungsverlust durch Herdrückstände und Abgabe wird nur um einige Hundertteile vermindert. Dagegen wird ein Gasbackofen, der die mit Gasheizung mögliche Regelung des Feuers ausnutzt und infolgedessen auf die Speicherung ganz oder zum großen Teil verzichtet, der außerdem durch Anordnung guten Wärmeschutzes die Wärmeabgabe von den Oberflächen herabsetzt, aller Voraussicht nach einen bedeutend besseren Wirkungsgrad als der heutige Kohlenbackofen haben. Und damit eröffnet sich die Möglichkeit, einen Gasbackofen zu schaffen, der sich in der Brennstoffausnutzung in die Reihe anderer hochwertiger Gasfeuerungen stellt.

[B 411]

Neuzeitliche Entwicklung des Elektroofens im Eisenhüttenbetrieb unter besonderer Berücksichtigung des Lichtbogen-Hochleistungs-ofens

Von Oberingenieur R. Groß, Berlin

Wirtschaftliche und betriebstechnische Richtlinien für neuzeitliche Elektroöfen — Aufteilung der Energieaufnahme des Ofens in das Schmelzen und das Raffinieren — Abdichtung und Regelung der Elektroden im Lichtbogenofen — Verlauf der Leistungsaufnahme

Die Umstellung der Schwerindustrie als zwangsläufige Folge des Versailler Diktats ist auch auf die Entwicklung des Elektroofenbaues nicht ohne merkbaren Einfluß geblieben. War der Elektroofen in seiner während der Kriegezeit¹⁾ stärksten Inanspruchnahme, insbesondere auf Herstellung von hochwertigem Stahl zur Anfertigung von Angriffs- und Verteidigungswaffen in Massen eingestellt, so dient er heute vorzugsweise dem Erschmelzen von hochwertigen Werkstoffen für den Werkzeug- und Maschinenbau.

Sein Anwendungsbereich hat sich jedoch in der Nachkriegszeit dauernd erweitert. Neben den Edelstahlwerken beginnen sich seiner gegenüber den rein thermischen Schmelzverfahren nennenswerten heiztechnischen Vorzüge seit einigen Jahren die Eisengießereien zur Erzeugung von Grauguß hoher Festigkeit²⁾ zu bedienen. In noch größerem Umfange hat er Eingang in die Schmelztechnik der Metallhütten³⁾ gefunden, die sich heute fast durchweg von ihrem alten Koks-, Gas- und Ölfuerbetrieb auf den Elektroofen umstellen, wenn auch die Metallhüttenwerke weniger den Lichtbogenofen als den Induktionsofen und den unmittelbaren Widerstandsofen für ihre Schmelzzwecke bevorzugen.

Man ist aber nicht bei der Verwendung des Elektroofens für den reinen Schmelz- und Veredelungsvorgang stehen geblieben, sondern hat auch die elektrische Heizung auf das Vergüten, Härten, Glühen⁴⁾, Schweißen⁵⁾ usw. angewendet, so daß, wenn man den Begriff Elektroofen auf die gesamten Arbeitsvorgänge überträgt, die Eisen- und Metallhüttenindustrie sich seiner in allen Abschnitten der Herstellung und Veredelung von Roh- und Fertig-erzeugnissen bedient.

Nicht allein die Frage der hochwertigen Arbeit, sondern in erster Linie wirtschaftliche Gesichtspunkte waren es, die wohl mehr als in allen anderen Ländern gerade in Deutschland dem Elektroofenbau ein bestimmtes bautechnisches Gepräge gaben. Da wir nicht über größere Wasserkräfte oder Erdölschätze verfügen, mit Hilfe deren man einen billigen Strom erzeugen kann, sind wir darauf angewiesen, den Stromverbrauch im Elektroofen auf ein wirtschaftlich erträgliches Maß herabzudrücken und dieses Ziel durch Schaffung besonderer Ofenbauarten zu erreichen. Die Lösung dieser Aufgabe wurde in der Auswertung der Überlegung gefunden, daß es zweckmäßig ist, den elektrophysikalischen Vorgang im Ofen aufzuteilen, und zwar in Schmelz- und Raffinations- oder Feinungsphasen. Während der Schmelzphase, in der die Möglichkeit gegeben ist, die an elektrischem Strom aufgespeicherte Energie in höchstem Ausmaß in Form von Wärme im Schmelzgut umzusetzen, muß also sinngemäß angestrebt werden, mit höherer Energiedichte zu arbeiten, wogegen der Zeitabschnitt des Feinens und Raffinierens sowie des Legierens mit Rücksicht auf die Trägheit des Verlaufes der jeweils sich abspielenden chemisch-metallurgischen Vorgänge keine Abkürzung durch Zuführung größerer Wärmemengen verträgt.

Für den Ofenbauer war die Durchführung dieser Arbeitsweise sehr einfach, da ihm die Elektrotechnik die hierzu notwendigen Hilfsmittel durch die in der Drehstromtechnik viel angewendete Umschaltmöglichkeit der Ofentransformatoren von Dreieck auf Stern bot. Während der Phase des Schmelzens wird der Ofentransformator in Dreieckschaltung, d. h. mit hoher Spannung, gefahren, für die Dauer der Raffinierungs- und Legierungsarbeit dagegen

auf Sternschaltung umgekoppelt, wodurch die von ihm zugegebene Energie durch Erniedrigung der Spannung auf das $\sqrt{3}$ -fache herabgesetzt wird. Das Arbeiten mit hoher Energiedichte während des Schmelzabschnittes hat aber eine hohe Beanspruchung der Füllung des Ofens zur Folge, der durch geeignete Schutzmaßnahmen abgesichert werden muß. Man dichtete daher den Ofen vollständig ab und schützte das durch Überhitzung besonders stark gefährdete Ofengewölbe durch die sich unter ihm stauenden Gase. Die Ausführung entsprechender oft technischer Bauarten war bereits in früheren Jahren geregelt und für kleinere Öfen ausgeführt worden; jedoch wurden sie von den Fiatwerken, Turin⁶⁾, auf größere Ofenmaße übertragen, und ebenso hat die Firma Siemens & Halske A.-G., Berlin, sie in besonderen Fällen, um den wirtschaftlichen Vorteil der Abdichtung der Öfen auszunutzen, für den Großofenbau angewendet und weiter vervollkommenet.

Der wirtschaftliche Vorteil der gewählten Ofenkonstruktion besteht in einer Energieersparnis von rd. 20 bis 30 vH gegenüber den nicht abgedichteten Öfen und in der Verminderung des Elektrodenabbrandes um rd. ebenfalls 20 vH. Hierdurch tritt besonders der Vorteil der verwendeten Graphitelektroden in erhöhtem Maße in Erscheinung, die man leicht bearbeiten und auf ein gewisses Maß abdrehen, also durch Verwendung der im Maschinenbau üblichen Mittel (Stopfbüchsen) gasdicht gegen den Ofen abschließen kann. Infolge ihrer wesentlich besseren Leitfähigkeit (1:5) gegenüber amorphen Kohlelektroden hat man auch die Durchgangstellen des Ofengewölbes im Querschnitt verringert. Dieser Vorteil ist um so wertvoller, als die Lebensdauer des Gewölbes wirtschaftlich empfindlichste Punkt des ganzen Ofenbetriebes ist, so daß jeder, wenn auch noch so geringe Verbesserung nach dieser Richtung hin erhöhte Bedeutung beizumessen ist.

6) Z. Bd. 66 (1922) S. 629 u. .

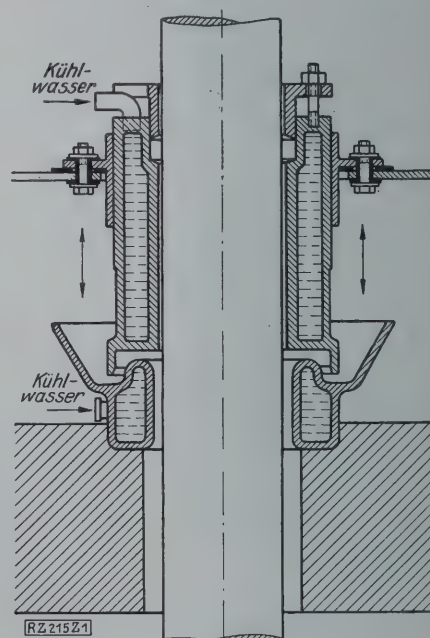


Abb. 1
Bewegliche Elektrodenabdichtung an
Siemens-Elektroöfen

¹⁾ Z. Bd. 63 (1919) S. 442.

²⁾ Z. Bd. 65 (1921) S. 1123, Bd. 69 (1925) S. 818, Bd. 70 (1926) S. 365.

³⁾ Z. Bd. 69 (1925) S. 1470 und Bd. 70 (1926) S. 349.

⁴⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 671.

⁵⁾ Z. Bd. 68 (1924) S. 129, 740, 1125, 1276 und Bd. 69 (1925) S. 1409.

Die Abdichtung der Elektroden an den Siemens-Elektroden, Abb. 1, besteht aus einem wassergekühlten Kupfer- oder Kupferblech, das die Elektroden in einer Länge von 300 bis 400 mm dicht umschließt und an seinem oberen Ende durch eine flüchsig gasdicht abgeschlossene ist. Der untere Teil des wassergekühlten Zylinders ist in der sandgefüllten Kammer eines wassergekühlten, im Ofengewölbe ruhenden Ofens derart gelagert, daß der Zylinder der durch Temperaturbeanspruchung hervorgerufenen Verformung des Ofens folgen kann. Hierdurch vermeidet man ein Abreißen der Elektroden, sie werden stets parallel der senkrechten Achse des Gewölbedurchganges gehalten.

Der für die Bergische Stahlindustrie, Remscheid, von der Firma Siemens & Halske, A.-G., gebaute Elektroofen, Abb. 2, mit einem Fassungsvermögen von 8 t hat abgeteilte Elektroden. Er wird basisch oder sauer zu- oder abgesteuert; in ihm erzeugt man hochwertigen Konstruktionsstahl (für Kraftwagen) und Werkzeugstahl. Der Ofen ist für eine Transformatorleistung von 3000 oder 4000 kVA eingerichtet, je nachdem, ob mit hoher Energie während der Schmelzzeit oder mit niedrigerer während des Zeitabschnittes der Feinung und der Legierung gearbeitet wird. Die entsprechenden Ofenspannungen betragen 175 und 101 V. Bei festem Einsatz verarbeitet der Ofen vier Chargen in 24 h bei einem Kraftverbrauch von 580 bis 630 kWh für 1 t fertig ausgebrachten Stahles, nach der Dauer des Legierens. Bei Einsatz von flüssigem, im Martinofen und in der Birne vorbehandeltem Eisen leistet der Ofen 8 bis 10 Chargen bei einem Durchschmelzverbrauch von 180 bis 220 kWh, bezogen auf das fertige Erzeugnis, je nach Dauer des Legierens.

Die besondere Eigenart dieser Ofenbauart besteht in dem über dem Ofen liegenden, leicht abnehmbaren, brückenartigen Aufbau, in dem die Elektrodenantriebsvorrichtungen eingebaut und auf dem die durch Elektroden betätigten Antriebsvorrichtungen der Elektroden angedrückt sind. Die Elektrodenantriebsvorrichtungen werden durch Drahtseilzüge getragen, wobei ihre Bewegungsrichtung durch Führungssäulen zwangsläufig festgelegt wird. Die Seile laufen über Windentrommeln und erhalten durch stark federnde Widerlager die notwendige Nachgiebigkeit, so daß die Elektroden stoßfrei arbeiten können, was ein Vorteil, der eine einwandfreie Elektrodenregelung, besonders bei festem Einsatz verbürgt.

Wesentlich für einen wirtschaftlichen Ofenbetrieb ist die das gleichmäßige Arbeiten der Elektrodenregelung; die wichtigsten Forderungen ist aber auch das mög-

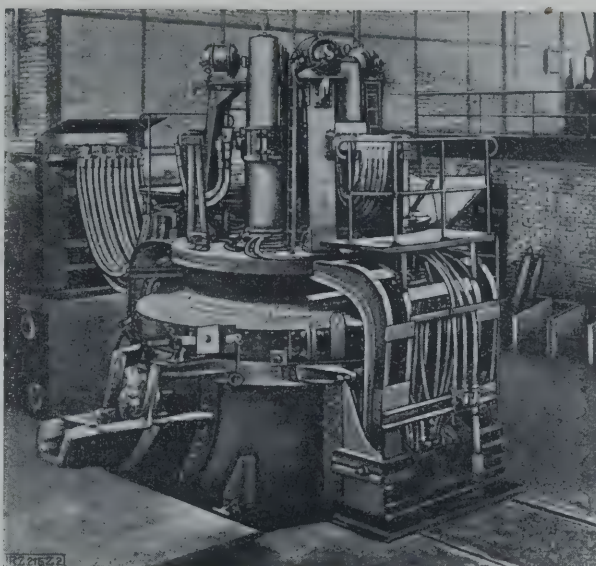


Abb. 2
Elektroofen von Siemens & Halske, A.-G., für die Bergische Stahlindustrie in Remscheid

lichst stoßfreie Arbeiten des Ofens im Hinblick auf die gleichmäßige Beanspruchung des Kraftnetzes.

Die beim Lichtbogenofenbetrieb unvermeidlichen Stromstöße können bei schlechter Regelung das 2,7- bis 3-fache der Nennleistung erreichen. Wenn auch diese nur ganz kurzzeitig auftretenden Schwankungen weder das Netz noch den Ofentransformator gefährden, so ist es doch, um störende Spannungsschwankungen im Netz zu vermeiden, notwendig, die Stromstöße auf ein erträgliches Maß herabzudrücken.

Die Elektrotechnik stellt auch hier die geeigneten Hilfsmittel durch Einbau von Drosselspulen in die Zuleitungen zum Ofen in den Dienst des Ofenbetriebes. Unter sinnvoller Zusammenarbeit einer guten Elektrodenregelung und der Drosselspule ist es möglich, das Höchstmaß der Stromschwankungen auf das 1,6-fache der normalen Stromhöhe zu beschränken, und bei festem Einsatz eine Empfindlichkeit der Regelung auf ± 25 vH, dagegen bei flüssigem Einsatz auf ± 10 vH zu erreichen.

Abb. 3 zeigt die Bauart einer neuzeitlichen Elektrodenregelung, die die Siemens-Schuckertwerke und die Siemens & Halske, A.-G., für den Lichtbogenofen benutzen. Hierbei werden Strom und Spannung geregelt. Die Einrichtung besteht im wesentlichen aus einem vereinigten Strom-Spannungsrelais für jede Phase, das (mit der Stromspule über einen Stromwandler) in den Ofenstromkreis geschaltet wird. Durch parallel geschaltete Widerstände ist der Erregerstrom sowohl für das Strom- als auch für das Spannungsrelais auf bestimmte Grenzwerte einstellbar. Senkt sich die erste Elektrode auf die Badoberfläche, so wird sie spannungslos und der Elektromotor, der die Bewegung vermittelt hat, wird außer Betrieb gesetzt. Fährt man nun mit der zweiten Elektrode herab bis zu dem Augenblick, wo diese zündet, so beginnt das Spiel der Relais. Die Stromspule ist übererregt, die oberhalb der Relais schwingende Brücke wird von ihr angezogen und schließt die Kontakte eines Hilfstromkreises, der die Schützen für den Regler-Gleichstrommotor bedient und dem Motor eine Bewegung im Sinne des Hebens der Elektrode gibt, bis sich die Elektrode auf die normalen Werte von Strom und Spannung einstellt. Dieser Vorgang wird dadurch unterstützt, daß, sobald der Motor in Bewegung gesetzt ist, einige Spulen des Stromrelais selbsttätig abgeschaltet werden, wodurch der Stromkreis wieder geöffnet wird und die Elektrode zum Stillstand kommt. Dann wird die dritte Elektrode heruntergelassen und das Spiel beginnt in der angedeuteten Weise von neuem. Sofern sich die Spule zu weit vom Bad entfernt, wird die Spannungsspule erregt, die Brücke wird nach der Span-

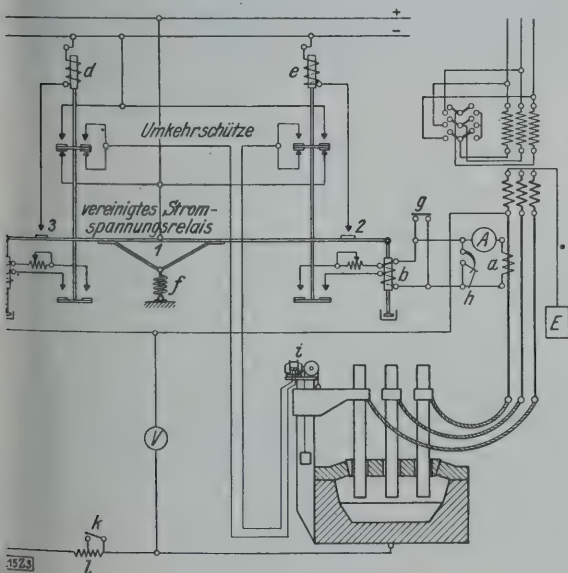


Abb. 3
Schaltplan der Elektrodenregelung für Lichtbogenöfen

- | | |
|------------------|-------------------------------|
| a Stromwandler | g Kontakt und Steuerwalze |
| b Stromspule | h Einstellregler |
| c Spannungsspule | i Elektroden-Hubmotor |
| d Senksolenoid | k Kontakt am Trenn-Umschalter |
| e Hub-solenoid | l Vorschaltwiderstand |
| f Feder | |

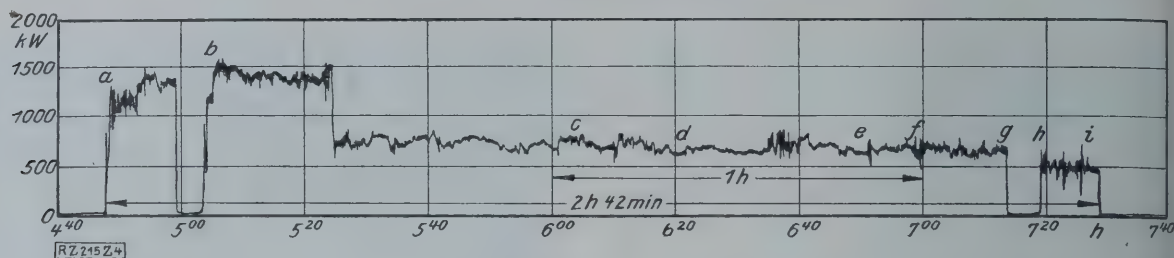


Abb. 4

Verlauf einer Schmelze in einem 15 t-Lichtbogenofen bei flüssigem Einsatz aus dem Martinofen, Qualität Kugelstahl

a 4 h 48 min Beginn der Schmelze, erste Probenahme b Aufgeben der Schwefelschlacke c Zweite Probenahme, Schlacke weiß
d Aufgeben von Kohle und Siliziumstaub e Zugabe von Ferrochrom f Dritte Probenahme g Abschlacken
h Aufgeben von Kohle und Siliziumstaub i 7 h 30 min Auskippen des Ofens

nungspule hinübergezogen und durch Schließen der Schützen dem Motor eine Bewegung im Sinne des Senkens der Elektroden gegeben.

Abb. 4 zeigt den Verlauf der Leistung eines selbsttätig geregelten Ofens.

Die vorstehenden Ausführungen kennzeichnen kurz die Wege, die der neuzeitliche Lichtbogenofenbau heute gehen muß, und wenn auch zur Zeit die Nachfragen nach Elektroöfen für den Stahl- und Eisenhüttenbetrieb etwas spärlicher geworden sind, so dürfte diese Zurückhaltung der Schwerindustrie lediglich darauf zurückzuführen sein, daß die Kraftwerke zum Teil sich noch immer der wichtigsten

und von nationaler Bedeutung getragenen Forderung der Belieferung der Hüttenwerke mit billigem Strom gegenüber ablehnend verhalten.

Soll die Ausfuhr in Deutschland wieder dauernd die Höhe der Vorkriegszeit gebracht werden, so ist das erste Erfordernis, daß der Eisenindustrie die Mittel in die Hand gegeben werden, hochwertige Ware billig herzustellen. In dem neuzeitlichen Lichtbogenofen ist das nicht nur möglich, sondern auch wirtschaftlich. Die Kosten für das Mittel dazu gegeben, so daß das oben angedeutete Ziel zweifelsohne erreicht werden kann, wenn billige elektrische Kraft zum Betrieb der Elektroöfen zur Verfügung gestellt wird. [B 21]

Zucker aus Trockenschnitzeln¹⁾

Das bisher übliche Verfahren zur Gewinnung von Zucker aus Zuckerrüben setzt voraus, daß die Rüben sofort nach der Ernte verarbeitet werden. Dadurch wird der Betrieb der Zuckerfabrik auf eine Zeit von 6 bis 8 Wochen, die sogenannte Kampagne, beschränkt. Ein Verfahren, das ermöglichen würde, die Verarbeitung der Rüben über das ganze Jahr zu verteilen, würde eine weit bessere Ausnutzung der maschinellen Einrichtungen zur Folge haben und daneben auch in sozialer Hinsicht große Vorteile für die in der Zuckerfabrikation Beschäftigten bieten. Ein solches Verfahren ist von dem Italiener Dr. de Vecchis vorgeschlagen und vom landwirtschaftlichen Institut der Universität Oxford mit Unterstützung der englischen Regierung erprobt worden.

Die Rüben werden zunächst in der üblichen Weise gewaschen und zu Schnitzeln zerkleinert. Während diese Schnitzeln aber bei dem üblichen Diffusionsverfahren unmittelbar zu den Diffuseuren geleitet werden, in denen der Zucker durch Osmose ausgeschieden wird, trocknet man sie beim Verfahren nach de Vecchis zunächst. Von der richtigen Trocknung hängt der ganze folgende Verlauf ab, und zwar ist festgestellt worden, daß mindestens 75 vH der Gesamtfeuchtigkeit aus den Rüben entfernt werden müssen, oder was dasselbe ist, daß die getrockneten Schnitzeln nicht mehr als 5 vH Wasser enthalten dürfen. Für das Trocknen benutzte de Vecchis ein poröses Förderband in sechs Lagen übereinander und ließ durch die drei oberen heiße Luft in der Richtung von oben nach unten und durch die drei unteren Lagen von unten nach oben hindurchströmen. Die Schnitzeln werden zuerst auf das eine Ende des obersten Bandes geschüttet, werden über dessen ganze Länge hinweggezogen, was 20 min erfordert, und fallen dann auf das Ende des zweiten Bandes und so fort. Die fünf unteren Bänder wandern aber mit nur der halben Geschwindigkeit, so daß der ganze Trockenvorgang 3 h 40 min in Anspruch nimmt. Grundsätzlich dasselbe Trockenverfahren wurde

auch in der Oxforder Versuchsanlage benutzt, nur wurde dort festgestellt, daß es vorteilhaft ist, das Trocknen zu beschleunigen, um die Bildung von Invertzucker zu vermeiden.

Die getrockneten Schnitzeln kommen dann in eine Reihe von Auslaugebottichen, durch die warmes Wasser strömt. Hier bildet sich ein dicker Sirup, der 50 vH Zucker enthält. Dieser Saft wird erst mit Kalk, dann mit Kalziumsulfat geläutert und endlich durch Filterpressen gedrückt. Von jetzt ab ist das weitere Verfahren dem üblichen Diffusionsverfahren entsprechend: Der Saft wird in Vakuumkesseln gekocht, bis der Zucker kristallisieren beginnt, dann wird die gekochte Masse wieder abgekühlt und aufgerührt, und schließlich werden die Zuckerkristalle von der Melasse durch Schleudern getrennt.

Gegenwärtig werden von dem oben erwähnten Institut noch die hygroskopischen Eigenschaften und die Haltbarkeit der getrockneten Schnitzeln untersucht. Schon jetzt ist fest, daß sie im Verlauf eines Jahres wenig Feuchtigkeit aufnehmen. Sie können also lange aufbewahrt werden, ohne daß eine merkliche Beeinträchtigung ihrer Eignung für die Weiterverarbeitung eintritt.

Das neue Verfahren bietet in erster Linie den Vorteil, daß für eine gegebene Rübenmenge eine bedeutend kleinere Fabrikanlage nötig ist, da die Fabrikation auf das ganze Jahr verteilt werden kann. Es ist aber ferner zu beachten, daß eine Stufe der Fabrikation in Fortfall kommt. Der Dicksaft nämlich, der von den Auslaugungskesseln kommt, ist bereits annähernd ebenso konzentriert, wie der Saft, der im Diffusionsverfahren von den Verdampfern entnommen wird. Das Verfahren der Mehrfachverdampfung wird also entbehrlich. Freilich entsteht durch die Trocknung ein Mehrverbrauch an Brennstoff gegenüber dem Diffusionsverfahren, aber diese Kosten sollen durch die übrigen Vorteile ausgeglichen werden. Wenn Versuche in größerem Maßstabe das bestätigen, was die kleine Versuchsanlage bereits spricht, so kann eine Umwälzung in der Zuckerindustrie eintreten. [N 41]

Berlin-Schöneberg

Dipl.-Ing. Niedlich

¹⁾ Nach „The Engineer“ Bd. 143 (1927) S. 431.

R U N D S C H A U

Elektrotechnik

Ein neues Höchstspannungs-Versuchsfeld für elektrotechnisches Porzellan

Die ständig wachsenden Anforderungen der Übertragung elektrischer Energie zwingen auch die Industrie für elektrotechnisches Porzellan, die die Isolatoren für Freileitungen, Transformatoren- und Schaltanlagen zu entwerfen und herzustellen hat, zu einer umfassenden Versuchs- und Forschungstätigkeit. Viele der hier in Frage kommenden Versuchsuntersuchungen können ja theoretisch-rechnerisch erst nach Einführung von Vereinfachungen behandelt werden, die von der Wirklichkeit erheblich abweichen, daß nur planmäßige Versuche Klarheit schaffen können. Aus diesem Grunde haben sich die führenden Isolatorenfabriken schon frühzeitig elektrische Versuchsfelder angedacht, deren Aufgabenkreis — vornehmlich im Laufe des letzten Jahrzehnts — immer größer und vielfältiger geworden ist. So sind z. B. außer den Untersuchungen mit technischem Wechselstrom, auf die man sich bisher bis vor kurzem beschränkte, in neuerer Zeit vor allem eingehende Untersuchungen mit elektrischem Spannungsstoß

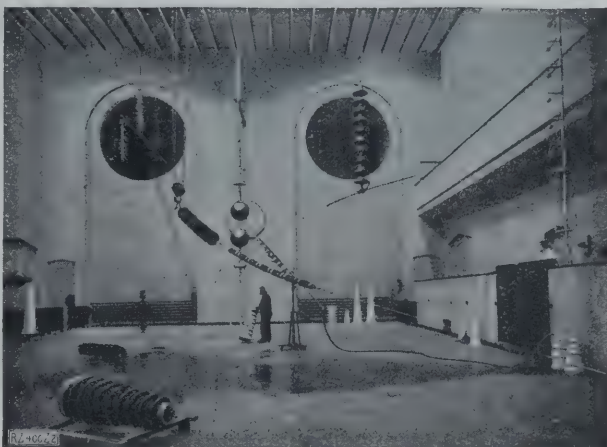


Abb. 2
Blick gegen die Kugelfunkentrecke und die Beobachtungsbühne mit Schaltpult

der Wände, des Fußbodens und der Decke ist somit nicht zu befürchten, und andererseits können auch die größten Isolatorenketten in einer dem betriebsmäßigen Einbau entsprechenden Anordnung aufgehängt werden. Der Versuchsraum ist im übrigen fensterlos und wird nur durch künstliches Licht erhellt, da die meisten Versuche Beobachtungen der Glimm- und Strahlungserscheinungen im Dunkeln oder bei Dämmerlicht erfordern.

Zur Erzeugung der Hochfrequenzspannungen dient ein Tesla-Transformator, der an der einen Längsseite des Versuchsraumes so aufgehängt ist, Abb. 1, daß zur Erzielung verschiedener Kopplungsgrade Ober- und Unterspannungsspule gegeneinander verstellt werden können. Die Unterspannungsspule ist auswechselbar und mit zahlreichen An-

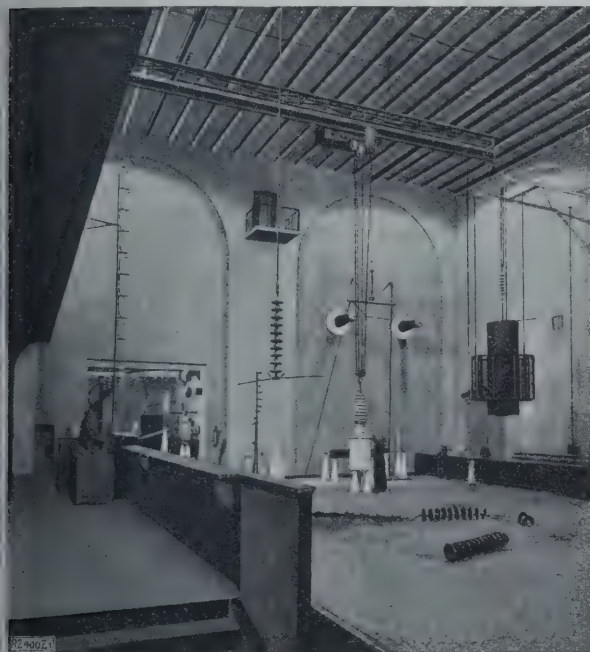


Abb. 1
Blick gegen den hängenden Tesla-Transformator für 14 Mill. V und Verbindungstür zum 500 000 V-Versuchsfeld

Abb. 1 und 2
Neues Höchstspannungs-Versuchsfeld der Porzellanfabrik Hermsdorf i. Thür.

d Hochfrequenz erforderlich geworden. Maßgebend hierfür war die Erkenntnis, daß Überschläge an Isolatoren im praktischen Betrieb hauptsächlich auf derartige schnell veränderliche Beanspruchungen zurückzuführen sind.

In diesem Zusammenhang ist ein neues, Anfang 1927 in Betrieb genommenes Höchstspannungs-Versuchsfeld besonders bemerkenswert, das die Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G.m.b.H. in ihrem Werke Hermsdorf (Thür.) errichtet hat. In seinem gegenwärtigen Ausbau ermöglicht dieses Versuchsfeld die Durchführung von Versuchen mit Hochfrequenz bis 1 400 000 V, mit Spannungsstoß bis 1 000 000 V und mit technischem Wechselstrom bis 500 000 V gegen Erde. Nach Aufstellung eines zweiten Transformators, die aus wirtschaftlichen Gründen noch nicht erfolgt sind, sollen Versuche mit technischem Wechselstrom von 1 000 000 V und großen Leistungen vorgenommen werden, für von vornherein alle Einrichtungen vorgesehen worden sind.

Abb. 1 und 2 lassen die gewaltigen Abmessungen des neuen freitragenden Decke überspannten Versuchsraumes erkennen, der 12,5 m hoch, 18 m breit und 23 m lang ist. Die Beeinflussung der Versuche durch Schirmwirkungen

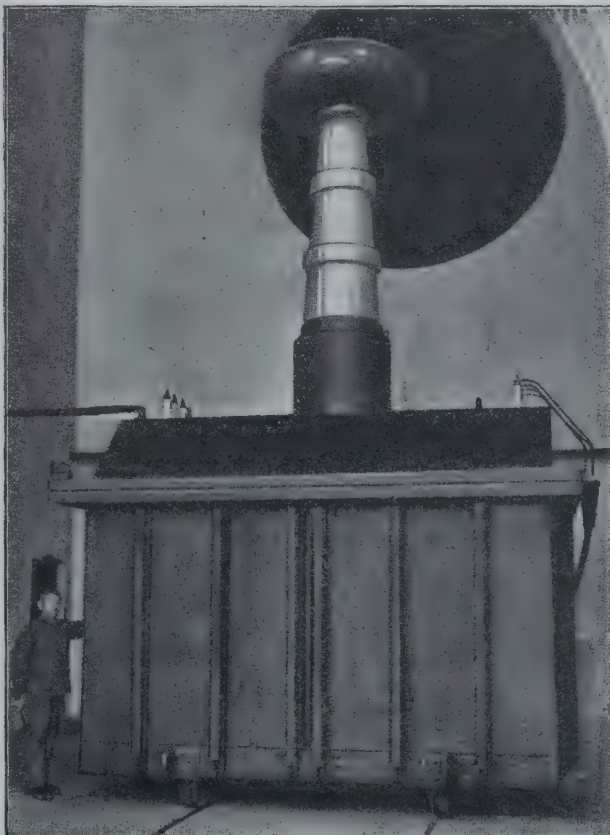


Abb. 3
Wechselstrom-Transformator für 500 000 V gegen Erde und 800 kVA Leistung

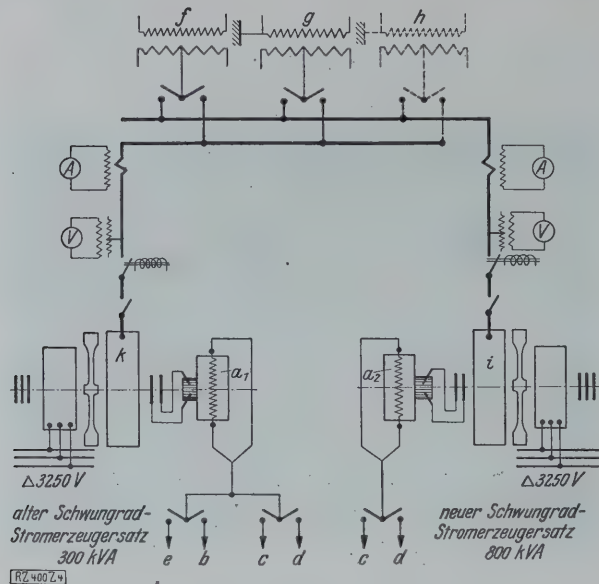


Abb. 4

Schaltplan der beiden 500 000 V-Transformatoren

- | | |
|--|--|
| a ₁ , a ₂ Erregermaschinen | f Transf. f. 500 kV zwischen den Polen |
| b Versuchsraum | g " " " " gegen Erde |
| c Neues Versuchsfeld | h 1250-2500-5000 V-Einph.-Masch. 50 Per./s |
| d Freiluft-Versuchsfeld | i 2500 V-Einph.-Masch. 50 Per./s. |
| e Ölprüfraum | |

zapfungen versehen, so daß je nach der Versuchsanordnung und dem Versuchstück auf Resonanz eingestellt werden kann.

Der Wechselstrom-Transformator für 500 000 V gegen Erde und 800 kVA Leistung, Abb. 3, der in dem an den Versuchsraum unmittelbar angrenzenden Transformatorenraum aufgestellt ist, hat das für einen Prüftransformator stattliche Gewicht von rd. 50 t und bedeckt bei 6,5 m Höhe (bis zur Durchführung) eine Grundfläche von $3 \times 4 \text{ m}^2$. Seine aus zwei Hälften bestehende Unterspannungswicklung kann in Reihen- oder Nebenschlußschaltung mit 5000 oder 2500 V gespeist werden, wodurch der Anschluß an verschiedene Stromerzeuger ermöglicht wird. Zum Speisen des Transformators ist ein Schwungrad-Stromerzeuger vorgesehen, bestehend aus einem Drehstrom-Induktionsmotor für 315 kW Dauerleistung, einem Synchron-Einphasenstromerzeuger für 5000 V und 800 kVA, einer Erregermaschine und einer Hilfssynchronmaschine. Der Stromerzeuger hat unterteilte Wicklungen und ist auf 1250, 2500 und 5000 V umschaltbar, so daß der Transformator mit 125 000, 250 000 und 500 000 V

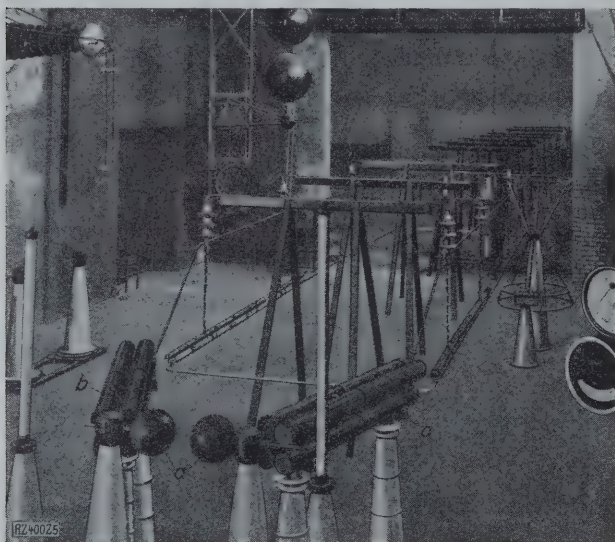


Abb. 5

54 m lange Doppelleitung für Wanderwellen-Versuche (Durchblick vom 500 kV-Versuchsfeld zum neuen Höchstspannungs-Versuchsfeld)

- | | |
|---------------------|--|
| a Zündfunkenstrecke | b und c Energiequellen zur Auslösung des Wanderwellen-Vorganges, bestehend aus je 5 Kondensatoren von je 900 cm (Gesamtkapazität jeder Seite 4500 cm) für rd. 150 kV |
|---------------------|--|



Abb. 6

Neues Freiluft-Versuchsfeld für Dauerversuche unter gleichzeitiger elektrischer und mechanischer Belastung, Überslagversuche usw.

bei gleicher anteiliger Meßgenauigkeit betrieben werden kann. Bis zu der in der allernächsten Zeit stattfindenden Aufstellung dieses Satzes wird der Transformator von den 300 kVA-Schwungrad-Stromerzeugersatz des bereits seit 1933 bestehenden 500 000 V-Versuchsfeldes gespeist, wie dies der Schaltplan, Abb. 4, der beiden zur Zeit vorhandenen 500 000 V-Transformatoren zeigt.

Der neue Versuchsraum grenzt mit einer Schmalserie an das vorerwähnte 500 000 V-Versuchsfeld, mit dem er auch durch eine große, mittels Rollwand verschließbaren Tür unmittelbar verbunden ist. Infolgedessen können Wanderwellenversuche, die zur Klärung der an Freileitungen auftretenden Störungen besonders wichtig sind, an einer Stelle in Frage kommenden Verhältnisse ausreichenden langen Doppelleitung vorgenommen werden, Abb. 5, es unter Inanspruchnahme beider Versuchsräume schnell aufgebaut werden kann. Die zur Erzeugung der Wanderwellen erforderliche Gleichspannung wird einer großen Kondensatorbatterie für hohe Spannung entnommen. Je nach Kondensatoren werden von dem Transformator des alten 500 000 V-Versuchsfeldes über einen mechanischen Gleichrichter aufgeladen. Durch Reflexion der Wanderwellen an offenen Ende der Leitung können hierbei Stoßspannungen bis zu 700 000 V erzeugt werden.

Zur Beobachtung der Versuche dienen zwei Beobachtungsbühnen, Abb. 1 und 2, von denen die untere 0,75 m, die obere 6 m über dem Fußboden liegt. Auf der unteren Bühne ist das Schaltpult aufgestellt, in dem außer den Regel- und Meßeinrichtungen für die Transformator und die Funkenstrecke die Schalter für den Laufkran, die Schalter für die Beleuchtung und die Klemmen zur Entnahme der verschiedenen Spannungsarten eingebaut sind.

Vom Schaltpult aus wird auch die Meßfunkenstrecke gesteuert, die an der gegen den Transformatorenraum grenzenden Wand des neuen Versuchsraumes angeordnet ist, Abb. 2. Die obere Kugel der Funkenstrecke wird durch einen kleinen Motor mit Schneckenvorlege in Leonardschaltung verstellt, wodurch eine äußerst genaue Einstellung und ein sofortiges Halten im Augenblick des Funkenüberschlages ermöglicht werden. Bei größeren Messungen wird der Kugelabstand durch die in Abb. 2 sichtbare Vorrichtung angezeigt, die eine Ablesung mit 0,5 cm Genauigkeit gestattet. Bei feineren Messungen kann mittels einer am Schaltpult eingebauten elektrischen Anzeigevorrichtung der Kugelabstand auf 1 mm genau abgelesen werden.

Um die Versuche in Übereinstimmung mit den natürlichen Witterungsverhältnissen vornehmen zu können, ist man das Versuchsfeld mit den bekannten Einrichtungen zur Erzeugung von künstlichem Regen, Nebel und Wind ausgestattet.

Besonders zu erwähnen ist schließlich noch das im Zusammenhang mit dem neuen Höchstspannungs-Versuchsfeld errichtete Freiluft-Versuchsfeld, Abb. 6, das sich über eine Fläche von $35 \times 50 \text{ m}^2$ erstreckt. Die Versuchsstücke können hier an vier je 10,5 m hohen Masten, von denen je zwei durch starke T-Träger verbunden sind, unter Lastungen bis zu 6 t einer gleichzeitigen elektrischen und mechanischen Dauerprüfung unterzogen werden. Weiter können hier Versuche über Spannungsverteilung, Überslagversuche und dergleichen unter natürlichen Witterungsverhältnissen ausgeführt werden.

[M 400]

Wallich

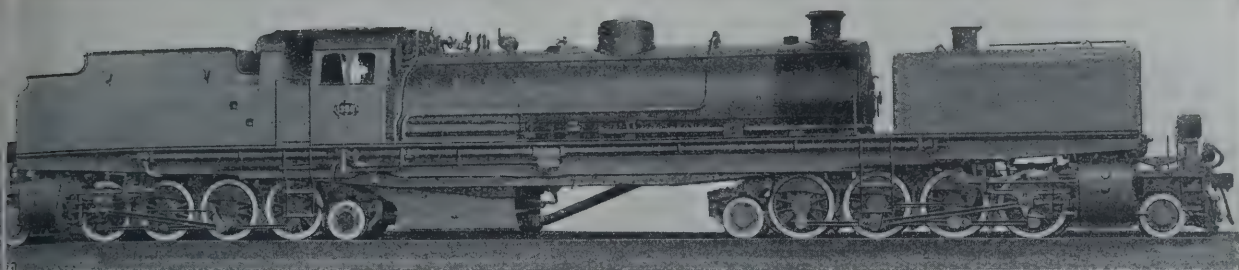


Abb. 7

1 D1 + 1 D1 - Fairlie-Heißdampflokomotive für Südafrika

Spurweite	1067 mm	Länge der Heizröhren zwischen den Rohrw.	4572 mm	Rostfläche	4,93 m ²
Fl.-Dmr. (d)	4 × 457	Höhe der Kesselmitte über S.-O.	2412 "	Dampfüberdruck (p)	12,65 at
Polenhub (h)	610 "	Heizfläche der Heiz- und Rauchrohre, feuerberührt	176 m ²	Wasservorrat	rd. 21 m ³
nr. der Treibräder (D)	1156 "	Heizfläche der Feuerbüchse, feuerberührt	16 "	Kohlenvorrat	11,5 t
nr. der Laufräder	724 "	Heizfläche des Kessels, feuerber. wasserber.	209,5 "	Leergewicht	115,8 t
ster Radstand	2 × 3887 "	Ueberhitzerheizfläche	67,5 "	Dienstgewicht	154,9 t
esamtrahndstand	21 285 "	Gesamtheizfläche einschl. Ueberhitzer	277 "	Reibungsgewicht	106 "
ahl der Heizröhren	169 "			Länge über die Puffer	23 640 mm
nr. der Heizröhren	45 "			Größte Breite	3 090 "
ahl der Rauchröhren	34 "			Höhe	3 950 "
nr. der Rauchröhren	130 "			Zugkraft $0,75 \times p \frac{d^2 h}{D}$	21 000 kg
röße l. W. des Kessels	1841 "				

Eisenbahntwesen

D1+1D1-Lokomotive für Südafrika

Die 1D1+1D1-Gelenklokomotive, Bauart „Fairlie“, 7, ist für die mit scharfen Krümmungen und starken Krümmungen ausgestattete sogen. Kapspur von 3' 6" = 1067 mm mm; die schärfsten Krümmungen haben 92 m Halber bei nur 20 mm Spurerweiterung, dabei aber eine höhung der äußeren Schiene bis zu 127 mm. Es erhellt us, daß die Lokomotive besonders ausgebildet sein muß, diesen Anforderungen zu entsprechen, während sie anits wiederum eine sehr starke Zugkraft entwickeln, um Vorspann und damit doppelte Besatzung zu ernen. Es wurde daher hier die „Fairlie-Bauart“ gewählt, der Mallet-Bauart unter diesen Verhältnissen überlegen la sie sich in den scharfen Krümmungen ungezwungener ellt als diese. Der verlangte große Wasser- und Kohlen- t würde bei der Mallet-Lokomotive einen besonderen er erforderlich machen, so daß die Lokomotive nicht hängig von Drehscheiben wäre, während die Fairlie- motive in jeder Fahrtrichtung gleicht gut fährt.

Die Bezeichnung Fairlie-Lokomotive trifft für die Loko- ve in ihrer jetzigen Gestalt nicht mehr ganz zu, da die diesem Namen bezeichnete Bauart ursprünglich einen olkessel hatte, während die neuere Anordnung nur a Kessel aufweist, doch ist dieser Ausdruck immerhin n der Laufeigenschaften der neuen Bauart berechtigt. Die Lokomotive besteht aus drei Gruppen, und zwar n oberen, sich fast über die ganze Länge der Maschine eckenden Hauptrahmen, der den Kessel, die Vorrat- und das Führerhaus trägt, und aus den beiden Trieb- ellen. Am vorderen Ende des Hauptrahmens befindet zunächst ein Wasserkasten, hinter diesem ist der Kessel ordnert, an ihn schließt sich das Führerhaus an, das sich hinten in einen zweiten Wasserkasten, verbunden mit enkasten, fortsetzt. Die beiden Wasserkasten sind mit- ander durch ein geräumiges Rohr verbunden, das an der ten Seite des Hauptrahmens entlangläuft. Der Haupt- ten selbst besteht aus zwei durch starke Winkel ver- ten Blechplatten, die ihrerseits durch eine ausreichende h von Querverbindungen ausgesteift sind; zwei dieser rverbindungen tragen große Drehzapfen, mit denen der prahmen auf den Drehgestellen aufliegt.

Der Kessel hat die übliche Bauart der Lokomotivkessel, Stehkessel hat runde Decke und Stahl-Feuerbüchse mit falls gewölbter Decke; innere und äußere Feuerbüchse durch Stahl- Stehbolzen verbunden. In der gefährdeten sind diese Stehbolzen als sogenannte Gelenkstehbolzen ebildet. Die Feuerbüchse durchziehen vier Wasser- ufrohre, die gleichzeitig Träger des Feuergewölbes sind. dem Kessel entnommene Dampf strömt zunächst durch Ueberhitzerkasten der bekannten Schmidtschen Bauart wird von da nach dem vorderen und hinteren Drehgestell itet. Es ist Vorsorge getroffen, daß die Dampfleitung zu n Drehgestell abgesperrt werden kann. Da die beiden igestelle einen ziemlich großen Ausschlag in den Kurven- en, so sind die Dampfleitungen sowohl zu als von den ndern mit Kugelgelenken und Stopfbüchsen versehen, auch eine erhebliche Ausdehnung der Rohre zulassen. Der Abdampf von den Zylindern des vorderen Gestelles auf dem kürzesten Wege nach dem Rauchkammerboden

geleitet und tritt dort in das Blasrohr ein; der Abdampf der Zylinder des hinteren Gestelles wird zunächst außerhalb der Hauptrahmen auf deren linke Seite geführt und tritt dann neben der Rauchkammer wieder in das Innere des Rahmens und von dort in das Blasrohr, so daß das Blasrohr zwei getrennte Ausblasöffnungen hat, eine kreisförmige und eine ringförmige.

Die Zylinder haben Kolbenschieber mit innerer Einströmung, jeder Zylinder trägt zwei getrennte Druckausgleich- ventile nach der Sonderbauart der Südafrikanischen Eisen- bahn; außerdem ist auf dem Ueberhitzerkasten noch ein aus- reichend großes Luftsaugventil vorgesehen. Die Kreuz- köpfe sind eingleisig, sämtliche Stangen, auch die Treib- stangen, haben geschlossene Büchsen. Die Steuerung ist nach Bauart Heusinger ausgeführt und gibt Füllungen bis zu 80 vH; ihre Einstellung wird vom Führerstand aus durch eine Dampfsteuerung, Bauart Hendrie, bewirkt. Die Zylinder werden durch zwei Detroit-Öler mit je vier Schmier- stellen geschmiert. Weiter sind noch zwei kleine Schmier- apparate, Bauart Wörner, für die Drehzapfen und die be- weglichen Dampfrohrleitungen vorgesehen.

Die beiden Drehgestelle sind fast vollkommen gleich ge- halten und können nach Vornahme einer ganz geringen Änderung der Dampfrohrführung gegeneinander vertauscht werden. Die Rahmen der Drehgestelle sind als Barrenrah- men ausgebildet; sie sind in weitestem Maße gegeneinander durch Querstreben versteift. Die vier gekuppelten Achsen sind in der üblichen Weise fest im Rahmen gelagert; die Federn liegen über den Achslagern. Die vordere Laufachse ist in einem Bisselgestell geführt, worin sie außerdem noch 20 mm seitliches Spiel hat. Die hintere Laufachse ist im Drehgestell je 20 mm seitlich verschiebbar. Die Federn jedes Gestelles sind in zwei Gruppen durch Ausgleichstangen ver- bunden. Starke seitliche Ausschläge der Drehgestelle gegen den Hauptrahmen werden durch Spiralfedern gedämpft, Winkelausschläge der Drehgestelle begrenzt.

Jedes Drehgestell wird durch einen Dampfzylinder ge- bremsst, und zwar selbsttätig gemeinsam mit der Bremsung durch die Saugluftbremse, die im übrigen allein für den Zug bestimmt ist. Das hintere der beiden Drehgestelle kann außerdem auch noch vom Führerstand aus durch Hand- Spindelbremse gebremst werden. Von weiteren erwähnens- werten Einrichtungen sind noch zu nennen:

Sandstreuervorrichtung, Bauart Lambert, von acht Sand- kästen aus geführt und in jeder Fahrtrichtung vier Rädern Sand streuend.

Siederohr-Ausblasvorrichtung, Bauart Parry, die jeder- zeit während der Fahrt, ohne daß die Feuertür geöffnet wird, in Tätigkeit treten kann.

Elektrische Beleuchtungseinrichtung, Bauart Pyle, mit je einem großen Scheinwerfer für jede Fahrtrichtung; der erforderliche Strom wird durch eine auf dem Kessel sitzende Turbodynamo erzeugt.

Amerikanische Mittelpufferkupplung, Bauart Henricot, am Ende jedes Gestelles; die Kupplung ist durch Gummi- puffer abgefedert.

Die sonstige Ausbildung der Lokomotivausrüstung ist die allgemein übliche, entsprechend geändert nach den Vor- schriften der Südafrikanischen Bahn. [M 554]

Gießerei

Verein Deutscher Eisengießereien, Gießereiverband

Die 57. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisengießereien, Gießereiverband, fand unter starker Beteiligung vom 1. bis 3. Juni in Stuttgart statt.

Den ersten Teil der Tagung bildeten die Sitzungen der Ausschüsse und Organe des Vereins, in denen unter dem Vorsitz von Dr.-Ing. Werner, Düsseldorf, die heute im Vordergrund des Fachinteresses stehenden Fragen und Aufgaben wirtschaftlicher und technischer Art behandelt wurden. Es wurden drei technische Vorträge gehalten. Als erster sprach Prof. Dr.-Ing. Heidebroek, Darmstadt, über

Grundfragen für Rationalisierung und Fließarbeit im deutschen Gießereiwesen.

Er führte aus, daß eine planmäßige Betrachtung der zur Fließarbeit führenden Grundlagen der Arbeitsvorbereitung erforderlich sei, um die Bedeutung des Arbeitsflusses für die Gießerei richtig würdigen zu können. Die Arbeitsvorbereitung bestehe darin, die nach Zeitelementen aufgelöste Gesamtleistung im Hinblick auf den Arbeiter, den Arbeitsplatz und das Werkstück zu ordnen.

Für die arbeitende Person gruppieren sich die Arbeitselemente zu Lohnsätzen, Akkordzeiten, Arbeitspensum usw. Der Weg der Entwicklung geht mit zunehmender Einschränkung der Zeitbeweglichkeit des Arbeiters vom reinen Zeitlohnverfahren über den Stücklohn, den Zeitakkord zum sogenannten Pensumverfahren mit genau festgelegter Arbeitsdauer. Damit wird die Initiative zur Verkürzung der Arbeitsdauer nicht mehr dem Arbeiter oder der Werkstatt überlassen, sondern auf die Arbeitsvorbereitung übertragen.

Die Ordnung der Arbeitselemente hinsichtlich des Arbeitsplatzes hat die planmäßige Arbeitsverteilung auf sämtliche vorhandenen Arbeitsgelegenheiten zur Folge mit dem Ziel eines möglichst vollständigen Beschäftigungsgrades.

Mit Bezug auf das Werkstück muß die Arbeitsvorbereitung auf einen ununterbrochenen Arbeitsfluß abzielen, und zwar in dem Sinn einer ununterbrochenen Aufeinanderfolge der verschiedenen Fertigungsstufen des Werkstücks. Wenn auch die Bandarbeit die höchste Form der Fließarbeit darstellt, so ist letztere doch auch ohne ein sichtbares Fördermittel durchführbar.

Aus der folgerichtigen Durchführung des Fließgedankens ergibt sich die Beseitigung der Arbeitspausen am Werkstück sowie der Lagerzeiten.

An sich bringt die Eigenart des Gießereibetriebes schon von selbst einen ziemlich geschlossenen Arbeitsfluß mit sich, der sich aber noch an einzelnen Stellen, insbesondere bei den Hilfsbetrieben, wie Kernmacherei, Putzerei usw., vervollkommen läßt. Größte Bedeutung besitzt aber die Durchführung des Fließgedankens für die Gießereibetriebe bei der Mechanisierung der Fördervorgänge. Hier veranlaßt er eine Änderung der räumlichen Anordnung der Gießereiwerkstätten, sobald es sich um eine einigermaßen nennenswerte Massenfertigung handelt. Es gibt hierfür verschiedene technische Lösungen, bei denen vorzüglich die mechanische Bewegung des Formkastens am Formplatz vorbei zur Gießstelle, zum Ausleerplatz und zum Formplatz zurück eine Rolle spielt.

Namentlich die Ausnutzung der neuzeitlichen Schnellformmaschinen drängt zu solchen Maßnahmen. Von nicht geringerer Bedeutung für sie ist aber auch die Notwendigkeit der Beseitigung aller unnötigen Hilfsarbeiten. Endlich ergibt sie die beste Lösung der Arbeitsverteilung, weil sie zu einer gleichmäßigen Besetzung der Arbeitsplätze zwingt.

Zusammengenommen kann von der Durchführung einer planmäßigen Arbeitsvorbereitung nach allen drei Richtungen auch für die Gießereitechnik eine wesentliche Verbesserung des Betriebes erwartet werden, ganz abgesehen von der erzieherischen Bedeutung, die der Fließarbeit zukommt.

Prof. Dr. Keßner, Karlsruhe, machte Ausführungen über

Sandverdichtung und Sandfestigkeit unter besonderer Berücksichtigung neuerer Formverfahren.

Ausgehend von der neueren Entwicklung, die in den letzten Jahren das Gießereiwesen infolge wissenschaftlicher Forschung und allmählichen Eindringens der Fließarbeit genommen hat, beschäftigte sich der Vortragende vorwiegend mit neuen Versuchen über die mechanische Prüfung fertiger Gußformen in Eisen- und Stahlgießereien. Die Untersuchungen wurden nicht mit besonders vorbereiteten Probekörpern vorgenommen, sondern an fertigen Gußformen, in denen der Sand nach verschiedenen in der Praxis üblichen Verfahren verdichtet worden war.

Im Gegensatz zu den bisher geübten Prüfverfahren wird ein neues an Hand von Lichtbildern erläutert, bei dem ein frei fallendes Gewicht einen bestimmten Eindruck in die fertigen Gußform hinterläßt. Als Maßstab für diese eigens hergestellte Sandverdichtung dient die Eindringungstiefe bei gleicher Fallarbeit.

Um die Bindefestigkeit des nach irgendeinem Verfahren verdichteten Formsand zu bestimmen, sticht man mit einem an einem Ende zugespitzten Blechrohr eine Sandprobe aus dem Formkasten aus und drückt sie aus der Hülse mit einer Schraubspindel langsam so weit heraus, bis der ausstehende Sandzylinder abbricht. Die Bindefestigkeit wird dann nach den Gesetzen der Biegefestigkeit in derselben Weise wie bei einem durch sein Eigengewicht belasteten freitragenden Balken ermittelt. Die Ergebnisse lassen sich im Zusammenhang zwischen der spezifischen Sandverdichtung, der Bindefestigkeit und der Gasdurchlässigkeit erkennen.

Die angegebenen Prüfverfahren wurden in verschiedenen Gießereien angewendet. Dabei bot besonders Interesse ein von der Badischen Maschinenfabrik in Durlach neuerdings ausgebildetes Verfahren zum Verdichten von Sand mit einer Druckluft-Sandschleuder-Formmaschine, die der Vortragende eingehend besprach. Bei ihr wird durch eine frei bewegliche Strahlrohr in Verbindung mit einer keilartigen Blasdüse der Sand über der Modellplatte in den Formkasten hineingeblasen.

Als letzter Redner behandelte Direktor Sipp, Mannheim, die

Gußputzverfahren in ihrer Entwicklung bis zur Gegenwart.

Unter Gußputzen werden die Arbeitsvorgänge verstanden, die, wie der Vortragende einleitend ausführt, zur Eingung der aus der Form kommenden Gußstücke von den auf den Außenflächen anhaftenden Formsand und von Resten der Kernmaße im Innern sowie zur Beseitigung der Eingüsse, Gußnähte und Grate nötig sind.

Die erstgenannten Arbeiten werden durch Scheuern und Erschüttern der Stücke in umlaufenden Trommeln vorgenommen, während man sich für die letztgenannten spezialisierte Werkzeuge bedient.

Mit steigenden Ansprüchen hinsichtlich der Sauberkeit der Gußoberfläche entwickelte sich das Putzen mit Sandstrahlgebläse, das von dem Amerikaner Tilghman erfunden, aber in Deutschland zuerst gebaut und vorbildhaft entwickelt wurde.

Die erste Erfindung arbeitete nach dem Saugverfahren, das darauf beruht, daß die Luft ein Rohr durchströmt, an dessen düsenartiger Verengung den Sand aus einem andern Rohr im Vorbeistreichen ansaugt und ihn dann auf das zu putzende Stück schleudert.

Das Druckverfahren unterscheidet sich vom Saugverfahren dadurch, daß der Sandbehälter unter Druck gesetzt wird, so daß der Sand durch Löcher in der Strahldüse zuströmenden Luftstrom hineingedrückt wird.

Das Schwerkraftverfahren schließt sich an letztes diesen beiden an. Bei ihm fällt der Sand in freien Fall von oben in den Luftstrom.

Je nach Bauart werden folgende Arten von Sandstrahlgebläsen unterschieden: Freistrahlg, Drehtisch-, Sprosseng-, Rollbahntisch-, Kastengebläse und Trommelgebläse, noch Sonderausführungen für bestimmte Zwecke kommen.

Als wichtigstes Schneidwerkzeug kommt heute der Druckluftmeißel in Frage, während Trichter und Eigenschneidwerkzeuge (Kreissägen¹⁾) entfernt werden.

Eingehend besprach der Vortragende anschließend seit vielen Jahren in Amerika geübtes Putzverfahren mittels Wasserstrahles²⁾. Die dazu benutzte Einrichtung besteht aus einem Raum, in dessen Wand eine Anzahl Löcher angeordnet sind, durch die der Wasserstrahl von allen Seiten gegen das auf einem Tisch liegende Gußstück geschleudert wird, wodurch Form- und Kernsand ab- oder ausgeblasen werden. Planmäßige Versuche bei der Firma Lanz, Mannheim, mit Düsengrößen von 10 mm an abwärts und Drücken von 20 at bis 50 at ergaben mit zunehmendem Wasserdruck und geringem Düsenquerschnitt eine sehr günstige Wirkung. Durch Formgebung der Düsen, gerade und gebogen, ist die Möglichkeit gegeben, in alle Hohlräume des zu putzenden Stückes hineinzukommen. So können auch die verwinkeltesten Gußstücke mit Erfolg gesäubert werden, wenn sie sich, um so wirtschaftlicher ist die Anwendung des Wasserstrahlputzens. Die Kerneisen können ihm ohne Beschädigung entfernt und nachher wieder benutzt werden. Der größte Vorzug dieses Putzverfahrens aber ist der, daß es sich ohne jede Staubeentwicklung abzieht.

Hamburg

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1700.

²⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 240.

Wirtschaft

Die deutsche Maschinenindustrie in der Weltwirtschaft¹⁾

Die Außenhandelsstatistik, die die Verflechtungen in Weltwirtschaft und die Abhängigkeiten der einzelnen Wirtschaften voneinander anzeigt, meldete für 1913 deutsche Maschinenausfuhr in Höhe von Mill. \mathcal{M} gegenüber 721,3 Mill. \mathcal{M} aus England und Mill. \mathcal{M} aus den Vereinigten Staaten von Amerika. drei Zahlen kennzeichnen treffend die Stellung der deutschen Maschinenindustrie auf dem Weltmarkt, insbesondere wenn man berücksichtigt, daß alle übrigen Länder damals Maschinen im Werte von nur 396,9 Mill. \mathcal{M} ausführten. Die Folgen der Krieg- und Nachkriegshaben diese Reihenfolge zwar bedauerlicherweise geändert, so daß Deutschland 1925 mit 734,9 Mill. \mathcal{M} ²⁾ erst an der Stelle hinter den Vereinigten Staaten mit 1279,8 Mill. \mathcal{M} England mit 898,2 Mill. \mathcal{M} kam, während alle übrigen für 762,5 Mill. \mathcal{M} ausführten. Die deutsche Maschinenindustrie hat aber gleichwohl ihre bedeutende Stellung auf dem Maschinenmarkt beibehalten, zumal da im Jahr 1926 erfreulicherweise eine Steigerung der deutschen Maschinenausfuhr auf 798 Mill. \mathcal{M} gebracht hat. Die Verteilung der deutschen Ausfuhr an Maschinen auf die einzelnen Erdteile zeigt Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

Deutsche Maschinenausfuhr nach Erdteilen

Erdteil	1913 vH	1925 vH	1926 vH
Europa	79,5	72,0	70,0
Asien	4,5	6,3	7,0
USA	1,4	1,8	1,5
Staaten und Kanada	2,6	2,8	4,7
in Amerika	9,5	13,4	11,6
italien	0,5	0,3	0,7
erfaßte Länder	2,0	3,4	4,5
Insgesamt	100,0	100,0	100,0

¹⁾ Nach der Denkschrift des Vereines deutscher Maschinenbauingenieurwesen über die Maschinenindustrie der Welt für die Weltwirtschaftsstatis-
tische Abteilung und seinem Bericht über die deutsche Maschinenindustrie
für die Jahre 1925 und 1926.
²⁾ RM nach der Festigung der Währung.

Aus dem überwiegenden und fast gleich gebliebenen Anteil Europas ergibt sich die große Bedeutung der europäischen Zollverträge für den deutschen Maschinenbau.

Die wichtigsten deutschen Absatzmärkte für 1913 und 1926, nach der Reihenfolge des Ausfuhrwertes 1926 geordnet, sind in Zahlentafel 2 aufgeführt:

Zahlentafel 2

Die wichtigsten Absatzmärkte des deutschen Maschinenbaues

	1913 ³⁾	1926
Rußland	1	1
Italien	5	2
Niederlande	7	3
Großbritannien	4	4
Brasilien	10	5
Vereinigte Staaten	13	6
Tschechoslowakei	—	7
Spanien	8	8
Argentinien	11	9
Schweiz	9	10
Österreich	2	11
Frankreich, Elsaß-Lothringen und Saargebiet	3	12
Schweden	16	13
Polen und Danzig	—	14
Rumänien	12	15
Belgien, Luxemburg	6	16
Niederländisch-Indien	17	17
Japan	15	18
Dänemark	14	19
Britisch-Indien	20	20
Ungarn	—	21
Türkei	22	22
Südslavien	—	23
Chile	18	24
Finnland	21	25
China	24	26
Griechenland	25	27
Norwegen	19	28
Lettland	—	29
Ägypten	23	30

³⁾ Alter Gebietsumfang.

Zahlentafel 3

Die deutsche Maschinenausfuhr nach Fachgruppen geordnet

Erzeugnisse	Gewichte in t			Werte in 1000 \mathcal{M}		
	1913	1925	1926	1913	1925	1926
Werkzeugmaschinen	90 279	58 155	72 775	98 272	95 751	109 821
Textilmaschinen und Zubehör	79 867	58 258	57 918	116 521	144 432	154 324
Landwirtschaftliche Maschinen und Geräte	80 820	73 380	82 119	56 544	61 227	72 177
Dampflokomotiven und Tender	54 445	22 573	17 128	55 224	27 171	25 065
Kraftmaschinen	100 262	49 954	53 691	117 655	86 436	95 456
Arbeitsmaschinen	22 683	17 193	16 317	29 723	36 536	40 191
Hütten-, Stahl- und Walzwerksanlagen und -maschinen	—	—	—	—	—	—
Mechanische Fördermittel und Wagen	39 601	20 234	25 289	32 682	24 229	30 093
Maschinen für die Papierindustrie und das graphische Gewerbe	29 098	25 769	24 029	42 810	60 118	57 387
Maschinen für die Nahrungs-, Genußmittel und chemische Industrie	40 501	17 314	16 459	39 357	25 502	25 077
Maschinen für die Aufbereitung von Kohlen, Erzen, Steinen und Erden	32 614	11 486	11 925	24 039	11 703	12 642
Sonstige Maschinen und Maschinenteile, Verschiedenes	96 279	82 128	89 076	125 614	161 796	175 511
Insgesamt	666 449	436 444	466 726	738 441	734 901	797 744

Zahlentafel 4

Erzeugung und Leistungsfähigkeit

L a n d	1913		1925				Be- schäftigungs- grad vH	1925	
	Erzeugung ⁴⁾		Vorkriegswerte		Leistungsfähigkeit			Zeitwerte	
	Mill. <i>M</i>	vH	Erzeugung Mill. <i>M</i>	vH	Leistungsfähigkeit			Erzeugung Mill. <i>M</i>	Leistungs- fähigkeit Mill. <i>M</i>
					Mill. <i>M</i>	vH			
einigte Staaten . . .	6 775	50,0	8 465	57,6	11 330	57,1	74,5	12 697	17 000
britannien	1 602	11,8	2 007	13,6	2 307	11,6	87,4	3 010	3 460
schland	(2 700) ⁵⁾	20,6	1 933	13,1	3 359	16,9	(72,4) ⁶⁾	2 900	5 038
ge Länder	(2 478) ⁵⁾	17,6	2 300	15,7	2 860	14,4	80,0	3 452	4 280
	13 555	100,0	14 705	100,0	19 856	100,0	74	22 059	29 778

⁴⁾ Die Leistungsfähigkeit im Jahre 1913 ist gleich der Erzeugung; der Beschäftigungsgrad kann mit 100 vH angenommen werden.
⁵⁾ Die eingeklammerten Zahlen geben die Erzeugung in den heutigen Grenzen wieder.
⁶⁾ Die Leistungsfähigkeit wurde nicht mit Hilfe dieses Beschäftigungsgrades berechnet, da im Jahre 1925 die Arbeitszeit im deutschen Maschinenbau vielfach stark verkürzt war.

Rußland steht nach wie vor an erster Stelle, ein Umstand, der angesichts des englisch-russischen Konfliktes besondere Beachtung verdient und die deutsche Stellungnahme in den kommenden Wirtschaftsverhandlungen nicht unwesentlich beeinflussen dürfte. Der erhebliche anteilige Rückgang in der Ausfuhr nach Frankreich und Belgien fällt auf, während die gleiche Erscheinung Österreich gegenüber durch die besonders aufgeführten Anteile der Tschechoslowakei und Ungarns so ziemlich ausgeglichen ist.

Bemerkenswert ist weiter die Aufteilung der deutschen Maschinenausfuhr auf die einzelnen Fachgruppen des Verbandes, Zahlentafel 3.

Dem Gewichte nach hat lediglich die Ausfuhr an landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten eine erfreuliche Steigerung gegenüber der Vorkriegszeit zu verzeichnen. Sie steht dem Gewichte nach heute auch an der Spitze der Maschinenausfuhr, während 1913 die Kraftmaschinen diesen Platz einnahmen.

Wertmäßig (man beachte die Wertverminderung der Mark) überflügelte 1926 die Ausfuhr von Textilmaschinen

und Zubehör alle Maschinengruppen erheblich. Die Textilmaschinenindustrie hatte auch mit 120,4 Mill. M den größten Ausfuhrüberschuß.

In der Welterzeugung an Maschinen standen schon vor dem Kriege die Vereinigten Staaten von Amerika an der Spitze. Zahlentafel 4 gibt hierfür eine Übersicht, die weiter auch Angaben über die Leistungsfähigkeit sowie über den Beschäftigungsgrad enthält.

Vergleicht man diese Zahlen mit denen des Jahres 1913, so ergibt sich, daß der Anteil des Weltausfuhrs an der Welterzeugung trotz der Steigerung der Welterzeugung von einem Fünftel auf ein Sechstel zurückgegangen ist. Dieser Rückgang ist lediglich darauf zurückzuführen, daß sich der Austausch zwischen den Maschinenexportländern vermindert hat; denn die Ausfuhr in die zu den Industrieländern gewordenen Rohstoffländer ist gestiegen. Das ist ein bedauerliches Zeichen für die Vernachlässigung der internationalen Arbeitsteilung, der Grundlage jeder gesunden weltwirtschaftlichen Entwicklung. Erst eine Beseitigung der vielfachen internationalen Handelserschwerungen kann hier zum Segen der ganzen Welt Wertschöpfungen schaffen. [N 595]

Kleine Mitteilungen

Einheits-Tenderlokomotiven der Deutschen Reichsbahn

Kürzlich sind von der Firma Henschel & Sohn, Kassel, die ersten Tenderlokomotiven nach der Einheitsbauart fertiggestellt worden, die die Achsfolge 1 C 1 haben. Die Leistung wird von den beiden Zylindern auf die mittlere Kuppelachse übertragen. Beide Laufachsen sind in Bisselgestellen gelagert. Bei 74,3 t Dienstgewicht und 45,5 t Reibungsgewicht beträgt die Zugkraft 9250 kg. Der Kessel arbeitet mit 14 at Überdruck. Diese Lokomotive, deren Treibräder 1500 mm Dmr. haben, ist im wesentlichen für den Nahzugverkehr bestimmt. [N 661 a] Gs.

Eisenbahnbrücke über den Mississippi

Die Atchison-, Topeka- und Santa Fe-Eisenbahn baut gegenwärtig bei Ft. Madison, Iowa, eine Eisenbahnbrücke aus Parallelträgern, deren Stromteil aus vier feststehenden Öffnungen von je 82 m sowie einer Drehbrücke mit zwei Armen von je rd. 81 m Länge, gemessen von Pfeilermitte zu Pfeilermitte, besteht. Die lichte Höhe der Brücke über Hochwasser beträgt 3 m. Über der zweigleisigen Eisenbahnbrücke ist eine Fahrbahn für Straßenverkehr angeordnet.

Zum Antrieb der Drehbrücke dienen vier unabhängig voneinander über Vorgelege auf Zahnstangen von je 73 cm Dmr. arbeitende Drehstrommotoren von je 75 PS bei 440 V und 25 Per./s. Die Motoren machen 475 Uml./min bei einem Anfahrtdrehmoment von 265 kgm. Ein größtes Drehmoment von 345 kgm kann 1 h lang innegehalten werden. Die vier Zahnstangen arbeiten gleichzeitig auf einen Zahnkranz von 14 m Dmr. mit Außenverzahnung, der auf dem Drehpfeiler fest angebracht ist. Die Motoren liegen unmittelbar unter den Gleisen; die Anlage wird von einem Führerhaus auf dem Drehturm oberhalb der Straßenfahrbahn betätigt. („Railway Age“ 9. Juli 1927 S. 47*) [N 661 b] Sd.

Gladstone-Dock in Liverpool

Neben dem älteren Hornby-Dock gelegen, hat das Gladstone-Dock, das am 19. Juli d. J. eröffnet worden ist, mit seinen beiden 122 m breiten Becken vier Kais von 387 bis 457 m Länge und insgesamt 22,35 ha überdeckter Lagerfläche. Eine Schleuse von 196,6 m Länge und 27,4 m Breite verbindet den neuen mit den älteren Dockhäfen, die dadurch auch bei Niedrigwasser für größere Schiffe erreichbar sind. In dem zugehörigen Trockendock können Schiffe von 320 m Länge und 36,6 m Breite gedockt werden. Die Wassertiefe beträgt höchstens 14,02 m.

Die Einfahrt zum Gladstone-Dock bildet eine Schleuse von 326 m Länge und 39,6 m Breite mit 8,5 bis 14,9 m Wassertiefe über dem Drempl. Die Schleusenstentore wiegen je rd. 500 t und sind 21,94 m lang, in der Mitte 2,53 m und an den Enden 0,86 m breit und rd. 17 m hoch. Tragrollen, die viel Unterhalt beanspruchen, sind vermieden worden. Der Tragzapfen hat rd. 40 und der Halszapfen rd. 57 cm Dmr. Das Halslager ist als Rollenlager mit Rollen von 75 mm Dmr. ausgebildet und durch 180 mm dicke Stangen in der Betonmauer verankert.

Auf dem Nordkai des Trockendocks sind einstöckige Lagerschuppen gebaut und elektrische Halbportalkrane von 1,5 t Tragkraft aufgestellt worden. Die übrigen Kaischuppen sind dreistöckig, auf der Wasserseite mit Portalkranen

von 3 t, auf der Landseite mit Dachkranen von je 1,5 t Tragkraft ausgerüstet. Sämtliche Schuppen sind aus Eisenbeton gebaut. („Engineering“ 15. Juli 1927 S. 80) [N 661 c]

Überhitzer für Heizkessel

Die meisten in der Industrie und auch im Schiffbau verwendeten Heizdampfkessel erzeugten Sattdampf, der zur Raumheizung oder auch zum Antrieb von Hilfsmaschinen dient. Da aber bei den oft sehr langen Heizdampfleitungen die Wärmeverluste sehr groß sind und der Heizdampf bei in sehr feuchtem Zustande zu seinem Bestimmungsort gelangt, so versucht man neuerdings, durch geringe Wärmeverluste die Wärmeverluste zu verringern, damit man die Verwendungsstelle über völlig trockenen Dampf verfügen kann.

Die Firma T. Sugden & Co., London, hat einen Überhitzer für kleine Heizdampfkessel entworfen, der seit kurzem bei den Kesseln mit senkrechten Rohren, Bauart Cochran, benutzt wird und auch bei älteren Kesseln dieser Bauart mit Schwierigkeiten eingebaut werden kann. Versuche an einem kleinen Cochran-Kessel von 1,8 m Dmr. und 4,2 m Höhe mit 32 m² Heizfläche bei 10 at Betriebsdruck hatten günstige Ergebnisse. Der am oberen Teile des Kessels in einer geneigten Stahlkasten untergebrachte Überhitzer besteht aus mehreren, in Gruppen zu vieren angeordneten Schlangenrohren, deren Zahl je nach der gewünschten Dampferzeugung vermehrt oder vermindert werden kann. Die Überhitzerrohre sind so angeordnet, daß sie leicht zugänglich sind und gut gereinigt werden können. („The Engineer“ 15. Juli 1927 S. 78) [N 661 d]

Kohlenverschmelzung in England

Dem Bericht des Fuel Research Board für das Jahr 1926 ist zu entnehmen, daß die Regierung mit der Light & Coke Co. ein Abkommen über die weitere Durchführung der in der Versuchsanstalt des Fuel Research Institute entwickelten Schmelzverfahrens für die Gewinnung von Gas für Hausbrandzwecke getroffen hat. Nach diesem Abkommen wird die Regierung auf dem Gelände der Gesellschaft eine Anlage für rd. 100 t Tagesdurchsatz errichten, die der Gesellschaft auf ihre eigene Gefahr betrieben werden soll. Nach Verlauf von drei Jahren soll die Gesellschaft berechtigt sein, die Anlage käuflich zu erwerben. Die Anlage soll nächstes Jahr in Betrieb kommen. Das Abkommen, für dessen Durchführung eine neue Gesellschaft begründet wurde, stellt das Ergebnis umfangreicher Studien des Vorsitzenden der Gasgesellschaft, Sir David Milne, über den Stand der Schmelzverfahren im In- und Ausland dar, die zu dem Ergebnis geführt haben sollen, daß das Verfahren der englischen Versuchsanstalt, das bei einer Anlage von praktischen Abmessungen erprobt wurde, für die Durchführung im Rahmen eines Gaswerks die besten Aussichten bietet. („Engineering“ 15. Juli 1927 S. 80) [N 661 e]

Schleuderguß-Stahlblöcke

Die bisher ohne Erfolg durchgeführten Versuche, Stahlblöcke in Schleudergußformen herzustellen, sind in Amerika von L. Cammen wieder aufgenommen worden. Die von ihm konstruierte Schleudergußform besteht aus einem

fenden liegenden Zylinder, dessen eine Grundfläche gelassen ist, während am andern Ende ein kegeliges in den Zylinder auslaufendes Mundstück eingesetzt ist, in der flüssige Stahl hineinläuft. Die so hergestellten Blöcke haben je nach der Form 1250 bis 2500 mm Dmr. 2000 bis 4200 mm Länge. Die Blöcke haben fast keine Verunreinigungen; die Zeit des Erstarrens ist sehr gering. („The Age“ 7. Juli 1927 S. 6*) [N 661 f] Gw.

Kabelprüfung mittels Röntgenstrahlen

Die Puget Sound Power & Light Co. hat über ein Jahr Versuche mit Röntgenstrahlen zur Kabelprüfung aus-

geführt, die so erfolgreich waren, daß die Gesellschaft jetzt alle Spießstellen an Seekabeln mittels Röntgenstrahlen untersucht. Die Röntgenbilder lassen jede schlechte Verbindung oder Verlagerung der Leiter, Gaseinschlüsse und ungleichmäßige Stellen in der Isoliermasse deutlich erkennen. An den Spießstellen, die mit Röntgenstrahlen geprüft und für gut befunden wurden, hat sich bisher noch keine Störung gezeigt. Das Verfahren ist natürlich nur anwendbar bei bleilosen Kabeln oder bei Bleikabeln an Spießstellen, die noch nicht mit einem Bleimantel versehen sind. („Electrical World“ 9. Juli 1927 S. 71) [N 661 g] Pa.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Amerikas Dampfturbinenbau. Von E. A. Kraft. Berlin 1927, VDI-Verlag. 115 S. m. 125 Abb. Preis 14 M.

In diesem Buch, das sich als Ergebnis einer Amerika-Reise darstellt, werden die meisten heute Entwurf und Ausarbeitung der Turbinen berührenden Fragen erörtert. In dem ersten Teil behandelt der Verfasser die im Vordergrund stehenden Fragen der Betriebsicherheit und der Wirtschaftlichkeit. Ein zweiter Teil geht auf die Ausbildung einzelner Turbinen, unter Verwendung zahlreicher Abteilungen ein. Es handelt sich hierbei um einen bei der Größe des Absatzgebietes überraschend kleinen Kreis von Turbinenbauanstalten. Neben der General Electric Co., die Bauart der Kammerturbinen auf eine hohe Stufe entwickelt hat, pflegt die Westinghouse Electric & Mfg. Co. erfolgreich den Trommelturbinenbau. Außerdem ist die Allis-Chalmers Mfg. Co., die ebenfalls Trommelturbinen herstellt, der Versorgung des Marktes beteiligt, während die Ford Motor Co. den Turbinenbau lediglich für den eigenen Bedarf genommen hat. Die Ausführungen über diese Bauart erregen besonderes Interesse, da sie von den sonst üblichen Konstruktionsgrundsätzen erheblich abweicht.

Anschließend an die Beschreibung der Turbinenbauarten werden die Baustoffe, die ihnen zugemuteten Beanspruchungen und die Herstellverfahren einer kürzeren Betrachtung übergeben. In einem letzten Kapitel, das die Überschrift „Turbinenbetrieb“ trägt, und in einer darauf folgenden Zusammenfassung werden noch einmal die Hauptgrundsätze, den amerikanischen Dampfturbinenbau in der letzten Zeit wesentlich gefördert haben, besprochen.

Wenn wir auch zugeben müssen, daß bei uns der Dampfturbinenbau von der geraden Linie, die die Betriebsicherheit in den Vordergrund stellt, in der Nachkriegszeit da und dort unter fremdem Einfluß abgewichen ist, so kann doch die Überhebung festgestellt werden, daß sich der europäische Turbinenbau neben dem amerikanischen sehen lassen kann. Immerhin bietet das Studium dieses Werkes, das eine gefällige, von großer Sachkenntnis getragene kritische Behandlung eines überaus reichhaltigen Stoffes darstellt, für den mit Entwurf oder Betrieb von Dampfturbinen beschäftigten Ingenieur eine Menge von wertvollen Anregungen. [E 581] Dr. Röder

Grundzüge des Eisenbetonbaues. Von M. Foerster. 2. verb. u. verm. Aufl. Berlin 1926, Julius Springer. 69 S. m. 183 Abb. Preis 25,50 M.

Das Erscheinen dieser Neuauflage ist besonders deshalb sehr erfreulich, weil hier erstmalig in einem umfassenden Werk über den Eisenbetonbau die Vorschriften vom September 1925 den Ausführungen zugrundegelegt sind. Hierzu bedingte eine Umarbeitung wesentlicher Abschnitte.

Hierzu gehören auch die Kapitel über den Baustoff im allgemeinen und besonderen (Zement, Sand, Eisen). Sie sind erweitert im Hinblick auf die Verbesserungen, die in den letzten Jahren erreicht und in den Bestimmungen vom Jahre 1925 festgelegt wurden (hochwertiger Bauschlack, hochwertige Portlandzemente). Daneben sind auch die neueren Versuche über die Einflüsse chemischer Natur, die der Beton unterliegt, ausführlich berücksichtigt worden. Besonders wesentlich sind die Zusammenstellungen über die Zusammensetzung des Betons (Korngröße, Wasserzusatz, usw.).

In den Kapiteln über die Ermittlung der inneren Spannungen sind vor allem die Untersuchungen über mehrseitig wirkende oder an einzelnen Punkten gestützte Platten erweitert worden. Die neuen Bestimmungen für die Konstruktionsglieder werden ausführlich erläutert. Weiterhin die Berechnung der Steineisendecken, die in den letzten

Jahren besondere Verbreitung gefunden haben, aufgenommen worden. Auch die Kapitel über exzentrischen Druck und Zug sind erweitert worden. Besonders ist die Aufnahme des graphischen Verfahrens von Spangenberg dankenswert, das alle früheren Verfahren an Einfachheit übertrifft, aber heute durchaus noch nicht allgemein bekannt ist.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die neue Auflage, wie die alte, sich unter Studenten und Ingenieuren bald viele Freunde erwerben wird. [E 332] F. Samuely

Personenbahnhöfe. Grundsätze für die Gestaltung großer Anlagen. Von W. Cauer. 2. Aufl. Berlin 1926, Julius Springer. 306 S. m. 142 Abb. Preis 22,50 M.

Das rühmlichst bekannte Werk Cauers liegt in der zweiten Auflage vor. Die erste Auflage ist bei ihrem Erscheinen von der Fachwelt mit großer Freude begrüßt worden und hat im In- und Ausland allgemein höchste Anerkennung gefunden. Auch in der zweiten Auflage hat der Verfasser allenthalben das Grundsätzliche scharf herausgearbeitet; er hat bewußt auf ausgeführte Beispiele vielfach verzichtet, dafür aber alle wichtigen Bahnhofformen mit den verschiedenen möglichen Lösungen unter eingehender Würdigung der Vorzüge und Nachteile eingehend untersucht.

Der erste Abschnitt behandelt die „Rücksichten auf den Verkehr“, wobei namentlich Empfangsgebäude und Bahnsteige besprochen werden. Der zweite, umfangreichste Abschnitt untersucht die „Rücksichten auf den Betrieb“, wobei u. a. die Wahl der Bahnhofform, die Einführung der Streckengleise, die Bahnsteiggleise, die Trennung von Fern- und Nahverkehr und die Leistungsfähigkeit behandelt werden. Die beiden letzten, kürzeren Abschnitte sind den „äußeren Verhältnissen“ und der „Ausführbarkeit“ gewidmet.

Einer besonderen Empfehlung bedarf die zweite Auflage nicht; denn schon die erste Auflage ist anerkanntermaßen das grundlegende Werk über die Gestaltung der größeren Personenbahnhöfe. Jeder Eisenbahner, der mit der Erforschung der Verkehrs- und Betriebsvorgänge, der Erhöhung der Leistungsfähigkeit, der Verbesserung und Erweiterung und dem Neubau von Personenbahnhöfen beschäftigt ist, findet in diesem Werk den besten und sichersten Ratgeber. [E 307] Blum

Einführung in die Elektrizitätslehre. Von R. W. Pohl. Berlin 1927, Julius Springer. 256 S. m. 393 Abb. Preis 13,80 M.

Der Verfasser hat in dem Buche den Stoff seiner Vorlesung über Experimentalphysik niedergeschrieben. Ausgehend von den Begriffen Strom und Spannung, behandelt er das elektrische und das magnetische Feld, die Verknüpfung beider und ihre Anwendung, weiter veranschaulicht er die Vorgänge beim Strömen von Elektrizität in gasförmigen, flüssigen und festen Leitern. Der Schluß ist der Radioaktivität und dem Wesen der elektrischen Wellen gewidmet. Das Bestreben des Verfassers, alle Freunde von Naturwissenschaft und Technik mit den Erscheinungen und den Gesetzen der Elektrizität vertraut zu machen, geht aus jedem Kapitel hervor. Die Ausdrucksweise ist klar und verständlich, und die bildlichen Darstellungen der Versuchsanordnungen — vielfach als Schattenrisse gewählt — sind äußerst übersichtlich und einfach gehalten. Das vorliegende Buch wird daher nicht nur Lernenden ein Führer, sondern auch wegen seiner wohlgetroffenen Auswahl und Anordnung des Stoffes Lehrenden ein Berater sein. [E 597] Zn.

Der phasenverschobene Strom, seine Messung und seine Verrechnung. Von Richard F. Falk. Berlin 1927, Julius Springer. 92 S. m. 52 Abb. Preis 6,60 *M.*

Die Elektrizitätswerke wenden der Messung des Blindstromes immer größere Aufmerksamkeit zu, da der Blindverbrauch großen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Werke hat. Der Verfasser schildert in dem vorliegenden Buch die wissenschaftlichen Grundlagen der Blindverbrauchszähler und erläutert die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren, den Preis des Blind- oder des Scheinverbrauchs zu berechnen; er kommt zu dem Schluß, daß der Blindverbrauchszähler dem Scheinverbrauchszähler vorzuziehen ist. [E 594] Pa.

Handbuch der angewandten physikalischen Chemie. Herausgeg. von Georg Bredig. 14. Bd.: **Die Verwendung der Röntgenstrahlen in Chemie und Technik.** Von Hermann Mark. Leipzig 1926, Joh. Ambrosius Barth. 528 S. m. 328 Abb. Preis 50 *M.*

Wer sich mit der praktischen Durchführung von Kristallstrukturbestimmungen beschäftigen muß, wird das umfangreiche Werk von Mark als die beste und gründlichste Anleitung hierzu mit Freude begrüßen. Die langjährige praktische Erfahrung des Verfassers macht ihn zu einem berufenen Lehrer, der auch dem Anfänger Schritt für Schritt dieses schwierige Gebiet erschließt. Darüber hinaus bringt das Buch eine ausführliche Beschreibung der allgemeinen Röntgeneinrichtungen und des Inhalts der Röntgenspektroskopie nebst der darauf beruhenden qualitativen und quantitativen Analyse. Diese letzten Abschnitte sowie ein kurzes Kapitel über die Bestimmung der Kristallanordnungen und Teilchengrößen sind die einzigen Teile, die sich unmittelbar mit der weiteren praktischen Anwendung der Röntgenstrahlen in der Technik beschäftigen. Auch geben sie nur einen allgemeinen Überblick über die Verfahren und keine eingehende Anleitung zu ihrer Durchführung. Sonstige technische Anwendungen, wie die Werkstoffdurchleuchtung mittels Röntgenstrahlen und die Strukturbestimmung von Legierungen sind kaum gestreift. Es wäre daher wünschenswert, daß der Titel entsprechend geändert würde. Den großen Wert des Buches für jede Forschungsanstalt macht der (einschließlich der Röntgeneinrichtungen und Tabellen) etwa zwei Drittel des Inhalts umfassende Teil über Strukturbestimmungen aus. [E 387] G. Sachs

Die Forstwirtschaft. Lage und Aufgaben in der deutschen Volkswirtschaft. Von R. Ortengel. 2. Aufl. Neudamm 1926, J. Neumann. 95 S. m. 6 Taf. u. 4 Tab. Preis 3,60 *M.*

Von besonderer Wichtigkeit für den Ingenieur sind die im ersten Teil: Aufgaben der Forstwirtschaft, enthaltenen Zahlen über den Anteil des Holzes an der gesamten deutschen Gütererzeugung und die Zusammensetzung des Preises von Holzwaren. Ortengel berechnet für Nutzholz im Durchschnitt einen Holzwert im Wald auf dem Stock von 15,26 *M.*, für Fällung und Aufbereitung 1,64 *M.*, für Nahbeförderung 2,74 *M.*, für Weiterbeförderung mit Bahn 2,72 *M.*, auf Wasserstraßen 0,27 *M.*, für Holzhandel und Holzbearbeitung 80,5 *M.*, alles auf 1 m³ bezogen. Allein die Förderkosten betragen also rd. 35 vH des Holzwertes im Walde.

Der zweite Abschnitt, Grundlagen der Forstwirtschaft in Deutschland, gibt besonders in den Angaben über Wirtschaftlichkeit der Forstwirtschaft ein sehr wenig erfreuliches Bild. Die Hebung der Forstwirtschaft, zu der der dritte Teil Wege zeigen will, ist zu einem sehr großen Teil eine technische Aufgabe; leider geht der Verfasser über die Verbesserung der forstlichen Technik recht kurz hinweg.

Der gebotene Stoff ist in sehr klarer und auch dem Laien verständlicher Weise dargestellt; die Anfügung

vieler Zahlenangaben ist besonders zu begrüßen. Die Wichtigkeit des Holzes und die technischen Aufgaben, die dieser Werkstoff stellt, werden heute in Ingenieurkreisen nicht im gebührenden Maß gewürdigt; schon aus diesen Grunde wäre eine Beschäftigung der Ingenieure mit den hier behandelten Gegenstände zu begrüßen.

[E 308]

Anleitung zur Durchführung von Versuchen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Dampfturbinen und Verbrennungskraftmaschinen. Von Franz Seufert. 8. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 161 S. m. 55 Abb. Preis 3,60 *M.*

Wegweiser für die vorschriftsgemäße Ausführung von Stromanlagen. Herausgeg. von G. Dettmar. Berlin 1927, Julius Springer. 302 S. m. Abb. Preis 8,75 *M.*

Sammlung Götschen, 958. Bd.: Elektrische Bahnen. Von A. Schwaiger. Leipzig und Berlin 1927, W. de Gruyter & Co. 116 S. m. 45 Abb. Preis 1,50 *M.*

Handbuch für Eisenbetonbau. 3. Bd.: Der Baustoff und seine Verarbeitung. 4. Aufl. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 427 S. m. 605 Abb. Preis 28,50 *M.*

Beton. Anregungen zur Verbesserung des Materials, Zugfestigkeit zu den Vorlesungen über Eisenbeton. 1. Aufl. 2. Aufl. Von E. Probst. Berlin 1927, Julius Springer. 54 S. m. 7 Abb. Preis 3 *M.*

Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft. 8. Bd. 19. Hamburg 1927, Verlag der Hafenbautechnischen Gesellschaft. 170 S. m. Abb. u. versch. Landkarten. Preis 20 *M.*

Flugzeugbau und Luftfahrt, 3. H.: Der Bau des Flugzeuges. Von E. Pfister. 3. T.: Rumpf und Fahrwerk. Berlin-Charlottenburg 1926, C. J. E. Volkmann Nachf. 64 S. m. 133 Abb. Preis 2 *M.*

Motorschiff- und Yacht-Bibliothek, 1. Bd.: Bootsmotorbau. Konstruktion, Einbau und Behandlung. Von Walter Isendahl. 3. durchg. und erw. Aufl. Berlin 1927, Rich. Carl Schmidt & Co. 288 S. m. 133 Abb. Preis 4 *M.*

Die zentrale Wasserversorgung von Ortschaften. Von E. Grohnert. Berlin-Hohen-Neuendorf 1927, W. Silberlich. 224 S. m. 274 Abb. Preis 4 *M.*

Repertorium der höheren Mathematik. Von Pascal. 1. B. Repertorium der höheren Analysis. Herausgeg. von E. Salkowski. 2. Aufl. 2. Teilband. Berlin und Leipzig 1927, B. G. Teubner. S. 529 bis 1023 m. Abb. Preis 18 *M.*

Denschrift über Die Maschinenindustrie der Welt. 1. Stimmt für das Komitee B des vorbereitenden Ausschusses der internationalen Wirtschaftskonferenz des Völkerbundes. Berlin-Charlottenburg 1926, Verein Deutscher Maschinenbauanstalten (VDMA). 194 S. Preis 7,50 *M.*

Jahresbericht des Badischen Gewerbeaufsichtsamtes und des Badischen Bergamtes für das Jahr 1925. Erstattet vom Ministerium des Innern. Karlsruhe i. B. 1926, Mackische Druckerei A.-G. 226 S. Preis 3 *M.*

Der Angestellten-Tarifvertrag für die Reichs- und für die Preussische Staatsverwaltung. Von W. Kschischouk. Fr. Odzuck. Berlin 1927, Georg Bath. 336 S. Preis 5,80 *M.*

Wie beherrscht man die Konjunktur? Von Rudolf Wedemeyer. Essen/Ruhr 1927, A. Kersieck & Co. 176 S. Preis 5,80 *M.*

Begrenzung des Rechts an technischen Schöpfungen. Von Werner Hensel. Berlin 1927, Carl Heymann. 56 S. Preis 3 *M.*

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Hochseefährschiff „Schwerin“. Von Höfinghoff und Stühr	1077
Kompressorlose Viertakt-Dieselmotoren mit Strahlzerstäubung. Von R. Mayer	1081
Einwalzen von Rohren in Kesselwände. Von P. Oppenheimer	1088
Die Brennstoffausnutzung im Bäckereigewerbe. Von Chr. Eberle (Schluß)	1091
Neuzeitliche Entwicklung des Elektroofenbaues im Eisenhüttenbetrieb. Von R. Groß	1098
Zucker aus Trockenschneitzeln	1100
Rundschau: Ein neues Hochspannungs-Versuchsfeld für elektrotechnisches Porzellan — 1 D 1 + 1 D 1 —	

Lokomotive für Südafrika — Verein deutscher Eisengießereien, Gießereiverband — Die deutsche Maschinenindustrie in der Weltwirtschaft — Kleine Mitteilungen	11
Bücherschau: Amerikas Dampfturbinenbau. Von E. A. Kraft — Die Grundzüge des Eisenbetonbaues. Von M. Foerster — Personenbahnhöfe. Von W. Cauer — Einführung in die Elektrizitätslehre. Von R. W. Pohl — Der phasenverschobene Strom. Von R. F. Falk — Die Verwendung der Röntgenstrahlen in Chemie und Technik. Von H. Mark — Die Forstwirtschaft. Von R. Ortengel — Eingänge	11

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

D. 71

SONNABEND, 6. AUGUST 1927

NR. 32

Die Grundlagen des Schleifens

Von Dr.-Ing. Carl Krug, Frankfurt am Main¹⁾

Grundbegriffe und Begriffsbestimmungen — Das Gefüge der Schleifscheibe: Raumbeziehungen, Festigkeitsbeziehungen — Der Schleifvorgang: Spanbildung, Schleifdruck und Spanquerschnitt, Schleifdruck und Schleifgeschwindigkeit, günstigste Schleifgeschwindigkeit, Umfangskraft und Beistelldruck, Schneidziffer, Güteziffer, Grundgleichung für den Schleifvorgang, Einfluß der einzelnen Betriebsgrößen — Zusammenfassung der zu lösenden Aufgaben und Schlußbetrachtung

Grundbegriffe und Begriffsbestimmungen

Was ist Schleifen? Das Merkblatt „Die Schleifscheibe“ des AWF setzt fest: Unter Schleifen versteht man in der Technik die Erzeugung oder Fertigstellung von ebenen oder gekrümmten Flächen durch gleichzeitiges Abtrennen feiner Späne mittels einer Vielzahl von verhältnismäßig kleinen, scharfen Schneidkanten oder Schneidspitzen, die sich an dem Schleifkorn befinden. Unter diese Begriffsbestimmung fällt eine große Anzahl von Arbeitsverfahren der spanabnehmenden Formung, die ihrer Gesamtheit das Gebiet der Schleiftechnik bilden. Der Versuch, diese Arbeitsverfahren in Gruppen einzuteilen, führt zu folgender Unterscheidung nach:

Beschaffenheit der Arbeitsfläche

- Schruppschleifen (Groschleifen)
- Schlichtschleifen
- Feinschleifen (Ausschleifen)

Einfluß der Schleifwärme

- Trockenschleifen
- Naßschleifen

Angriffsweise des Schleifwerkzeuges

- Umfangs-, Peripherie-, Stirnschleifen
- Seitlichschleifen

Werkstoffart

- Glasschleifen
- Holzschleifen
- Gesteinschleifen usw.

Werkstückart

- Zylinderschleifen
- Fräuserschleifen
- Kugelschleifen
- Kurbelwellenschleifen
- Messerschleifen
- Walzenschleifen
- Zahnradschleifen usw.

Festhaltung des Werkstückes

- Freihandschleifen
- Abgraten, Bestoßen
- Abziehen
- Blankschleifen
- Feuern
- Schärfen

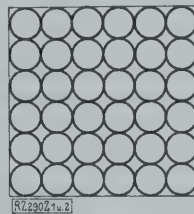


Abb. 1
Kubische Lagerung
der Schleifkörner

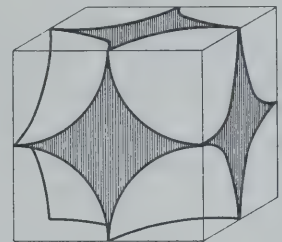


Abb. 2
Leerraum bei kubischer
Lagerung der Schleifkörner

b) Maschinenschleifen

- Rundschleifen
- Flächenschleifen
- Innenschleifen
- Werkzeugschleifen
- Spitzenloses Schleifen
- Formschleifen
- Tiefenschleifen, Einstechschleifen
- Hinterschleifen
- Hohlschleifen
- Zieherschleifen
- Spiegeln oder Feinen
- Schneiden oder Trennen

Im Grenzgebiet befindet sich das Polieren, das mit seinen Vorstufen noch in das Gebiet des Schleifens fällt, in seinen Hauptteilen ihm aber nicht mehr angehört. Wenn wir uns vor Augen halten, daß hinter jeder dieser Bezeichnungen ein besonderes Schleifwerkzeug, eine oder eine ganze Gruppe von Sonderschleifmaschinen, ja vielfach eine ganze Industrie steht, dann wird die große Bedeutung des Schleifens in technischer wie wirtschaftlicher Beziehung klar.

Das Gefüge der Schleifscheibe

Raumbeziehungen. Das Gefüge der Schleifscheibe baut sich aus Korn und Bindung auf. Die Bindungsfestigkeit, die die einzelnen Schleifkörner zusammenhält und dem Angriff der reißenden oder stoßenden Kräfte Widerstand zu leisten hat, heißt „Härtegrad“ oder „Härte“ der Schleifscheibe. Zwischen den einzelnen Schleifkörnern muß für die Bildung des Spanes genügend Raum: der Spanraum oder Porenraum, vorhanden sein. Der Einfachheit halber setzen wir voraus, daß die einzelnen Schleifkörner die Gestalt gleich großer Kugeln haben. Nun sind zwei Fälle einfachster Lagerung dieser Kugeln im Raume denkbar. Abb. 1 und 2 zeigen den Fall der kubischen Lagerung, Abb. 3 und 4 den Fall der engsten Lagerung. Im ersten Fall ist der Leerraum rund so groß, wie der von den Kugeln erfüllte. Er ist unabhängig von der Zahl und Größe der Kugeln, also in unserm Fall von der Korngröße. Beim Fall der engsten Lagerung verkleinert sich der Hohlraum bis auf nahezu die Hälfte des vorangehenden Hohlraumes. Er ist nicht mehr unabhängig von der Zahl

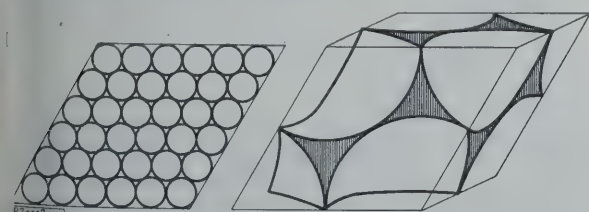


Abb. 3
Engste Lagerung der
Schleifkörner

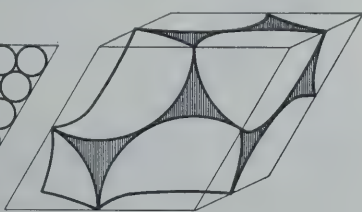


Abb. 4
Leerraum bei engster Lage-
rung der Schleifkörner

¹⁾ Vorgetragen auf der Betriebstechnischen Tagung, Leipziger Jahrmesse 1927.

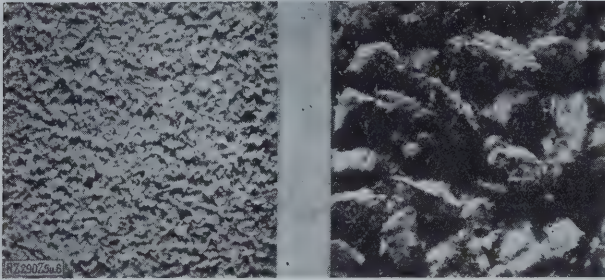


Abb. 5
Vergrößerung

Abb. 6
Sehr starke Vergrößerung

Abb. 5 und 6
Oberfläche einer Schleifscheibe

und Größe der Kugeln, sondern verkleinert sich mit ihrer Zahl bis zu dem eben genannten Grenzwert. In Wirklichkeit wird sich ein zwischen beiden Fällen liegender Zustand ausbilden. Es ist aber immer zu beachten, daß mit sinkender Korngröße, also bei feinen Scheiben, der Porenraum sich rascher vermindert. Man wird also beim Schruppschliff von Werkstoffen, die einen fließenden Span bilden, beachten müssen, daß man bei mittel- und feinkörnigen Scheiben bald in das Gefahrgebiet kommt, wo nicht mehr genügend Spanraum zur Bildung des Spanes zur Verfügung steht und die Scheibe zum Zusetzen oder Verschmieren neigt²⁾. Abb. 5 zeigt die Oberfläche einer zum Schruppen bestimmten Schleiffläche. Die hellen Teile zeigen die Vielzahl der regellos verstreuten Schneidspitzen und Schneidkanten, die dunkleren Teile sind die dazwischen liegenden Vertiefungen, die Spanräume. Abb. 6 gibt einen Teil der Oberfläche in stärkerer Vergrößerung. Jeder im Schnitt befindlichen Schneidspitze oder Schneidkante entspricht am Werkstück eine Schleifspur. Abb. 7 und 8 zeigen in 320facher Vergrößerung diese Schleifspuren am Werkstück. Sehr deutlich sind in Abb. 8 die Bruchstellen der Späne zu sehen.

Während des Schleifvorganges ist nun die Schleiffläche, die beim Beginn eine sehr genau laufende Umfläche hatte — sie sei mit Hilfe des Diamant-Abrichtwerkzeuges auf hundertstel oder Bruchteile von hundertstel Millimetern abgerichtet —, in fortwährender Umbildung begriffen. Unter der Einwirkung der vom Werkstück ausgeübten Kräfte, die in reißender oder stoßender Wirkung auftreten, stumpfen sich die einzelnen Schleifkörner oder splintern an den beanspruchten Spitzen und Kanten ab oder brechen in sich zusammen oder werden ganz aus ihrer Bettung herausgerissen. Wir stellen uns schematisch den Beanspruchungsvorgang am Schleifkorn gemäß Abb. 9 vor. Je stärker das Korn beansprucht wird, etwa durch eine große Spandicke oder durch einen Werkstoff von hoher Bearbeitungsfestigkeit, um so stärker muß es in seiner Bettung festgehalten werden. Dies kann man dadurch erreichen, daß man die Körner dicht aneinanderpreßt und sie gegeneinander abstützt, auch durch Zugabe von Stütz- oder Füllkörnern geringeren Durchmessers, oder dadurch, daß mehr von dem Bindemittel verwendet oder diesem eine erhöhte Festigkeit gegeben wird. Immer aber muß darauf

²⁾ Eine eingehendere Darstellung findet sich in meiner Veröffentlichung: „Beiträge zur Kenntnis des Schleifens“, Maschinenbau Bd. 4 (1925) S. 875.

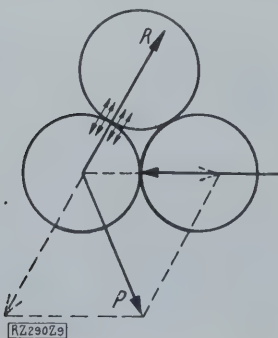


Abb. 9
Beanspruchung am
Schleifkorn

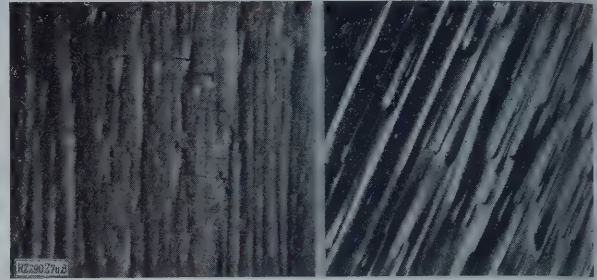


Abb. 7 und 8
Schleifspuren am Werkstück

Bedacht genommen sein, daß für die Spanbildung genügend freier Raum zur Verfügung steht. Damit ist nicht gesagt, daß keine größere Gesamtschnitttiefe, als etwa der halben Korngröße entspricht, bei einem Arbeitsgang verwertet werden kann; denn wir müssen beachten, daß beim Schrappen in der Regel die seitlichen Teile der Schleifscheibe die Hauptspanarbeit leisten, und hier kommen die einzelnen Schneidspitzen in Reihen übereinander zum Schnitt, Abb. 10.

In Wirklichkeit hat das Schleifkorn keine Kugelgestalt, sondern ist zur Erzielung einer Schneidwirkung mit einer Anzahl von Schneidspitzen und Schneidkanten mit einer oder ausgebuchteten, mehr oder minder wohl ausgebildeten kleinen Schneidflächen versehen.

Festigkeitsbeziehungen. Welche Beziehungen herrschen zwischen dem Span- oder Schleifdruck und dem Korn hinsichtlich seiner Gestalt und seines Gefüges? Auf das in Abb. 11 und 12 dargestellte Kornstück von der Breite 1 und der Länge x entfällt bei einer gleichmäßig verteilten Pressung von p kg auf die Flächeneinheit ein Schnittdruck

$$R = 1 x p \text{ kg}$$

angreifend in der Entfernung $\frac{x}{2}$ von der Kornspitze. Den durch Biegung gefährdeten Querschnitt mit Höhe k_b ergibt die Biegungsgleichung für den Schnittwinkel α die Beziehung

$$\text{tg } \alpha = 1,732 \sqrt{\frac{p}{k_b}}$$

wenn k_b die Biegezugfestigkeit des Kornes ist, d. h. wenn Kornwinkel ist abhängig von dem Verhältnis $\frac{p}{k_b}$. Er wächst

um so mehr, je mehr die spezifische Kantenpressung p der Biegezugfestigkeit k_b überwiegt. Die spezifische Kantenpressung p ist nun unmittelbar abhängig von der Härte des Werkstoffes. Je größer die Kantenpressungen werden, etwa beim Schleifen von Stahl, desto größere Kornwinkel sind erforderlich. Aber auch bei Werkstoff geringerer Festigkeit, der wie Gußeisen eine geringe Fließ- und Dehnbarkeit aufweist, kann, wenn der Schnittdruck nahe der Kornspitze oder -schneide auf eine geringe Fläche verteilt, die Kantenpressung wachsen und damit die Gefahr der Zerstörung der Schnittkante



Abb. 10
Seitlicher, stufenförmiger Schnitt
der Schleifscheibe

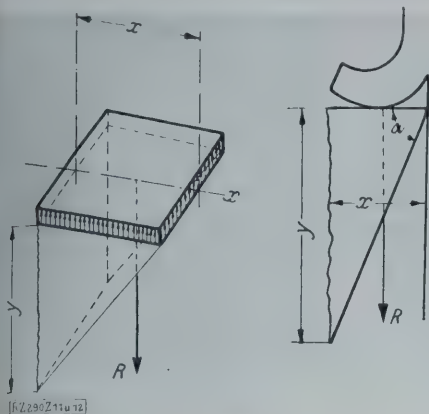


Abb. 11 und 12
Beanspruchung einer Kornspitze

ch Absplintern bei zu spitzigem Kornwinkel entstehen sen.

Das Bruchgefüge eines Schleifkornes, d. h. seine enschaft, mehr oder minder spitzige Kornwinkel zu len, und der Grad seiner Zähigkeit (Biegungsfestigkeit), zemeiner seine Widerstandsfähigkeit gegenüber reißen- oder stoßenden Kräften, sind somit entscheidend bei Auswahl der für die einzelnen Werkstoffarten bestigneten Schleifmittel. Die Klarstellung der hier obltenden Beziehungen, die bis jetzt meist unbeachtet geben sind, wird bei der Erzeugung bestimmter Eigenaften bei den künstlichen Schleifmitteln eine erhebliche leutung gewinnen.

Mit der Frage: Welcher Art und wie groß ist die nspruchung des Schleifkornes im Verbande seiner Nachkörner, und wie wird sie aufgenommen? kommen wir der brennenden Frage nach der Bestimmung des Härteades einer Schleifscheibe. Bis jetzt dürfte sie noch keine wandfreie Lösung gefunden haben, zum mindesten keine die Werkstatt brauchbare. Ich habe deshalb versucht, se Frage zu lösen, und glaube eine Lösung in dem in b. 13 bis 15 gezeigten Härteprüfer gefunden zu haben.



Abb. 13
Härteprüfgerät für Schleifscheiben

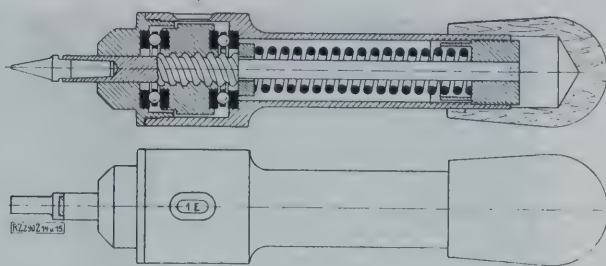


Abb. 14 und 15
Härteprüfgerät für Schleifscheiben

Der Konstruktionsgedanke geht von der einzig zuverlässigen Art und Weise, Scheiben zu prüfen, aus. Man drückt eine meißelförmige Schneide von Hand gegen die zu prüfende Schleifscheibe und sucht unter Hin- und Herdrehen einzelne Schleifkörner aus ihrer Bettung zu lösen. Die Größe des auf die Hand ausgeübten Widerstandes dient hierbei als Maßstab im Vergleich zu Musterstücken, die in ihrer Härteabstufung bekannt sind. Von dieser bekannten Prüfweise unterscheidet sich die vorgezeigte dadurch, daß die Größe der Kraftwirkung nicht gefühlsmäßig bestimmt, sondern durch die Zusammendrückung einer Feder und ihre Übertragung auf eine Meßtrommel unmittelbar gemessen wird. Selbstverständlich gibt diese Anordnung keine absoluten Werte, die Abstufung ändert sich schon unter dem Einfluß der verschiedenen Korngrößen, aber immerhin lassen sich mit dem Meßgerät nach einiger Einübung für die Praxis hinreichend genaue Ergebnisse erzielen.

Dieses Gerät wird neuerdings von den Diskus-Werken, Frankfurt a. M., in den Handel gebracht. Wenn es nun noch gelingt, ein Verfahren zu finden, das es ermöglicht, die Angaben des Härteprüfers auf ein Standmaß zu beziehen und zu prüfen — und es scheint, daß diese Aufgabe in Jena einer Lösung entgegenreift —, dann ist die Möglichkeit vorhanden, der Frage der Vereinheitlichung und Normung des Härtegrades von Schleifscheiben näherzutreten. Dann ist weiterhin die Möglichkeit gegeben, eine international gültige Härteskala aufzustellen.

Für diesen Fall schlage ich vor, die allgemein übliche Buchstabenbezeichnung zu verlassen zugunsten einer Zahlenreihe, Zahlentafel 1, von 24 Stufen derart, daß durch Stufen von 1 bis 4 das Gebiet der sehr weichen, von 5 bis 8 das Gebiet der weichen, von 9 bis 12 das Gebiet der mittelweichen, von 13 bis 16 das Gebiet der mittelharten, von 17 bis 20 das Gebiet der harten und von 21 bis 24 das Gebiet der sehr harten Schleifscheiben bezeichnet wird.

Der Schleifvorgang

Spanbildung. Im Gegensatz zu der Arbeitsweise des Stahlwerkzeuges erfolgt die Spanabnahme beim Schleifen durch das gleichzeitige Einschneiden einer Vielheit regellos gelagerter, kleiner Spitzen oder Schneiden in das Werkstück unter großer Geschwindigkeit.

Die mikroskopische Untersuchung der Spanbilder einer Reihe von spanbildenden wie von spröden Werkstoffen führt zu dem Ergebnis, daß die Schleifspäne eine überraschende Übereinstimmung mit Dreh-, Fräs- oder Hobel-spänen zeigen. In Abb. 16 sind in natürlicher Größe die Späne dargestellt, wie sie beim Schleifen von Schmied-eisen anfallen. Dieselben Späne sind in Abb. 17 und 18 mit 12facher und rd. 20facher Vergrößerung wiedergegeben. Abb. 19 und 20 zeigen einzelne gut entwickelte Schleif-späne, desgleichen Abb. 21 eine kennzeichnende Form in

Zahlentafel 1

Härtezahlenreihe, vorgeschlagen für die Normung von Schleifscheiben

	Sehr weich				Weich				Mittelweich				Mittelhart				Hart				Sehr hart			
gemeine Härteskala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Normen- kürzel	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	—	—

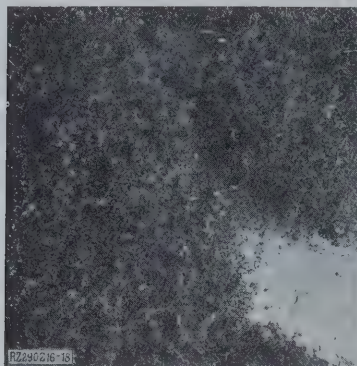


Abb. 16
Natürliche Größe

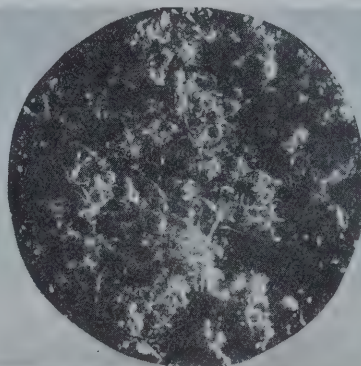


Abb. 17
12fache Vergrößerung

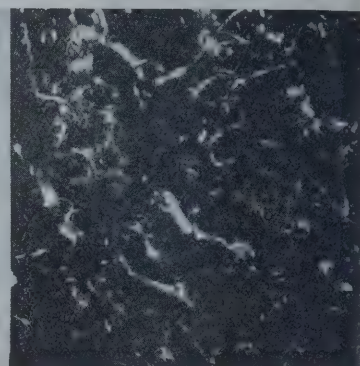


Abb. 18
20fache Vergrößerung

Abb. 16 bis 18 Schleifspäne von Schmiedeseisen

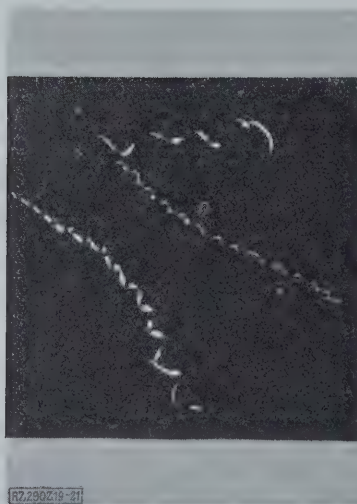


Abb. 19



Abb. 20



Abb. 21

Abb. 19 bis 21
Einzelne, gut entwickelte Schleifspäne von Schmiedeseisen

stärkerer, 30facher Vergrößerung. Lehrreich ist der Vergleich mit Schmiedeisenspänen, die mit dem Drehstuhl gewonnen wurden, gemäß Abb. 22 und 23.

Schleifspäne von Gußeisen in Abb. 24 und 25, von Messing in Abb. 26 zeigen jeweils die kennzeichnenden Spanformen.

Schon Codron³⁾ hat den tatsächlich sich abspielenden Schneidvorgang richtig erfaßt und beschrieben. In neuerer Zeit hat H. Klopstock sich mit der Untersuchung des Schneidvorganges bei der Dreh- und Hobelarbeit befaßt und Spanbilder veröffentlicht. Die Übereinstimmung mit den Spanbildern beim Schleifen ist

³⁾ Codron, Expériences sur le travail des machines-outils pour les métaux, 1906 Bd. II.

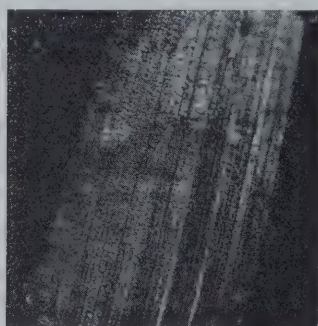


Abb. 22 und 23
Drehspäne von Schmiedeseisen

so groß, daß man die verschiedenen Bilder nur durch die Größe des verwendeten Bildmaßstabes unterscheiden muß.

Es ist somit zu vermuten, daß für den Schleifvorgang dieselben oder ähnliche Gesetze gelten, wie für den Schneidvorgang beim Stahlwerkzeug.

Das Gesetz für den Schneidvorgang beim Drehen nach Klopstock ein Potenzgesetz, das innerhalb des hauptsächlichsten Gebrauchsgebietes einen sehr flachen Verlauf hat, d. h. eine angenäherte Proportionalität zwischen Schleifdruck und Spanquerschnitt zeigt.

Schleifdruck und Spanquerschnitt. Bei Betrachtung werde gemäß Abb. 27 ein von einer senkrechten zur Papierebene sich bewegendes Kornspitze abgetrennt. Das Spanelement unterworfen. Nach dem Vorgange von Friedrich⁴⁾ ist die Schnittarbeit für ein bestimmtes Spanvolumen nicht nur von dem Spanquerschnitt, sondern auch von der Summe der Spanschnittflächen abhängig.

Die Rechnung führt den Schleifdruck P und den Spanquerschnitt f zu der Beziehung

$$P = k f + \alpha \sqrt{f} \dots \dots \dots$$

hierin ist k eine Ziffer, die den Widerstand für 1 Spanquerschnitt mißt, und α eine Ziffer, die von der Schnittgestalt abhängig ist, d. h. dem Verhältnis zwischen Schub und Schnitttiefe und von dem Widerstand für 1 Spanschnittfläche.

Man erkennt, daß diese Gleichung eine Kurve darstellt, die durch den Ursprung geht und ihre hohle Seite der Abszissenachse zuwendet. Sie kann auch durch die folgende Form ersetzt werden:

$$P = a f^m = a (s t)^m \dots \dots \dots$$

⁴⁾ Vergl. Z. Bd. 52 (1909) S. 860

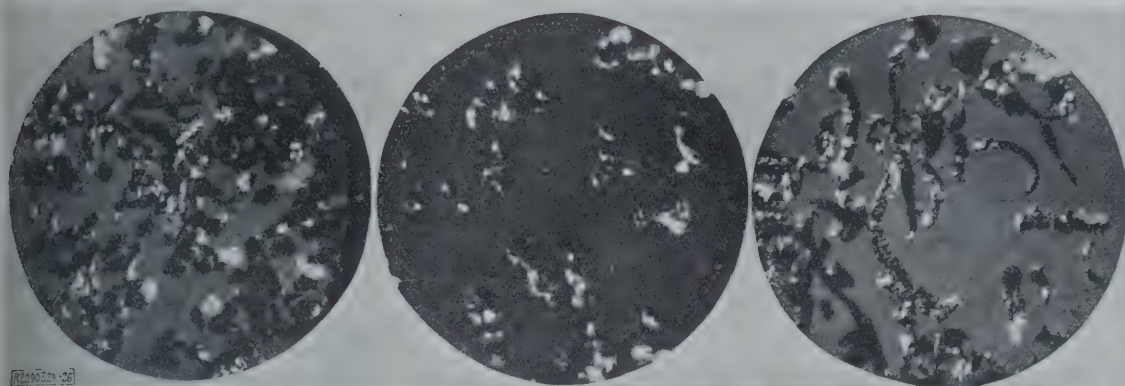


Abb. 24 und 25
Gußeisen

Abb. 26
Messing

Abb. 24 bis 26. Schleifspanformen von Gußeisen und Messing

Wir finden also für das Schleifen dasselbe Gesetz, das Schneidvorgang beim Stahlwerkzeug regelt. Gleiches erhält man für die Schnittleistung N bei der Schleifgeschwindigkeit v

$$N = a' v f^m = a' v (s t)^m \quad (5)$$

Die Größen von k und α , m und a sind unbekannt. Es läßt sich aber schon jetzt sagen, daß der sehr flache Verlauf der Schnittdruckkurven beim Schneidstahl, so daß ohne großen Fehler innerhalb des Gebrauchsgebietes Ver-nisgleichheit zwischen Schnittdruck und Spanquer-nitt zugrunde gelegt werden kann, beim Schleifen nicht an-dan ist.

Die Spanabnahme durch ein Stahlwerkzeug erfolgt in Praxis vielfach mit großer Spantiefe und kleinem Vor-schub. Dies gilt beim Schleifen nur für Gußeisen und äh-nliche Stoffe, nicht für Schmiedeeisen und Stahl, wie schon Schlesinger festgestellt hat⁵⁾. Die Erfahrung lehrt (die theoretische Begründung wird nachher gebracht), daß Schmiedeeisen und alle Werkstoffe, die einen fließenden Span bilden, am günstigsten mit Geschwindigkeiten in der Grö-ße von 30 bis 35 m/s geschliffen werden, während man bei Gußeisen und die spröden Werkstoffe nur etwa 18 bis 20 m/s wählen kann. Soll die Schleifmaschine in beiden Fällen voll belastet werden, so geht damit die Spantiefe bei Schmiedeeisen entsprechend der erhöhten Geschwindig-keit etwa auf die Hälfte zurück. Da nun Schmiedeeisen, im Vergleich zu Gußeisen, den doppelten spezifischen Bearbeitungs-widerstand ausübt, wie Gußeisen, so ist wiederum die Span-nung um den entsprechenden Betrag zu ermäßigen, für den Fall, daß man beidemale denselben seitlichen Vorschub bei-behält. Überschlüssig ist somit unter der Voraussetzung der gleichen Belastung beim Schleifen von Schmiedeeisen der der Span-scheibe sekundlich zugeführte Spanquerschnitt auf den vierten Teil des für Gußeisen zulässigen Spanquer-schnittes herabzusetzen. Da nun die Erwärmung der Schleif-scheibe mit zunehmender Schleifgeschwindigkeit und be-sonders bei Werkstoffen, die bei der Spanbil-dung eine erhebliche Verfestigung erleiden, verhältnismäßig stark ansteigt, so ist es mit Rücksicht auf eine raschere Wärmeabfuhr notwendig, den seitlichen Vorschub bei Schmiedeeisen zu erhöhen und dafür mit der Spantiefe noch mehr herunter zu gehen. So erklärt es sich, daß beim Schleifen von Schmiedeeisen, also bei voller Belastung der Schleifmaschine, die Spandicken bei Schmiedeeisen und dergleichen nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{10}$ derjenigen bei Gußeisen sind.

Die Spanabnahme und günstigste Schleifgeschwindigkeit. Während bei der Spanabnahme durch ein Stahlwerkzeug Taylor und seine Nachfolger das Vorhandensein einer Beziehung zwischen Schnittdruck und Schleifgeschwindigkeit leugnen — auch Klopstock hat nur eine ganz geringe Beeinflussung festgestellt —, könnte doch die sehr erheblichen Geschwindigkeiten beim Schleifen von Schmiedeeisen merkbarer Einfluß auf den Schleifdruck vorliegen. Die Verhältnisse sind noch nicht klargestellt.

Die günstigste Schleifgeschwindigkeit ist in erster und ausschlaggebender Linie abhängig von der Stoffart des Werkstückes. In zweiter Linie sind Beschaffenheit des Schleifkornes und der Querschnitt des abgenommenen Spans maßgebend. Während bei der Spanabnahme durch ein Stahlwerkzeug die Schneidenbelastung gleichbleibend ist, treten beim Schleifen zusätzliche Beanspruchungen der Kor-schnittkanten auf, weil die mit großer Geschwindigkeit bewegte Kornspitze rasch wechselnden Beanspruchungen unterliegt. Je nach den Festigkeits- und Zähig-keitseigenschaften, d. h. je nach der Härte und der Dehnung oder dem Vermögen, einen Span zu bilden, können sehr hohe Kantenbeanspruchungen auftreten, die sehr rasch das Schleifkorn und die Bindung zerstören und einen früh-zeitigen Verschleiß der Schleifscheibe zur Folge haben. Eine zu hohe Schnittgeschwindigkeit kann sowohl ein Stumpfwerden der Körner bei kleinen Spänen als ein Zer-trümmern des Kornes und der Bindung und damit eine er-hebliche Beeinträchtigung der Schleifarbeit zur Folge haben. Besonders bei der Bearbeitung von spröden Stoffen sind der Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit, wenigs-tens bei den zur Zeit bekannten Schleifmitteln, recht enge Grenzen gezogen. Eine zu niedrige Umfangsgeschwindig-keit dagegen führt bei gleichbleibender Größe der zuge-führten Leistung zu erhöhten Spandücken, d. h. zur Über-lastung von Korn oder Bindung oder von beiden zusammen und damit zu frühzeitigem Verschleiß der Schleifscheiben.

Die weiteren Untersuchungen erstrecken sich auf die Kraftwirkung, die das Schleifwerkzeug als Ganzes auf das Werkstück nach Größe und Richtung ausübt.

Beistell- und Umfangskraft. Soweit mir bekannt, hat der französische Ingenieur Codron 1902 erstmals das Ergebnis eingehender Versuche auf wissen-schaftlicher Grundlage über die beim Schleifen auftretenden Fragen veröffentlicht. Er untersuchte als erster das Ver-hältnis zwischen Umfangskraft und Beistellkraft und be-zeichnete den Wert

$$f = \frac{T}{Q} \quad (6)$$

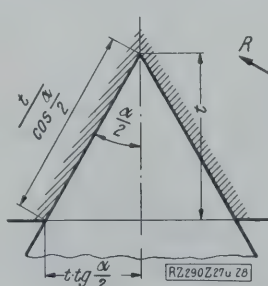


Abb. 27
Kornspitze im Eingriff
am Werkstück

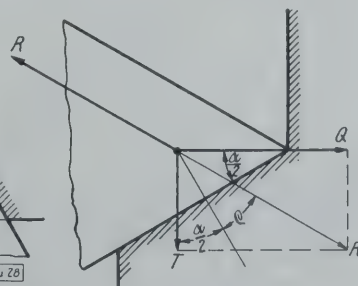


Abb. 28
Kornspitze im Eingriff
am Werkstück

⁵⁾ Vergl. Schlesinger, Forschungsarbeiten des V. d. I., Heft 43.

als „coefficient d'attaque“, als „Schneidzahl“, um die Schneidfähigkeit oder das Angriffsvermögen von Schleifscheiben untereinander vergleichen zu können.

Die Schneidzahl. Die für die Schneidzahl f zu erwartenden Größen ergeben sich aus folgender Betrachtung: Gemäß Abb. 28 schneide eine Kornspitze mit dem Spitzenwinkel α in das Werkstück ein. Aus Abb. 28 ergeben sich unmittelbar die Kornkräfte T , Q und R , wenn R die vom Werkstück unter Berücksichtigung der Spanreibung ausgeübte Kraft ist. ϱ sei der Reibungswinkel.

Es ist

$$f = \frac{T}{Q} = \cotg \left(\frac{\alpha}{2} + \varrho \right) \quad (7).$$

Mit $\varrho = 16^\circ$ finden wir:

für die Kornwinkel	$\alpha = 30^\circ$	60°	90°	120°
	$f = 1,664$	$0,966$	$0,554$	$0,249$.

Für die Kornwinkel 60 bis 120° sind also Werte zwischen 1,0 und 0,25 zu erwarten. Im Gegensatz zu den Drehstählen werden beim Schleifen somit die Beistellkräfte ein Mehrfaches der Schnittdrücke betragen können.

Die Schneidzahl gibt jedoch kein zuverlässiges Mittel, um die für die jeweilige Bearbeitungsaufgabe bestgeeignete Schleifscheibe festzustellen, und keine Auskunft, mit welchem Verbrauch an Schleifmitteln eine hohe Schleifleistung erkauft wird. Und dies ist letzten Endes die wichtigste Frage für den Betriebsmann.

Güteziffer. Nach dem heutigen Stand der Technik läßt sich die Frage nach der wirtschaftlichsten Schleifscheibe, also die Bestimmung der Gütezahl einer Schleifscheibe, nur auf Grund folgender Überlegung lösen: Man wird einer Schleifscheibe eine um so höhere Wirtschaftlichkeit zuschreiben, je größer die Schleifleistung S in der Zeiteinheit, je geringer der Schleifmittelverbrauch V in der Zeiteinheit und je kleiner der Arbeitsaufwand A für Zerspanung in der Zeiteinheit ist. Man wird also, wenn man das Maß für die Wirtschaftlichkeit einer Schleifscheibe oder ihre Gütezahl mit η bezeichnen, schreiben können:

$$\eta = c \frac{S}{VA} \quad (8).$$

Wir nehmen nun an, daß entsprechend den Versuchen der Firma Mayer & Schmidt, Offenbach a. M., irgend eine Beziehung zwischen Schleifmittelverbrauch und -arbeitsaufwand besteht, und setzen also:

$$V = f(A).$$

Damit wird

$$\eta = c \frac{S}{f(A)A}.$$

Legen wir nun in erster Annäherung ein Hyperbelgesetz — mit wachsendem V werde A kleiner — zwischen den Größen V und A zugrunde, schreiben wir also:

$$VA^n = k$$

oder

$$V = \frac{k}{A^n},$$

so wird

$$\eta = \frac{cS}{kA^n} = c' S A^{n-1} \quad (9).$$

Entscheidend ist in dieser Gleichung der Exponent n .

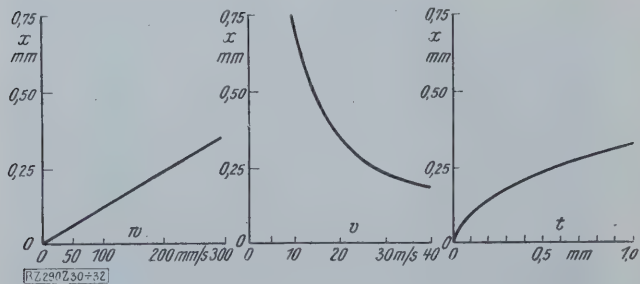


Abb. 30

Abb. 31

Abb. 32

Abb. 30 bis 32

Veränderlichkeit der Spandicke mit Werkstückgeschwindigkeit w , Umfanggeschwindigkeit der Schleifscheibe v und Zustellung der Schleifscheibe t

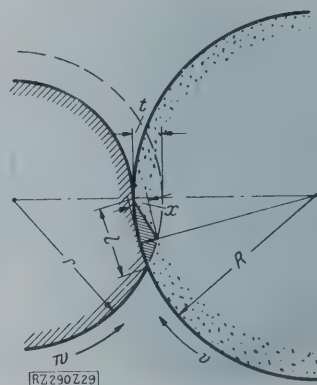


Abb. 29
Rundschleifscheibe im
Eingriff am Werkstück

Grundgleichung für den Schleifvorgang. Während der sehr kurzen Zeit, in der sich ein Span bildet, beim Rundschliff etwa in $1/10000$ Sekunde, werden die Schnitt- und Beschleunigungsarbeiten, bezogen auf die Gewichteinheit der Werkstoffe, zu hohen Beträgen. Da außer dem spezifischen Druck auch die Geschwindigkeit, mit der der Span abfließt, sehr viel höher ist als beim Stahlwerkzeug, so werden auch die Reibungsarbeiten auf den Kornflächen auf Abnutzung beansprucht, sehr viel höher als beim Stahlwerkzeug sein. Dabei ist ganz allgemein von dem Einfluß einer etwaigen Materialfestigung beim Schleifen.

Wir sehen also, daß sowohl hinsichtlich der statischen und dynamischen Festigkeit, der Wärmeverhältnisse und der Oberflächenbeanspruchung eine sehr hohe spezifische Anstrengung des Kornes vorhanden ist. Diese Anstrengung ist in erster Linie abhängig von der Spandicke. Wir können also dazu, der Spandicke eine überragende Bedeutung beim Schleifvorgang zuzuschreiben. Welche Größen nun maßgebend die Spandicke beeinflussen?

Bezeichnet in Abb. 29 (für den Rundschliff) gültig:

- R den Halbmesser der Schleifscheibe in mm,
- r den Halbmesser des Werkstückes in mm,
- s den seitlichen Vorschub für eine Werkstückumdrehung in mm,
- t die Zustellung in mm,
- w die Werkstückgeschwindigkeit in m/s,
- v die Schleifscheibengeschwindigkeit in m/s,
- x die Spandicke in mm,

so gilt für die Spandicke die Beziehung

$$x = \left(\frac{2R}{\sqrt{r}} + \sqrt{r} \right) \sqrt{1 + \left(\frac{s}{2\pi r} \right)^2} \sqrt{t} \frac{w}{v}$$

Aus dieser Grundgleichung für den Schleifvorgang ergibt sich eine Reihe wichtiger Erkenntnisse und Beziehungen für den Betrieb über den Einfluß der einzelnen Betriebsgrößen.

Werkstückgeschwindigkeit. Steigt bei sonst gleichen Verhältnissen die Werkstückgeschwindigkeit, so wächst im selben Verhältnis die Spandicke, wie Abb. 30 zeigt. Es liegt nahe, zu glauben, daß, um zu größter Erzeugung zu gelangen, man nur die Werkstückgeschwindigkeit zu steigern brauche. Diese Voraussetzung würde aber da im selben Verhältnis ja auch die Anstrengung des Kornes und damit der Bindung wächst, zu sehr harten Schleifscheiben führen, die erfahrungsgemäß einen größeren Kraftverbrauch an Kraft zeigen und die Maschine am höchsten beanspruchen. In der Regel ist die Leistungssteigerung unscheinbar, da der Vorteil beim Schruppen durch den Mehraufwand beim Schlachten, durch den erhöhten Kraftverbrauch und die erhöhte Abnutzung der Maschine in sein Gegenteil verkehrt wird. Hier sind also Grenzen gezogen. Man wird die größte Erzeugung eher mit weicheren Schleifscheiben und mittlerer Werkstückbewegung erreichen.

⁶⁾ Vergl. den Aufsatz des Verfassers: Beiträge zur Kenntnis des Schleifens, „Maschinenbau“ Bd. 4 (1925) S. 875 u. f.

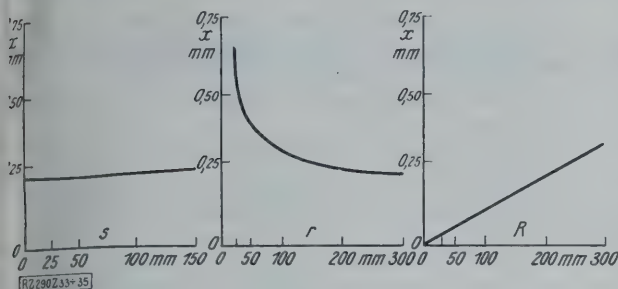


Abb. 33

Abb. 34

Abb. 35

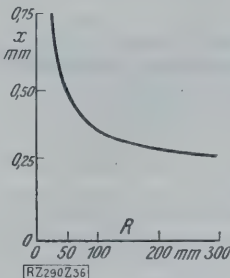


Abb. 36

Abb. 33 bis 36
Veränderlichkeit der Spandicke mit Seitenvershub s , Werkstückhalbmesser r , Schleifscheibenhalmesser R sowie mit abnehmendem Schleifscheibenhalmmesser R und gleichzeitig abnehmender Schleifscheibengeschwindigkeit v (Abb. 36)

Ist die Werkstückgeschwindigkeit und damit die Spandicke zu groß, so kann der Span nicht entweichen, er preßt sich in den Poren fest, die Schleiffläche ist verschmiert und man schneiden unmöglich gemacht. Die Schleifscheibe „brennt“, d. h. sie erzeugt vorwiegend Reibungswärme, ist aber keine Schneidarbeit. Ist die Werkstückgeschwindigkeit und damit die Spandicke zu klein und das Schleifkorn nicht zäh genug, so bricht bei diesem die Spitze, der Kornrest wird bald stumpf geschliffen, die Schleifscheibe zeigt einen stumpfen Glanz und brennt ebenfalls, d. h. sie erzeugt vorwiegend Reibungswärme ohne Schneidarbeit. Zu hohe Werkstückgeschwindigkeit bei weicher Schleifscheibe verursacht außerordentlich raschen Scheibenverbrauch.

Beim Feinschleifen sind die abzunehmenden Spändicken sehr gering. Es ist deshalb verständlich, daß die die Spandicke beeinflussenden Faktoren hier wirkungslos bleiben. Man kann deshalb keine Schleifarbeit erzielen mit ganz langsamen und ganz raschen Werkstückgeschwindigkeiten, mit ganz groben und ganz feinen, breiten und schmalen Schleifscheiben; sie hängt in erster Linie von der Geschicklichkeit des Arbeiters und seiner Sorgfalt beim Abichten seiner Schleifscheibe ab.

Die Regelung der Werkstückgeschwindigkeit ist das wichtigste Mittel zur Beeinflussung des Schneidvorganges und hat den größten Einfluß auf die wirtschaftliche Ausnutzung der Schleifmaschine. Es ist deshalb notwendig, daß diese mit einer rasch zu betätigenden, innerhalb weiter Grenzen möglichst feinstufigen Einrichtung zur Regelung der Werkstückgeschwindigkeit versehen ist.

Schleifscheibengeschwindigkeit. Die landläufige Meinung ist, daß mit wachsender Umlaufzahl der Schleifscheibe die Schleifleistung steigt. Dies ist wenigstens für das maschinelle Schleifen irrig. Die Größe der Spanabnahme in der Zeiteinheit beim Rundschliff ist nur abhängig von der Größe der Zustellung, der Schleifscheibenbreite, der Werkstückgeschwindigkeit und dem seitlichen Vershub in der Zeiteinheit. Die Größe der Schleifscheibengeschwindigkeit hat nichts unmittelbar mit der Größe der Schleifleistung zu tun. Sie beeinflusst in erster Linie die Dicke der Einzelspäne, und zwar derart, daß mit zunehmender Schleifscheibengeschwindigkeit die Spandicke sinkt, und zwar nach dem Gesetz einer Hyperbel, Abb. 31.

Es ist uns jetzt verständlich, warum man Werkstoffe von höherer Bearbeitungsfestigkeit wie Schmiedeeisen und Stahl mit erhöhten Geschwindigkeiten schleift und am besten mit Korund, der noch genügend Zähigkeit hat, um dem Spandruck zu widerstehen, wo das spröde Siliziumkarbid, das an sich eine größere Oberflächenhärte haben mag, zusammenbricht.

Mit der fortschreitenden Abnutzung der Schleifscheibe tritt eine erhebliche Verringerung der Scheibengeschwindigkeit und damit Zunahme der Spandicke und Beanspruchung der Schleifscheibe ein⁷⁾. Wird dieser Umstand nicht durch Erhöhung der Umlaufzahl oder eine der Maßnahmen, die eine Verminderung der Spandicke hervorrufen, ausgeglichen, so kann ein erheblicher Scheibenverbrauch eintreten. Es ist deshalb vorzuziehen — und die Entwicklung der Schleiftechnik scheint diese Richtung zu nehmen —, das Scheibenmaterial nahe dem Umfange zusammenzurängen und die Kranzschleifscheiben zu entwickeln. Damit ist auch eine Vereinfachung im Antrieb und Bau der

Maschine verbunden, da nunmehr eine einzige Schleifgeschwindigkeit genügt.

Schnitttiefe⁸⁾. Wachsender Schnitttiefe entsprechen nicht im gleichen Verhältnis, sondern gemäß Abb. 32 langsamer wachsende Spandicken. Die Spanabnahme ist also nicht der Zustellung verhältnismäßig — wir sehen dabei ab von dem Einfluß der elastischen Nachgiebigkeiten in der Maschine —, und es ist damit unmöglich, die Erzeugung durch Erhöhung der Schnitttiefe über ein gewisses Maß noch weiter steigern zu wollen.

Seitenvershub. In der Grundgleichung bringt der Wurzelwert

$$\sqrt{1 + \left(\frac{s}{2\pi r}\right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{nb}{2\pi r}\right)^2} \dots (11),$$

worin b die Breite der Schleifscheibe in mm ist und n ein Bruchteil der Scheibenbreite, der zur Zeit bis 1 gewählt wird, den Einfluß des Seitenvershubes und der Schleifscheibenbreite zum Ausdruck. Er ist bei großen Werkstückdurchmessern und schmalen Schleifscheiben recht gering, wächst aber bei kleinen Werkstückdurchmessern und breiten Schleifscheiben. Abb. 33 gilt für ein Arbeitsbeispiel von $r = 50$ mm und $n = 1$. Beim Schruppen arbeitet man mit möglichst großen Seitenvershuben unter Verwendung von breiten Schleifscheiben, was natürlich entsprechend kräftig gebaute Maschinen voraussetzt. Die wirtschaftlichste Ausnutzung der Schleifmaschine erreicht man mit einem Seitenvershub, der der vollen Scheibenbreite nahezu gleich ist, und einer entsprechenden Werkstückgeschwindigkeit. Dies gilt für das Schruppen wie für das Feinschleifen, soweit unter letzterem eine handelsübliche Güte des Schliffes verstanden wird. Für sehr feine Schleifarbeiten bedarf diese Regel einer Berichtigung durch Verkürzen des Seitenvershubes.

Werkstückdurchmesser. Der Einfluß der Veränderlichkeit des Werkstückdurchmessers ist überraschend. Wie aus Abb. 34 hervorgeht, nehmen die Spandicken mit zunehmendem Durchmesser ab, und zwar nach einer Hyperbel, so daß im Gebiete der kleinen und kleinsten Werkstückdurchmesser kleinen Durchmesseränderungen sehr große Änderungen der Spandicke entsprechen, während umgekehrt im Gebiete der großen Werkstückdurchmesser die Durchmesseränderungen nur einen geringen Einfluß ausüben. Im Gebiete der mittleren Durchmesser nehmen die Spandicken mehr gleichmäßig mit zunehmendem Werkstückdurchmesser ab. Wir begreifen jetzt, daß bei großen Werkstückdurchmessern, wie wir sie beim Schleifen von Walzen, Kalandern und dergleichen haben, die Durchmesseränderungen einen geringen Einfluß auf den Schleifvorgang, damit auf die richtige Scheibenwahl haben, während umgekehrt für das Gebiet der sehr kleinen Durchmesser, etwa bei dünnen Wellen, Spindeln, Stiften, Nadeln und dergleichen, die bekannte Empfindlichkeit in der Wahl der richtigen Schleifscheibe und die Störungen bei einer nicht ständig gleichbleibenden Scheibengüte nunmehr klargestellt sind.

⁸⁾ Den vom Drehen übernommenen Begriff „Schnitttiefe“ gibt es bei der Schleifmaschine eigentlich gar nicht. Es sollte nur von „Spandicke“ im Sinne dieser Abhandlung und von „Zustellung“ gesprochen werden. (Vergl. Maschinenbau Bd. 4 (1925) S. 878 u. f.) Man hat zu unterscheiden zwischen der

Spandicke als Dicke des Einzelspans,
 „Größe der Durchmesseränderung bei einem Arbeitgang der Schleifscheibe,
 „Größe der Durchmesseränderung vom Schleifbeginn bis zum Ausschleifen. Sie ist gleich der „Zustellung“ der Schleifscheibe und gleich dem „Übermaß“.

⁷⁾ Vergl. Werkstattstechnik Bd. 2) (1926) S. 310.

Schleifscheibendurchmesser. Abb. 35 zeigt, daß die Spandicken im gleichen Verhältnis zunehmen, wie die Schleifscheibe größer wird, und umgekehrt nehmen die Spandicken mit abnehmendem Schleifscheibendurchmesser ab. Es ist vorteilhaft, mit großem Scheibendurchmesser zu arbeiten⁹⁾.

Mit fortschreitender Scheibenabnutzung nimmt auch die Scheibenumfangsgeschwindigkeit ab. Wir sehen, daß dadurch die Spandicken steigen. Beide Faktoren, Durchmesserverminderung und Scheibengeschwindigkeitsabfall, wirken also einander entgegen. Es ist nun die Frage, welcher Einfluß überwiegt. Die Rechnung führt zu einer Kurve mit hyperbolischem Charakter. Den Verlauf dieser Gleichung zeigt Abb. 36. Nutzt sich also eine Schleifscheibe fortschreitend ab und wird diese Durchmesserverminderung nicht durch die entsprechende Erhöhung der Umlaufzahl der Schleifscheibe ausgeglichen, so ist eine fortschreitende Zunahme der Spandicke und damit der Beanspruchung der Schleifscheibe die Folge. Die Beanspruchungssteigerung und damit auch der Scheibenverbrauch verläuft bei großen Schleifscheibendurchmessern erst langsam, im Mittelgebiet rascher und sehr rasch bei kleinem Scheibendurchmesser.

Zusammenfassung der zu lösenden Aufgaben

I. Aufgabengruppe der Schleifmittel

- a) Klasseneinteilung der einzelnen Schleifmittel hinsichtlich
 1. Stofflichen Aufbaues und Reinheitsgrades
 2. spezifischen Gewichtes
 3. Bruchform
 4. Kristallsystems
 5. Oberflächenbeschaffenheit
 6. Oberflächenhärte
 7. Festigkeit, Zähigkeit, Spaltbarkeit
 8. optischer Eigenschaften, Farbe
 9. Wärmeleitfähigkeit und spezifischer Wärmeaufnahme
 10. Herstellverfahren
 11. Verhalten beim Aufbereiten
 12. Eignung für die verschiedenen Bearbeitungsweisen und Werkstoffe.
- b) Entwicklung von Prüfverfahren für:
 1. das Verhalten des Schleifkornes gegenüber der Einwirkung von stoßenden oder reißenen Kräften, Festigkeit, Zähigkeit, Sprödigkeit, Spaltbarkeit, Härte;
 2. die Oberflächenbeschaffenheit: Glätte, Oberflächenhärte, Spitzen- und Kantenentwicklung;
 3. die Raumfüllungsziffer im losen und gebundenen Zustande, für den Spanraum.
- c) Beeinflussung des Korngefüges hinsichtlich seiner Kristallisationsform, seiner Kohäsionseigenschaften hinsichtlich einer Anpassung an den Schleifzweck.
- d) Beeinflussung der Korngestalt hinsichtlich der Erzeugung rundlicher Kornformen, glatter Flächen, scharfer Schneiden und Kanten, Anpassung der Kornformen an verschiedene Werkstoffe durch chemische und physikalische Mittel.
- e) Schaffung neuer Schleifmittel in dem Gebiet zwischen Korund und Diamant.
- f) Untersuchung der mechanischen Aufbereitungsverfahren (Brechen, Mahlen, Pochen) zwecks Erhaltung günstigster Korngrößen und Korngrößenanteile.
- g) Untersuchung der Vorgänge beim Sieben und Schlämmen.
- h) Normung der Korngrößen.

II. Aufgabengruppe des Schleifwerkzeuges

- a) Technologie der Bindungen:
 1. Zementbindung
 2. Silikatbindung
 3. Harz- und Gummibindung
 4. keramische Bindungen.

- b) Frage der Spannungsermittlung in Schleifscheiben, Betriebssicherheit der Schleifscheiben, Aufspannmittel und Schutzvorrichtungen.
- c) Härtegrad, Untersuchungsmittel, allgemeine Härteskala.
- d) Schleifräder als Ersatz für Sandsteine.
- e) Konstruktive Entwicklung der Schleifwerkzeuge.
- f) Normung der Schleifwerkzeuge.

III. Aufgabengruppe der Schleifmaschine

- a) Ausbildung des elektrischen Einzelantriebes.
- b) Ausbildung der Antriebsmittel für die Werkstoffbewegung.
- c) Schaffung von Auswuchtmitteln während des Betriebes.
- d) Untersuchung der Starrheit und Schwingungsfestigkeit bei Schleifmaschinen.
- e) Aufstellung von Energiebilanzen für die einzelnen Schleifmaschinenarten.
- f) Entwicklung von halb- und vollautomatischen Schleifmaschinen für Sonderzwecke.
- g) Entwicklung von Meßgeräten und Abrichtwerkzeugen in dauernder oder loser Verbindung mit der Maschine.
- h) Kritik der Spannmittel für die Schleifwerkzeuge und der Schutzvorrichtungen.
- i) Entwicklung der Aufspannmittel für die Werkstücke.

IV. Aufgabengruppe bei der Anwendung von Maschine und Werkzeug, d. h. bei dem Schleifvorgang

- a) Vorgänge bei der Spanbildung.
- b) Feststellung der beim Schleifen auftretenden Kräfte nach Größe und Richtung beim Rundschleifen und Flächenschleifen.
- c) Einfluß des Schleifdruckes auf das Gefüge von Korn und Schleifscheibe, Vorgänge bei der Abnutzung der Schleifscheibe.
- d) Ermittlung der günstigsten Schleifgeschwindigkeit für die verschiedenen Werkstoffarten.
- e) Gibt es eine Gütezahl für Schleifscheiben?
- f) Läßt sich für den Schleifvorgang eine Gleichung aufstellen, in der die hauptsächlichsten Betriebsgrößen maßgebend auftreten? Nachprüfung dieser Gleichung.
- g) Vorbereitung der Werkstücke für das Schleifen, Wirtschaftlichkeit des Schleifens.
- h) Genauigkeits- und Feinheitsgrade geschliffener Flächen, Untersuchungsmittel.
- i) Frage der Bearbeitungsfestigkeit der verschiedenen Werkstoffe, Werkstoffverfestigung beim Schleifen.
- k) Einfluß der Kühlmittel.

Schlußbetrachtung

Zum Schluß bleibt noch eine mit der wichtigsten Aufgabengruppe übrig: Die Aufgabengruppe des Menschen. In keinem Zweige des Werkzeugmaschinenbaues sind die zu lösenden Aufgaben so zahlreich, so schwierig, so vielfältig und so komplex wie beim Schleifen. Einzelne oder einige können sie nicht lösen. Es bedarf der Zusammenarbeit aller beteiligten Kreise, der Erzeuger so gut wie der Verbraucher. Vor dem Anwenden, d. h. dem Anwenden in seiner wirtschaftlichsten Form, muß immer das Erkennen stehen. Deshalb können wir der Forschung und der Erkenntnis der Wissenschaft nicht entbehren, weder der Arbeit in den Materialprüfanstalten, in den Laboratorien und auf den Versuchständen der Technischen Hochschulen, noch an den Forschungsstätten der Universitäten. Die Institute müssen mit ihren Erfahrungen herauskommen und die Kleinlichkeit und Geheimniskrämerei abtun. Fachpresse und Fachorganisationen müssen den Ring schließen mit den noch fehlenden fachwissenschaftlichen Zusammenarbeiten der deutschen Schleiftechniker. [B 290]

⁹⁾ Vergl. den Aufsatz des Verfassers: Abnutzungsverhältnisse einer Schleifscheibe, „Werkstattstechnik“ Bd. 20 (1926) S. 310 u. f.

Massenfertigung von Holzersatzteilen in Eisenbahnwerken

Von Werkdirektor Bardtke, Wittenberge

getragen in der Fachsitzung „Betriebstechnik“ anlässlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg am 30. Mai 1927

Die Umstände, die zum Übergang von handwerksmäßiger auf fabrikartige Arbeit in den Eisenbahnwerkstätten geführt haben — Holzvorratbau, verschiedene Beispiele für die frühere und die jetzige Arbeitsweise und die erzielten Ersparnisse — Die bei der maschinellen Herstellung der Holzvorratteile verwendeten Schablonen, Lehren und Vorrichtungen aller Art — Förderwesen und Vorrichtung für Stapelung der Bretter — Anstreichmaschine

Die Werkstätten der Reichsbahn sind reine Ausbesserungswerkstätten, in denen die Fahrzeuge, Lokomotiven und Wagen, nicht neu hergestellt, sondern nur unterhalten und instandgesetzt werden. Die Verschiedenheit der auszubessernden Einzelteile, von denen selten größere Mengen gleicher Bauart gleichzeitig gearbeitet sind, hatte zur Folge, daß früher die Arbeit in Eisenbahnwerken mehr handwerksmäßig als fabrikartig war. Die Teile wurden einzeln ausgebaut, bearbeitet, neu angefertigt und dann wieder an demselben Fahrzeug eingebaut. Dies verursachte nicht nur lange Ausbesserungszeiten, in denen die Fahrzeuge dem Betrieb entzogen waren und nutzlos Verzinsung und Abschreibung kosteten, sondern bewirkte auch höchst unwirtschaftliches Ansehen der Arbeiter und der Maschinen.

In den letzten Jahren hat sich eine vollkommene Umstellung der Arbeitsverfahren in den Eisenbahnwerken ergeben. Durch Normung der Einzelteile und durch Vergleich der Fahrzeuge auf die einzelnen Werke derart, daß immer nur bestimmte Bauarten von Lokomotiven, Personenwagen oder nur Güterwagen zugeteilt wurden, erzielt man, daß Einzelteile gleicher Art in größerer Menge auszubessern oder zu erneuern waren. Infolgedessen konnte man auch zum Vorratbau von Ersatzteilen übergehen. Die Fahrzeuge brauchten nicht mehr auf die Herstellung oder Erneuerung der ausgebauten Teile warten, sondern konnten in kürzester Zeit mit Vorrat aus den Lagern wieder betriebsfähig gemacht werden. Seitdem war es auch nicht mehr nötig, die ausgebauten Einzelteile einzeln in Arbeit zu nehmen, sondern es wurde mögliche Reihen- und Fließarbeit einzuführen und die Arbeitsvorgänge durch Unterteilung der Arbeiten und Sonderausstattung der Arbeiter wirtschaftlicher zu machen. Als man schließlich die Bearbeitung bestimmter Teile für mehrere Werkstätten in einzelnen Zentralwerkstätten, z. B. Rotgußwerkstätten, Kupplungswerkstätten, Bremsventilwerkstätten, Holzbearbeitungswerkstätten zusammenfaßte, gelangte

man zu Massenfertigungen, die außerordentlich wirtschaftliche fabrikmäßige Arbeitsverfahren zuließen.

Ganz besonders großen Umfang nahm die Massenfertigung in den Holzbearbeitungswerkstätten an, weil Holzteile und einbaufertige Bretter am häufigsten ersatzbedürftig sind. So verarbeitet zum Beispiel das Eisenbahnausbesserungswerk Wittenberge monatlich etwa 2500 Festmeter Holz für Holzersatzteile und einbaufertige Bretter, mit denen es fünf andere Ausbesserwerke und eine größere Anzahl von Betriebswagenwerken und Bahnmeistereien außer dem eigenen Bedarf beliefert. Der Monatsbedarf wird von diesen nach einer Liste aller Vorratsteile angefordert. Im Laufe der Zeit hat sich hierbei eine gewisse Regelmäßigkeit eingestellt, so daß es der Holzbearbeitungswerkstatt möglich wurde, die verschiedenen Teile in größeren Mengen, wie sie dem mittleren Bedarf entsprachen, in Arbeit zu nehmen und einem Vorratlager zuzuführen, von dem aus die Belieferung der andern Werke erfolgte, ohne daß dies Vorratlager zu groß und unwirtschaftlich wurde. Auf diese Weise können z. B. 1000 bis 1200 Fensterrahmen, 200 bis 300 Dachspiegel, 1200 bis 1500 Rungen für Heu- und Strohwagen usw. gleichzeitig in Arbeit gegeben werden.

Der Erfolg war beste Ausnutzung der Rohstoffe durch Verminderung des Abfalls, bedeutende Verringerung der Lohnkosten, beste Ausnutzung der Maschinen und größte Genauigkeit der Arbeit. Die Mittel hierzu waren gänzliche Ausschaltung aller Handarbeit außer beim Zusammenbau und Übergang zu reiner Maschinenarbeit durch Anwendung von Lehren und Schablonen, Vereinfachung und Verringerung der Arbeitsvorgänge durch Bau geeigneter Vorrichtungen, genaue Festlegung der Arbeitsverfahren durch umfassende Arbeitsvorbereitung, Vereinfachung der Handgriffe zur Bedienung der Maschinen, Fließarbeit und genaue Zeitermittlungen mittels Stoppuhr.

Während früher der Arbeiter die Stücke für den Ersatzteil aus den vollen Bohlen und Brettern der Rohware

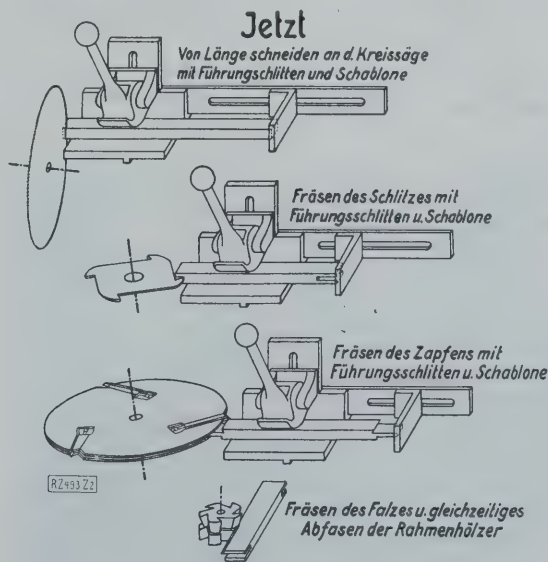
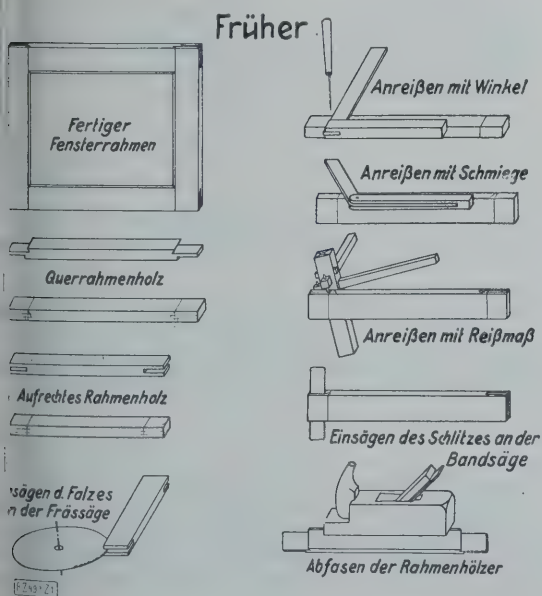


Abb. 1
Früher erforderliche Arbeitsvorgänge

Abb. 2
Heutiges Arbeitsverfahren

Abb. 1 und 2
Herstellung von Fensterrahmen für Eisenbahnwagen

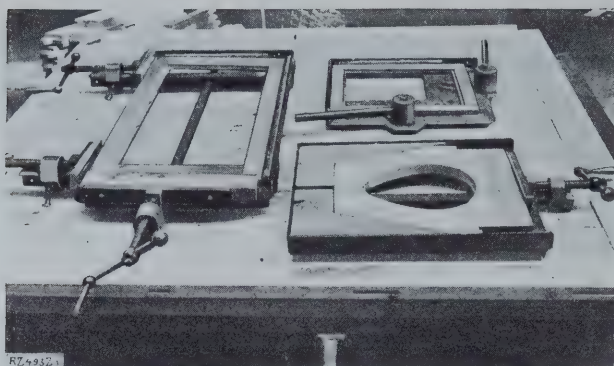


Abb. 3
Spannrahmen für Fenster und Abortdeckel

oder aus dem verwertbaren Abfall früherer Arbeiten herausgeschnitten, wird jetzt die Rohware nach bestimmten Normen so aufgeschnitten, daß nur wenig Abfall entsteht. Es wird schon bei der Beschaffung der Hölzer versucht, sich den Normen der Sägewerke für die Rohware anzupassen, um diese Handelsware preiswert einzukaufen. Wenn das nicht immer möglich ist, so liegt es an der Eigenart der Abmessungen für Eisenbahnzwecke. Es wäre deshalb zu wünschen, daß die Sägewerke sich bei dem Einschnitt auf diese Anforderungen einrichten, was bei dem großen Bedarf der Reichsbahn wohl möglich erscheint.

Die aufgeschnittenen Hölzer werden ohne das früher übliche Vorzeichnen den Maschinen unmittelbar zugeführt und nach Schablonen so bearbeitet, daß höchste Genauigkeit der Arbeit erzielt wird und Fehlstücke, die früher häufig durch ungenaues Anreißen oder durch mangelhafte Angaben über die Ausführung entstanden, vollkommen vermieden werden. Wie die Arbeit auf den Maschinen im Fließgang bis zur Fertigstellung oder bis zum Zusammenbau der Einzelteile vor sich geht und welche verschiedenartigen Vorrichtungen sich dabei erfolgreich anwenden lassen, soll an einigen Beispielen gezeigt werden. Dabei soll gleichzeitig angegeben werden, in welchem Ausmaß sich die Lohnkosten infolge der neuen Arbeitsverfahren verringert haben. Leider ist es nicht möglich, die nicht geringeren Ersparnisse zu erfassen, die durch bessere Ausnutzung der Rohstoffe und der Maschinen erzielt werden.

Als Beispiel sei zunächst die Herstellung von Rahmen gewählt, die für die Eisenbahnwagen viel gebraucht werden. Abb. 1 zeigt die früher erforderlichen Arbeitsgänge. Man sieht links den fertigen Fensterrahmen, der Rahmenhölzer, aus denen er zusammengesetzt wird. Zapfen, Schlitz und Einschnitte wurden mit Winkel, Schmiege und Reißmaß angerissen, dann wurden die Schlitz mit der Bandsäge eingesägt, der Falz auf der Fräsmaschine wurde ausgeschlagen und die scharfe Kante mit dem Handhobel angestoßen, worauf die Rohware auf der Hobelbank zusammengespant, mit dem Winkel ausgerichtet, verleimt und mit dem Handhobel verputzt wurden. Die Lohnkosten betrugen im Mittel 1,50 \mathcal{M} für verschiedene Größen.

Nach dem heutigen Arbeitsverfahren werden die Rahmenhölzer mit Lehren genau auf die Länge zugeschnitten, maßhaltig gehobelt und erhalten den Schlitz nach einem Lehen auf einer Schlitzmaschine, worauf der Zapfen in einem Arbeitsgang auf der folgenden Maschine gearbeitet wird, Abb. 2. In gleicher Weise erfolgt das Fräsen des Falzes und das Abfasen der Rahmenhölzer in einem einzigen Arbeitsgang auf der Fräsmaschine mit mehreren aufeinander gesetzten Fräsern. Zusammengesetzt werden die Fenster in besondern Spannvorrichtungen, denen man durch Umlegen exzentrischer Hebel oder durch Spannschrauben die Rahmen ohne Ausrichten winkelrichtig zusammenspannen kann, Abb. 3. Nach dem Verleimen werden sie auf einer Schleifmaschine abgeputzt. Die Lohnkosten haben sich um etwa 87 vH auf 0,20 \mathcal{M} ermäßigt.

Ähnlich werden Fenster anderer Art, Bremsersitz, dergl. hergestellt; auch hier beträgt die Lohnersparnis durchschnittlich 80 bis 85 vH.

Ein anderer Ersatzteil, der früher sehr zeitraubend, Anreißen und umständliche Bearbeitung mit der Hand forderte, Abb. 4, ist der Abortsitz. Er wird aus einem Querstück und zwei Seitenstücken zusammengesetzt. Früher erfolgte mit Winkel, Schmiege und Reißmaß das Anreißen der Zapfen und der Ausschnitte. Die Zapfen wurden auf der Fräsmaschine mit dem Sägeblatt ausgeschnitten und mit der Bandsäge ausgesägt. Die Zylinderlöcher wurden auf der Langlochbohrmaschine ausgebohrt, nachgestemmt wurden sie mit der Hand; die Gehrungsfuge wurde mit der Bandsäge angeschnitten. Nun wurde das Aussägen der äußeren Form mit der Bandsäge und das Abrunden der Kanten mittels Fräasers, bevor die Stücke zusammengesetzt und verleimt wurden. Schließlich wurde die innere Form angerissen, ausgeschnitten und mit

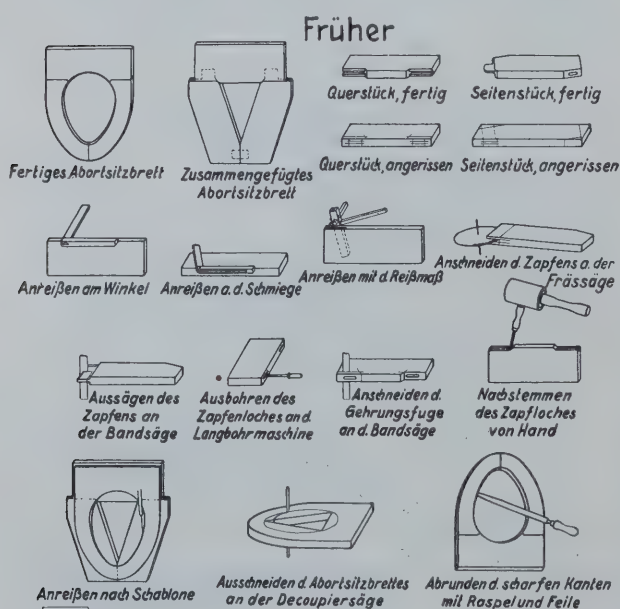


Abb. 4
Früher erforderliche Arbeitsvorgänge



Abb. 5
Heutiges Arbeitsverfahren

Abb. 4 und 5
Herstellung von Abortsitzen für Eisenbahnwagen

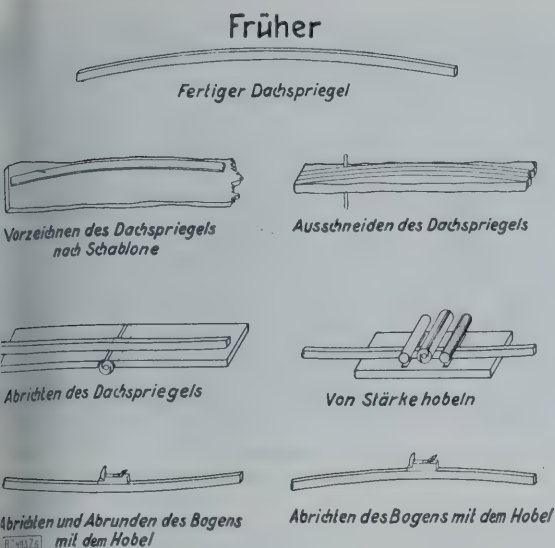


Abb. 6
Früher erforderliche Arbeitsvorgänge

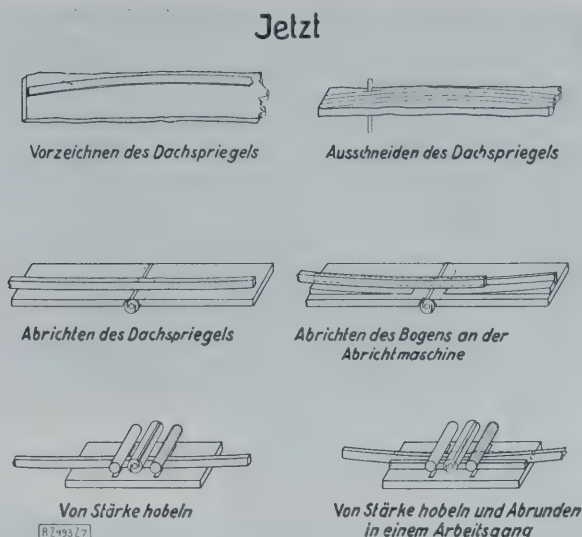


Abb. 7
Heutiges Arbeitsverfahren

Abb. 6 und 7
Herstellung der Dachspiegel für Eisenbahnwagen

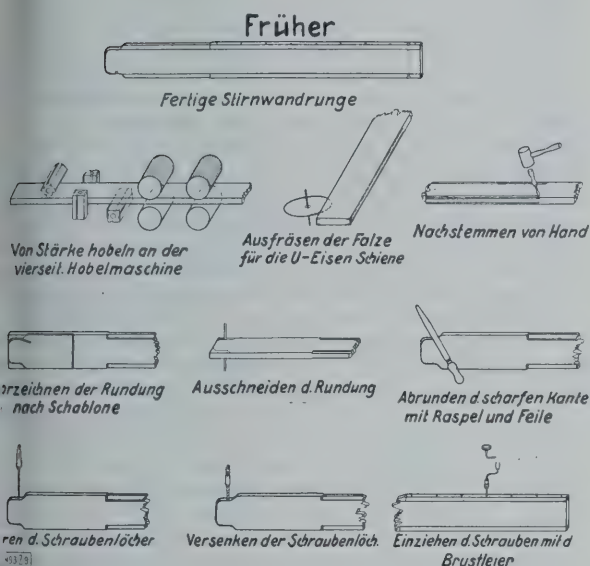


Abb. 9
Früher erforderliche Arbeitsvorgänge

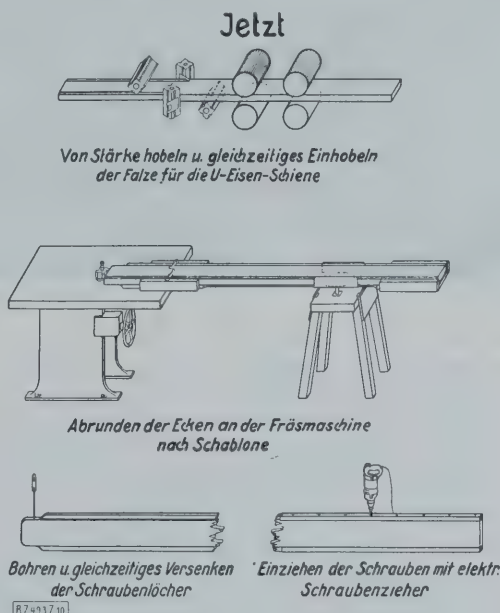


Abb. 10
Heutiges Arbeitsverfahren

Abb. 9 und 10
Herstellung für Einsteckungen für R-Wagen

und zur Abrundung der Kanten bearbeitet werden. Die Lohnkosten betrugen hierbei 4,50 M für den Abortsitz. Bei dem neuen Verfahren, Abb. 5, entfällt das Anreissen (Vorzeichnen). Die Zapfen und Gehrungsfugen werden bei den Fensterrahmenstücken mit Fräsmaschinen und Sägen nach Schablonen, die Dübel und Zapfenlöcher in Lehren durch Langlochbohrmaschinen und Kettenfräsmaschinen ohne Nacharbeit mit der Hand herausgearbeitet. Die innere Ausrundung wird hergestellt, bevor die Einzelteile auf der Spannvorrichtung, Abb. 3, zusammengesetzt werden. Die äußere Form wird mit dem Abrunden der Kanten in einem Arbeitsgang auf der Fräsmaschine nach Schablone bearbeitet. Zum Schluß wird für den Anmiring noch eine schmale Schwabenschwanznut nach Schablone eingefräst. Diese Nut konnte früher nur in sehr feiner Handarbeit hergestellt werden, weshalb der Anmiring meist nur aufgeleimt wurde; dabei fand er natürlich keinen festen Halt. Das neue Verfahren ist einfacher und beansprucht doch nur 0,98 M Lohnkosten. Umfangreiche Handarbeit erforderte früher die Herstellung der Dachspiegel, Abb. 6. Nach dem Vorzeichnen

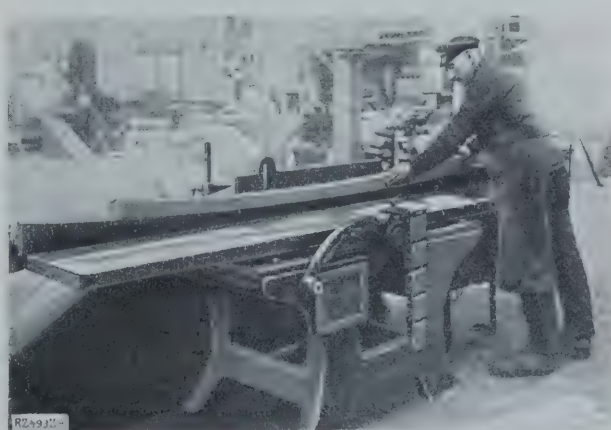


Abb. 8
Abrichten des äußeren Bogens des Dachspiegels auf der Fräsmaschine

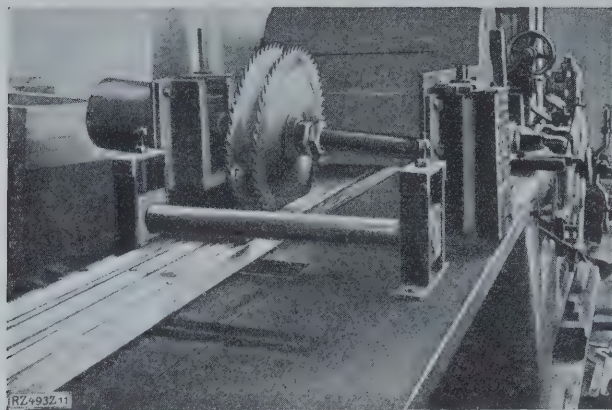


Abb. 11

Herstellung von Leisten für Wagentüren in Massenfertigung

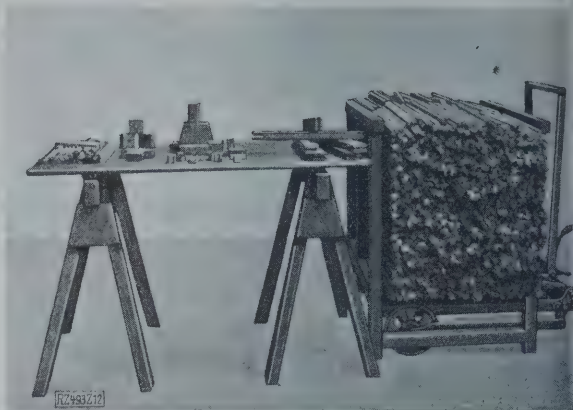


Abb. 12

Kleine Ersatzteile aus Abfallstücken

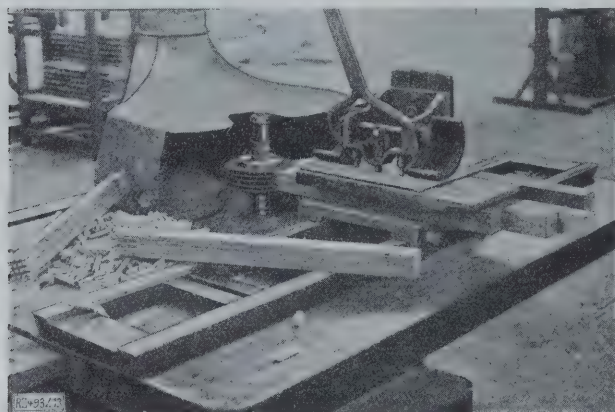


Abb. 13

Herstellung von Pflöcken zum Verpflocken von Holzschraubenlöchern

und Ausschneiden aus der Bohle konnte maschinell nur das Hobeln und Abrichten der beiden ebenen Seiten stattfinden, während das Abrichten des Innen- und Außenbogens und das Abrunden der Kanten mit der Hand ausgeführt werden mußte. Die Lohnkosten betrugen 1,80 *M*.

Nach dem heutigen Arbeitsverfahren, Abb. 7, wird auch der innere und der äußere Bogen maschinell nach Schablone bearbeitet, die andern Arbeitsvorgänge sind geblieben, erfordern aber bei Massenfertigung viel weniger Zeit als früher bei Einzelfertigung, so daß die Lohnkosten auf 0,16 *M* gesunken sind. Hier tritt ganz besonders der Vorteil der Massenfertigung und sein Einfluß auf die Preisbildung in Erscheinung neben dem Erfolg der Verbesserung des Arbeitsverfahrens. Abb. 8 läßt die Form der Schablone mit Führungsflächen deutlich erkennen.



Abb. 14

Vorrichtung und Schablone zur Herstellung der Abrundung an den Köpfen von Einsteckungen



Abb. 15

Schlitzscheiben und Fräser für die Herstellung von Holzersatzteilen in Massenfertigung

Abb. 9 und 10 stellen das frühere und das gegenwärtige Verfahren der Herstellung von Einsteckungen für R-Wagen dar, auf denen Heu und Stroh verladen werden. Die Arbeitsvorgänge sind aus den Skizzen zu erkennen. Hier waren besonders zeitraubend und kostspielig die Abrundungen an den Enden der Rungen, die mit der Bandsäge ausgeschnitten und an den Kanten von Hand mit Raspel und Feile bearbeitet werden mußten. Heute werden diese Arbeiten in einem Arbeitsgang auf der Fräsmaschine nach Schablone ausgeführt. Die Löcher für die Sicherungsschrauben und die Versenkungen für die Schraubenköpfe und Muttern wurden früher in zwei Arbeitsgängen hergestellt, während heute nur einer erforderlich ist in der Verwendung eines vereinigten Bohrers und Fräasers. Das Einziehen der Schrauben dienen jetzt überall Elektroschraubenzieher. Bei den durch U-Eisen verstärkten Wagen wird der Falz für das Eisen nicht mehr auf der Fräsmaschine, sondern bereits schon auf der Vierseitenhobmaschine ausgearbeitet. Die Lohnkosten für eine Rung betrugen früher 0,80 *M*, jetzt sind sie auf 0,17 *M* gesunken.

In ähnlicher Weise wurden die Verfahren für die Herstellung von Leisten aller Art, Wagentüren, Bremsenhaustüren und ganzer Bremserhäuser verbessert. Leisten werden nicht mehr einzeln aus dem Rohholz geschneitten und bearbeitet, sondern in einem Arbeitsgang in größter Anzahl fertiggestellt, indem das Hobeln auf Dicke, das Hobeln von Nuten und Auseinanderschneiden von 3 bis 6 Leisten in Gerade- oder Schrägschnitt auf einer Fräsmaschine bei einem Durchgang erfolgt, Abb. 11.

Wie erwähnt, entsteht bei dem sorgfältigen Aufschneiden des Rohstoffes nur wenig Abfall. Bei einer umfangreichen Massenfertigung ist die Gesamtmenge des Abfalls aber immer noch so groß, daß man auch die kleinsten Stücke wirtschaftlich wieder verwerten kann. Alle Abfallstücke werden deshalb sorgfältig gesammelt und nach Größen gesondert. Sobald genügend Vorrat vorhanden ist, wird ähnlich wie bei den großen Stücken ein Arbeitsgang für die Massenfertigung von kleinen und kleinsten Teilen

der Wiederherstellung von Wagen gebraucht werden, geschoben. Es sind dies z. B. Kittfalzleisten für Oberfenster, Abb. 12, Rahmenhölzer für Reinigungsklappen, Wagenüren, Unterlagklötze verschiedener Art für Bremsen u. a. Pflöcke zum Auspflocken von Holzschrauben werden bei Auswechslung der Blechbekleidungen Personenwagen viel gebraucht. Diese kleinsten Teile werden immer zu 16 Stück auf einmal aus Abfalleisten, Abb. 13, mittels mehrerer auf eine Welle aufgesteckter Reibblätter und Fräser in einem Arbeitsgang herausgeschnitten und zugespitzt und hierauf durch eine Säge getrennt; die Abfallstücke werden weiter benutzt.

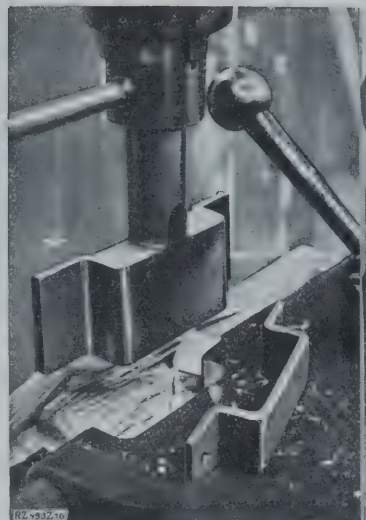
Alle Arbeitsvorgänge finden in ununterbrochener Arbeit statt. Zwar hat sich Bandarbeit nicht durchsetzen lassen, ohne den Maschinenpark unwirtschaftlich vermehren, da die Zeitdauer der einzelnen Arbeitsvorgänge zu verschieden ist; man hätte sonst für Arbeitsvorgänge längerer Dauer mehrere gleichartige Maschinen nebeneinander in Betrieb nehmen müssen. Deshalb werden bearbeiteten Teile an den einzelnen Maschinen auf Geleisen gelegt, die sich durch untergeschobene Hubkarren fahren lassen, Abb. 12 rechts. Bei Arbeitsvorgängen kurzer Dauer bedient ein Arbeiter mehrere Maschinen. Ganz besonders vereinfacht wurde die Arbeit durch Anwendung von Schablonen, Lehren und Vorrichtungen anderer Art. Abb. 14 zeigt die Schablone zur Herstellung der Rundungen an den Köpfen der Einsteckungen. Sie ist in einem drehbaren Bocke gelagert, so daß ein Arbeiter ohne unhandlichen Rungen leicht und schnell umwenden kann. Solche Dreh- oder Rollenböcke werden in vielseitigen Ausführungen bei sperrigen Teilen verwendet, damit an jeder Maschine nur ein Mann nötig ist.

Die Maschinenbedienung durch einen Mann hat sich in der Massenfertigung als besonders wirtschaftlich erwiesen. Es setzt aber voraus, daß der Arbeiter Stück für Stück dem ankommenden Stapel abnehmen und nach Fertigstellung auf den abgehenden legen kann, ohne große Bewegungen machen zu müssen. Es kommt also darauf an, Vorkehrungen so zu treffen, daß die Griffzeiten kürzer werden als die Maschinenzeiten. Wo das Zuführen, Abheben und Ablegen der Arbeitsstücke mehr Zeit erfordert als die Maschinenarbeit, ist es besser, die Rüstung durch einen zweiten Mann ausführen zu lassen. Es ist ein wesentlicher Vorteil der Massenfertigung, daß alle Bedingungen für die Besetzung der Maschinen mit nur einem Mann gegeben sind.

Abb. 15 zeigt die verschiedenen Schlitzscheiben und Fräser und den mit einem Fräser vereinigten Bohrer für die Löcher der Sicherungsschrauben.

Das Stemmeisen nach Abb. 16 hat sich vorzüglich zum Ausschneiden bewährt, die bei den Seitenwänden der Wagen nötig sind, um die Wände mit einer Brechschraube anheben zu können. Diese Ausschritte werden mit einem Flacheisen ausgekleidet, das genau passen muß. Früher wurde der Ausschritt von Hand mit der Säge ausgesägt; das neue Verfahren mittels Stemmmaschine arbeitet wesentlich rascher und genauer.

Abb. 16
Stoßvorrichtung
zum Ausstemmen
von Ausschnitten
in Holzersatzteilen
(neues Verfahren)



Bei der Massenfertigung spielt das Förderwesen eine große Rolle. Wo so gewaltige Mengen von Holz zu stapeln und zu fördern sind, können umständliche Fördermittel die Ersparnisse zum großen Teil wieder aufzehren. Deshalb ist der Vereinfachung des Förderwesens die größte Sorgfalt gewidmet.

Die Arbeitstücke werden von Maschine zu Maschine in einfachster Weise auf Gestellen mittels untergeschobener Hubkarren ohne besondere Hilfskräfte befördert, Abb. 12. Vom Stapelplatz zur Holzbearbeitungswerkstatt wird das Holz mit Elektrokarren auf Anhängewagen gefahren, die eigens für diesen Zweck gebaut sind. Für das Stapeln und Verladen der fertigen Bretter sind besondere Vorrichtungen gebaut worden, die zur Arbeitsersparnis wesentlich beitragen und sich bewährt haben.

Abb. 17 und 18 zeigen die Stapelvorrichtung. Sie besteht aus einem Paternosterwerk, das auf einem Wagenhebebocke drehbar gelagert ist. Die Vorrichtung ist auf



Abb. 17
Stapelvorrichtung für Bretter

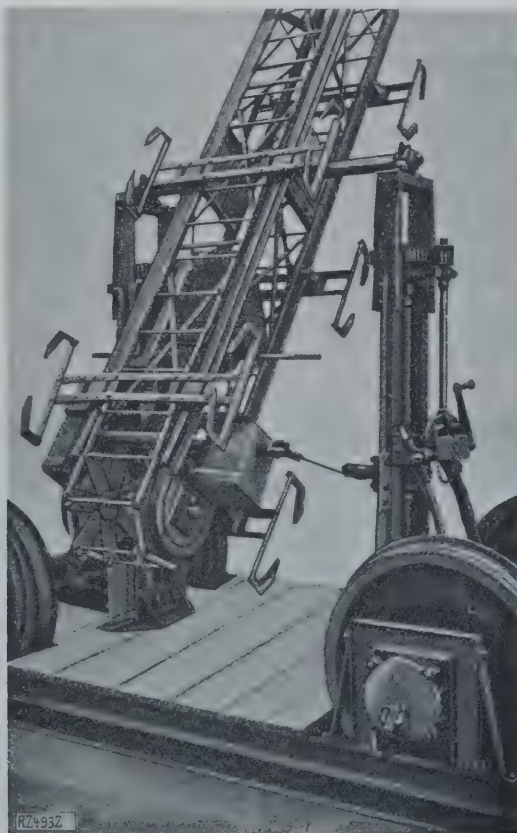


Abb. 18
Unterteil der Stapelvorrichtung für Bretter



Abb. 19
Verladevorrichtung für Bretter

einem kleinen Untergestell fahrbar, so daß sie sich längs der Stapelreihe auf dem Gleis verschieben läßt. An den Ketten des Paternosterwerkes sind in Abständen von 1,25 m je vier Haken derartig angeordnet, daß sich das Brett zwischen sie einlegen und über den Gipfelpunkt fördern läßt, ohne herabzufallen. Der Antrieb erfolgt durch eine elektrische Bohrmaschine, die den Strom mittels Steckkontakten von einer Leitung längs des Gleises erhält. Auf diese Weise ist es möglich, das Holz auch bei höchsten Stapeln mit nur vier Mann aufzustapeln.

Ähnlich ist die in Abb. 19 gezeigte Verladevorrichtung. Hier ist ein Paternosterwerk, auf dem die Bretter in Längsrichtung vom Lagerschuppen in den Wagen befördert werden, drehbar auf einem Karren gelagert. Die Förderung geht ununterbrochen vorwärts, indem ein Mann die Bretter aufliegt und ein zweiter sie abnimmt und im Wagen stapelt.

Bei der Herstellung einbaufertiger Bretter für Eisenbahnwagen wird die Ersparnis an Zeit und Lohn und die bessere Ausnutzung der Maschinen hauptsächlich durch leistungsfähigere Maschinen und durch die Massenfertigung, weniger durch vereinfachte und verbesserte Arbeitsverfahren erzielt. Die Zusammenfassung in den einzelnen Werkstättenbezirken ist nur dort von Vorteil, wo der Weg von der Anlieferungsstelle des Rohstoffes zu den Verbrauchstellen über die Zentralbearbeitungswerkstätte oder ohne großen Umweg an ihr vorbeiführt, da sonst Rückbeförderungen die Ersparnisse wieder aufzehren.

Immerhin lassen sich auch hier Fließarbeitsgänge einrichten, die gleiche wirtschaftliche Vorteile bieten wie bei der Fertigung der Ersatzstücke. Beispielsweise werden Bodenbretter für Güterwagen in folgender Weise bei größeren Aufträgen bearbeitet. Das Rohholz wird mit dem Güterwagen, in dem es ankommt, auf der einen Seite des Hobelwerkes aufgestellt. Die Bretter werden dann der Dickenhobelmaschine von einem Mann zugeführt und in einem Arbeitsvorgang auf beiden Seiten behobelt und mit Feder und Nut versehen, wozu ein zweiter Mann erforderlich ist. Rechtwinklig zur Hobelmaschine

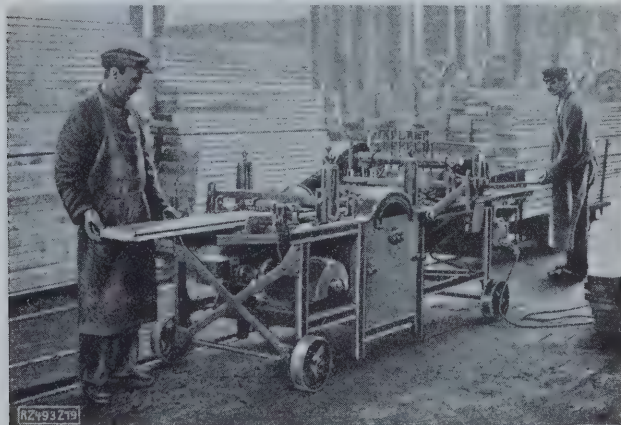


Abb. 20
Fahrbare Anstreichmaschine

ist eine Ablängemaschine aufgestellt. Ein dritter Mann ergreift die aus der Hobelmaschine kommenden Bretter und läßt sie auf Länge schneiden. Der vierte Mann die fertigen Bretter auf die beschriebene Verladevorrichtung, mit der sie in den abgehenden Wagen auf deren Seite des Hobelwerkes befördert werden, wo sie fünfte Arbeiter stapelt. Auf diese Weise werden in stündiger Arbeitszeit 1000 Bretter ohne Zwischenstapelung fertiggestellt. In den Arbeitsgang kann auch im folgenden beschriebene Anstreichmaschine eingeschaltet werden, wenn die Bretter gestrichen werden sollen. Dann werden sie nicht in den Wagen zum Versondern zum Trocknen auf Stapel gefördert.

Es hat sich nämlich als vorteilhaft herausgestellt, den Grundanstrich der Bretter in den Zentralwerkstätten vorzunehmen, da er auf Maschinen mit ganz erheblichem Zeitersparnis ausgeführt werden kann. Mit einer fahrbaren Anstreichmaschine¹⁾, Abb. 20 und 21, ist es möglich, stündlich 270 Bretter beiderseits mit verschiedenen Farben zu streichen. Eine Walzenbürste *a*, die von einer Zuhringewalze *b* aus einem Farbkasten *c* Farbe erstreicht das Brett an der Unterseite, während eine Vorschubwalze *g* das Brett aus einem zweiten Farbbehalter *d* der Oberseite des Brettes die Farbe durch Röhrchen zuführt. Ein Rührwerk erhält die Farbe in dem ersten Farbkasten *c* ständig flüssig. Die Bretter werden durch eine Vorschubwalze *g* verschoben. Den Antrieb erhält sowohl diese Vorschubwalze wie das Rührwerk und die Pumpe durch einen Elektromotor *h*.

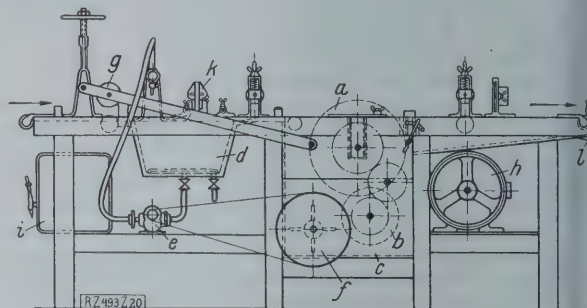


Abb. 21. Anstreichmaschine

- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| <i>a</i> Walzenbürste | <i>g</i> Vorschubwalze |
| <i>b</i> Zuhringewalze | <i>h</i> Motor |
| <i>c</i> Farbkasten | <i>i</i> Anlasser |
| <i>d</i> oberer Farbbehalter | <i>k</i> obere Abstreichbürste |
| <i>e</i> Pumpe | <i>l</i> untere Abstreichbürste |
| <i>f</i> Farbrührwerk | |

motor *h*, der vom Anlasser *i* gesteuert wird. Eine obere Abstreichbürste *k* verteilt die Farbe auf der Oberseite, die untere Abstreichbürste *l* auf der Unterseite des Brettes. Überschüssige Farbe läuft in die beiden Behälter zurück. Ebenso verhindern Abstreichbürsten an beiden Seiten des Brettes, daß die Farbe an den Kanten unwirtschaftlich verbleibt, so daß bei maschineller Streichung nur etwa ein Drittel mehr Farbe verbraucht wird als bei Handarbeit; dies ist bei der erheblichen Lohnersparnis nicht ins Gewicht zu legen. Auf gleicher Weise werden auch Rungen und Leisten gestrichen, während sich bei kleinen Teilen und Erzeugnissen das Tauchverfahren bewährt hat.

Welche Ersparnisse im Holzvorratsbau durch Massenfertigung und rationelle Arbeitsverfahren erzielt werden können, geht daraus hervor, daß im Februar d. J. im Eisenbahnwerk Wittenberge 8020 Gedingestunden²⁾ für die Herstellung von Brettern und Ersatzteilen gezahlt wurden, für die früher 33 520 Gedingestunden hätten angewendet werden müssen. Dazu kommen noch die ökonomisch nicht zu erfassenden Ersparnisse infolge besserer Ausnutzung des Rohstoffes und der Maschinen und infolge Verringerung des Abfalls an Brennholz. Die Ersparnisse haben die Kosten für die Umstellung der Werkstätten schon nach einem halben Jahr getilgt. [B 49]

¹⁾ DRP. Nr. 59579.

²⁾ Unter Gedingestunden ist die Zeit zu verstehen, zu der nach Ermittlung der Rüstzeiten, Maschinenzeiten und Verlustzeiten die Arbeiter vergütet (verdungen) wird. Mit dem Lohn verbleiben die Gedingestunden den Stückpreis (Akkord). Da die Löhne der einzelnen Arbeitergruppen verschieden sind, führt die Einführung von Gedingezeiten zu einer gerechteren Entlohnung.

Die allgemeine Bedeutung der Werkstoffprüfung

Von Dr.-Ing. Wilhelm Schmidt, Berlin

Hinweis auf die Bedeutung des gewöhnlichen Zugversuches für die Klärung des Aufbaues der Materie — Darstellung der Zugfestigkeit verschiedener Metalle in Abhängigkeit von der Temperatur — Darstellung der Zähigkeit von Schmierölen in Abhängigkeit von Druck und Temperatur — Zähigkeit von Gasen

Obwohl man heute eine ganze Reihe von handlichen Versuchsgeräten für die Werkstoffprüfung ausgebildet hat (Druck- und Schlaghärteprüfer, Eischlagwerke, Geräte für die Feststellung der Schwingfestigkeit, Spannungsmesser usw.), so hat dennoch die, wenig handliche und kostspielige Zugversuch seine ständige Bedeutung für die Prüfung der Festigkeitseigenschaften der Werkstoffe unter verschiedenen Versuchsbedingungen bisher noch nicht verloren¹⁾. Ich möchte zeigen, daß er auch Anhaltspunkte für die Klärung des Aufbaues der Werkstoffe zu geben geeignet ist.

Die Wichtigkeit der metallographischen Untersuchungen, wobei Änderungen des Kleingefüges betrachtet werden, soweit die Mikroskope reichen, ist ja unbestritten. Wichtig wäre es zweifellos, wenn man noch etwas weiter gehen und auch die Vorgänge bei der Gefügebildung in der Klärung näherführen könnte. Wenn das mit Hilfe des Zugversuches möglich wäre, so würde er allgemeine Bedeutung für die Physik gewinnen.

Beim Zugversuch stellt man die Längenänderung Δl des Probestabes von der Länge l und dem anfänglichen Querschnitt f_0 unter Einwirkung der Zugkraft P fest. P die unabhängige und l die abhängige Veränderliche.

¹⁾ Vergl. Sachs und Fiek, Der Zugversuch. Leipzig 1926

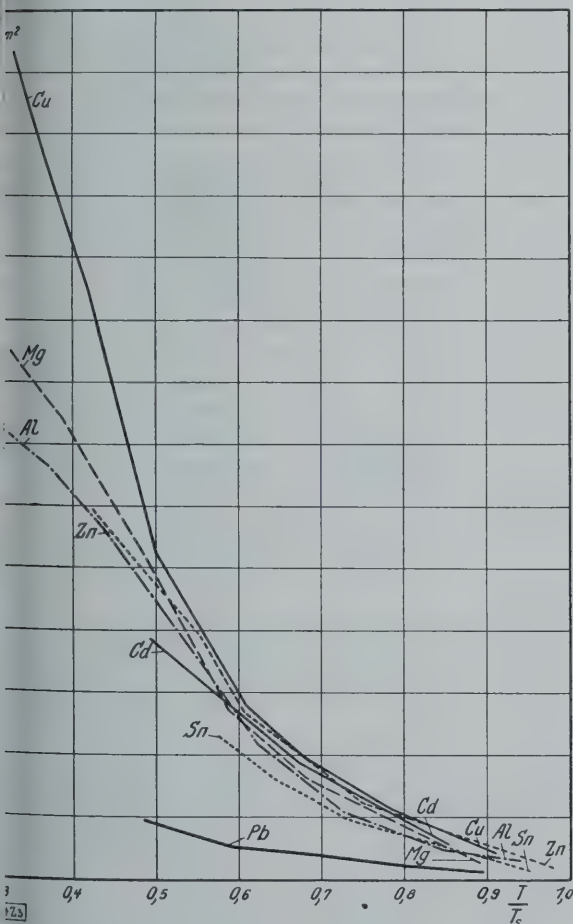


Abb. 3

Bei K_{max} gemessenen Einschnürspannungen $\sigma = \frac{P}{f}$ verschiedener Metalle, aufgetragen über $\frac{T}{T_s}$ nach Ludwik. T und T_s gemessen in $^{\circ}abs$.

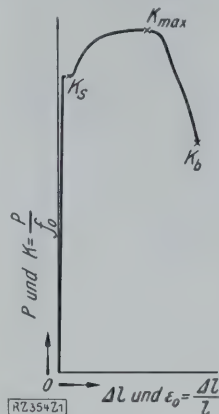


Abb. 1

Die Kraft P , aufgetragen über der Verlängerung Δl , und die Spannung $K = \frac{P}{f_0}$, aufgetragen über der Dehnung

$$\epsilon_0 = \frac{\Delta l}{l}$$

K_s Spannung an der Streckgrenze
 K_{max} größte Spannung
 K_b Bruchspannung

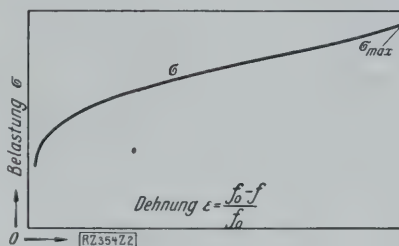


Abb. 2

Die Spannung

$$\sigma = \frac{P}{f}$$

bezogen auf den jeweiligen Querschnitt f , aufgetragen über der auf den Einschnürquerschnitt bezogenen Dehnung

$$\epsilon = \frac{f_0 - f}{f_0}$$

Man müßte Δl über P auftragen, trägt jedoch P über Δl auf. Dieses Vorgehen dürfte durch die selbsttätige Papierbewegung und Aufzeichnung des Versuchsergebnisses veranlaßt sein, Abb. 1. Um das Versuchsergebnis zu verallgemeinern, hat man die Spannung $K = \frac{P}{f_0}$ und die Dehnung $\epsilon_0 = \frac{\Delta l}{l}$ eingeführt²⁾. Der Verlauf des Diagrammes ändert sich dabei nicht, sondern man hat nur die Koordinaten, den Werten K und ϵ_0 entsprechend, neu einzuteilen.

Einige Punkte fallen im Spannungs-Dehnungs-Diagramm auf: so erkennt man gewöhnlich eine Unstetigkeit bei der sogenannten Streckgrenze K_s , und der Stab reißt nicht bei der größten Spannung K_{max} , sondern bei der kleineren Spannung K_b .

Einen einfacheren Verlauf der Spannungskurve erhält man, wenn man beachtet, daß sich der Stab an der Bruchstelle vor dem Bruch gewöhnlich einsnürt. Berechnet man die Dehnung ϵ aus dem Einschnürquerschnitt f mit Hilfe der Gleichung

$$\epsilon = \frac{f_0 - f}{f_0}$$

und trägt man hierüber die auf f bezogene Spannung $\sigma = \frac{P}{f}$ auf²⁾, so erhält man einen einfacheren Verlauf der Spannungs-kurve, wobei die größte Spannung σ_{max} über der größten Dehnung liegt, Abb. 2.

Die bisher betrachteten Diagramme gelten für gleichbleibende Temperatur. Nun arbeiten die neuzeitlichen Maschinen zum Teil bei sehr hoher Temperatur; bei verschiedener Temperatur ausgeführte Zugversuche sind aus diesem Grunde von großer praktischer Bedeutung. Sie ergeben für jede Temperatur ein anders verlaufendes Spannungsdiagramm. Will man den Einfluß der Temperatur klären, so hat man für die zweidimensionale Darstellung einen bestimmten Wert (etwa K_{max} , K_b , K_s , σ_{max} oder auch σ bei K_{max}) über der Temperatur aufzutragen. Bei

²⁾ Die auf den anfänglichen Querschnitt f_0 bezogenen Spannungen sind hier mit K , K_s , K_{max} und K_b bezeichnet, die auf den jeweiligen Querschnitt f bezogenen Spannungen sind durch σ und σ_{max} gekennzeichnet.

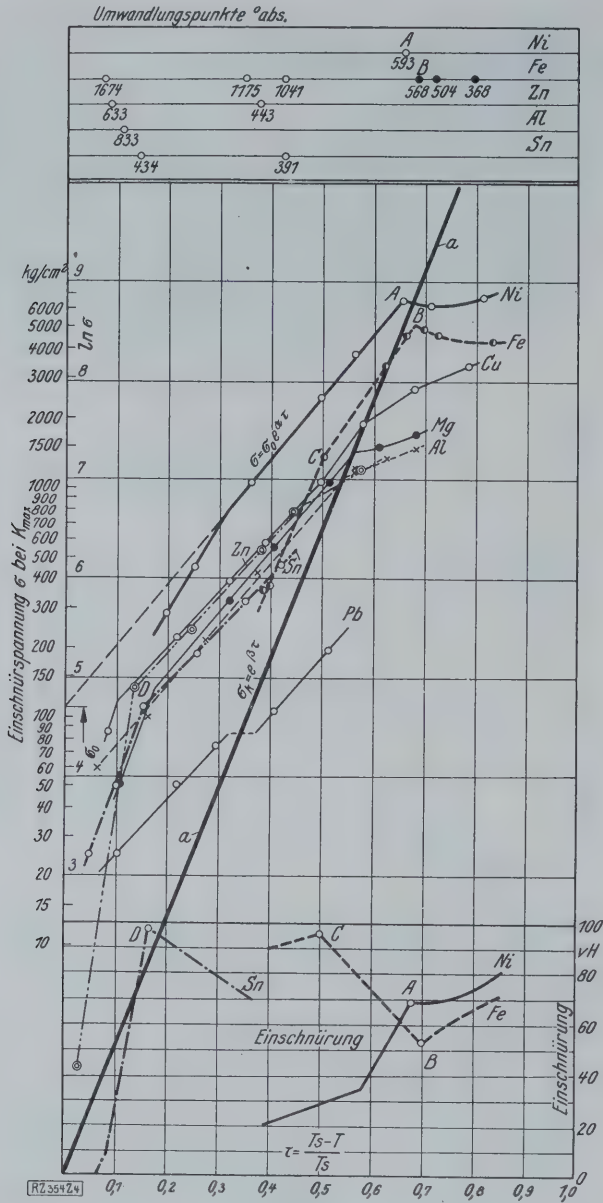


Abb. 4

Die bei K_{max} von Ludwik gemessenen Einschnürspannungen $\sigma = \frac{P}{f}$ verschiedener Metalle, aufgetragen in der Form $\ln \sigma = f(\tau)$, wobei $\tau = \frac{T_s - T}{T_s}$

Umwandlungspunkte und Einschnürung

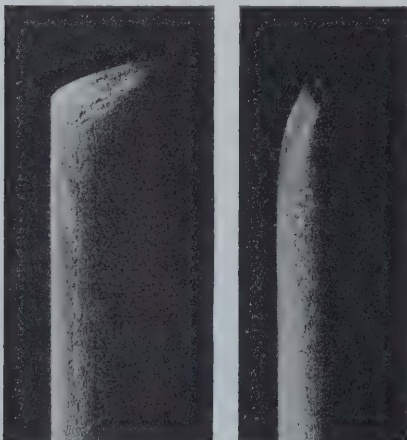


Abb. 5 und 6

Verhalten von Einkristallen beim Zugversuch

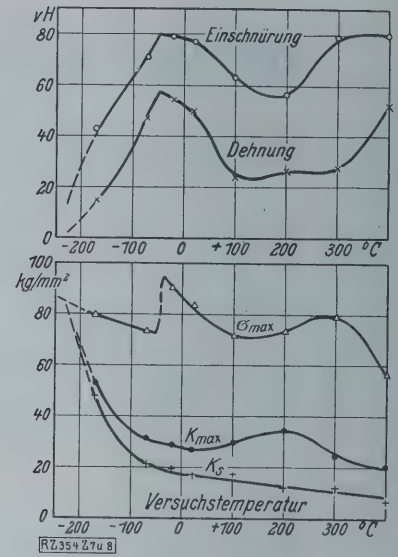


Abb. 7 und 8

Zerreiβversuche mit Elektrolyt-eisen mit 0 vH C nach Goerens und Mailänder

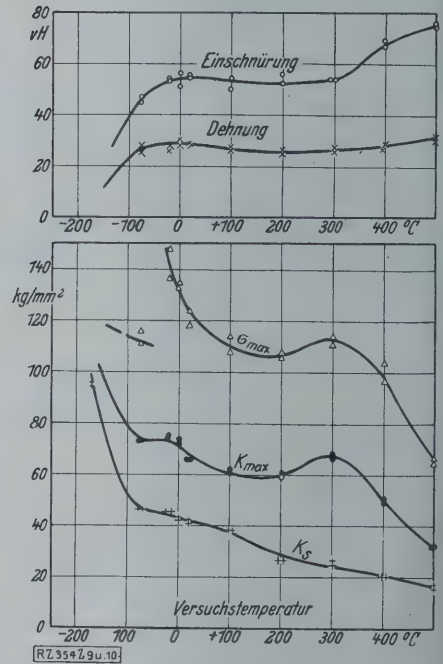


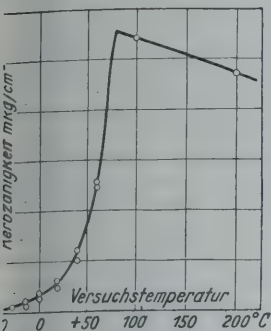
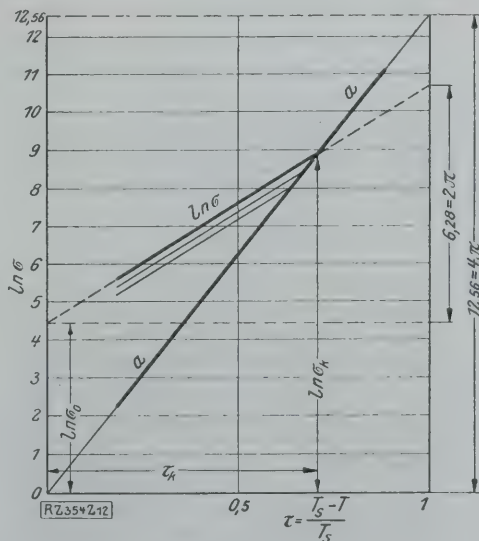
Abb. 9 und 10

Zerreiβversuche mit Stahl (1,0 vH C geglüht) nach Goerens und Mailänder

solch einer Darstellung findet man ein ganz ähnliches Verhalten verschiedener Metalle, besonders wenn man nach dem Vorgang von Ludwik³⁾ die Schmelztemperatur T_s [°abs] zur Einheit nimmt und σ bei K_{max} misst. Die Spannung σ verschiedener Metalle hat dann in einem ziemlich weiten Bereich nahezu den gleichen Verlauf, Abb. 3.

Ich habe die dieser vielbeachteten Abbildung zugrundeliegenden Versuchsergebnisse von Ludwik in einer Form gebracht, Abb. 4, und habe dabei weitere Gemäßigkeiten festgestellt, die zur Klärung des Verhaltens der Metalle gegenüber Zugspannungen dienen können. Man hat sich hierüber aus dem Verhalten von Einkristallen

³⁾ Vergl. Z. Bd. 59 (1915) S. 651. Ludwik hat für σ den K_{max} entsprechenden Wert gewählt und den zugehörigen Stabquerschnitt f genähert aus den im Abstande $4d_0$ (d_0 = ursprünglicher Stabquerschnitt) symmetrisch zur Bruchstelle liegenden beiden Stabquerschnitten bestimmt.

 C und β Festwerte.

im Mittel	71,4
-----------	------

4 · 71,4 = 286, gemessen wurden 291° abs
6 · 71,4 = 428, „ „ 434° „
7 · 71,4 = 500, „ „ 504,9° abs.

$9 \cdot 49,1 = 442$, gemessen wurden 443° abs
 $13 \cdot 49,1 = 638$, „ „ 633° „
 $14 \cdot 49,1 = 681$, „ „ $692,4^\circ$ abs.

$$\frac{T_s}{nC} + \frac{as^m}{k} = 1 \quad (10).$$

die chemische Valenz,
und α Festwerte,
das spezifische Gewicht im festen Zustande,
eine Potenz, die den Wert 1,167 hat.

$$\lambda = A \frac{m^2}{m^2 - n^2} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (11).$$

λ den Charakter einer Wellenlänge,
 A ist eine Konstante,
 m und n sind ganze Zahlen.

Aus Gl. (10) erhält man mit z. B. $\frac{as^m}{k} = \left(\frac{2}{3}\right)^2$

$$T_8 = n C \cdot \frac{3^2 - 2^2}{3^2}$$

$$\frac{1}{T_s} = \frac{1}{n C} \cdot \frac{3^2}{3^2 - 2^2}, \text{ vergl. Gl. (11).}$$

2. Die Gl. (8a) kennzeichnet roh das Verhalten von Metallen im plastischen Gebiet, also gewissermaßen für einen Grenzzustand zwischen ideal flüssig und ideal fest. Nun zeigen auch die Schmieröle in gewissem Sinn ein ähnliches Verhalten im Lager, indem sie sich in einen sehr dünnen Film ausziehen lassen, der, besonders bei laufender Welle, Festigkeitseigenschaften hat. Es ist daher nahelegend, Gl. (8a) in der Form

$$\eta = \eta_0 e^{f(T) + \varphi(T)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

$$\eta = \eta_0 e^{(T-a)^m} + \frac{C_2(p_1+1)}{T^n} \dots \dots \dots (13);$$
$$\frac{p}{\eta^{2,5}} = \text{konst} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Aus Gl. (13) erhält man eine ähnliche Gleichung wie die Formel $k = a^{p_1}$ von Kießkalt, nämlich

$$k = \frac{\eta \text{ bei hohem Druck}}{\eta, \text{ bei Atmosphärendruck}} = e^{\frac{C_2 p_1}{T^n}} \dots (15)^{10)}$$

Da C_2 mit n stark anwächst, ist es der Übersicht wegen zweckmäßig, C_2 von n abhängig zu machen, indem man $C_2 = cn^{4n}$ setzt, dann ist

$$k = e^{\frac{cp_1}{\left(\frac{T}{n^4}\right)^n}} \dots \dots \dots (15a).$$

bei einem Mobilöl mit $n=1$ war $c=0,688$
und bei einem Pflanzenöl mit $n=1,4$ „ $c=0,545$

3. Die meiner Arbeit zugrundeliegende Anschauung, nämlich, daß Änderungen des Kristallgefüges auf Resonanzerscheinungen bei pseudoharmonischen Schwingungs-

¹⁰⁾ Vergl. Kießkalt, Untersuchungen über den Einfluß des Druckes auf die Zähigkeit von Ölen und seine Bedeutung für die Schmiertechnik, Forschungsarbeiten des V. d. I. Heft 291.

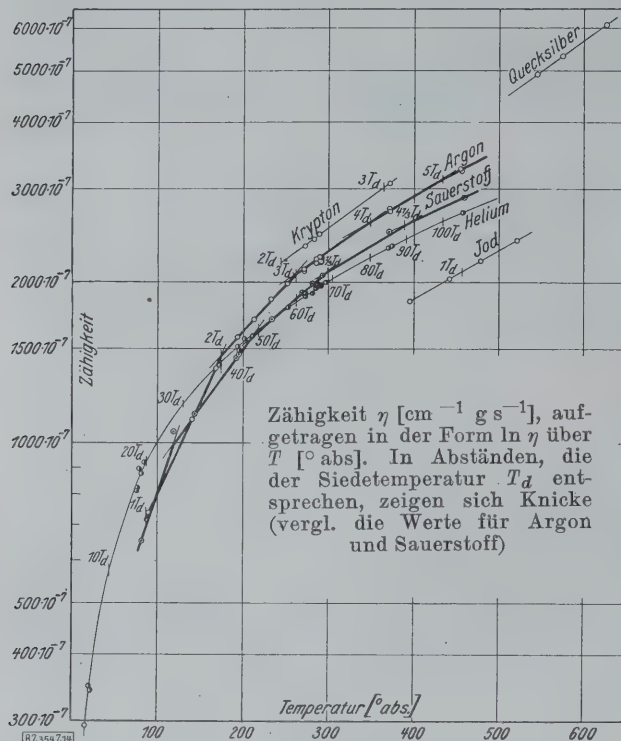


Abb. 14

Die Möglichkeit der Weltraumfahrt

In meiner Abhandlung¹⁾ habe ich unter (11) einen Ansatz für die Raketenfahrt benutzt, der mit der Minimalbedingung für das Massenverhältnis $m_0 : m$ auf eine mit der jeweiligen Erdbeschleunigung im Abstände r übereinstimmende Bahnbeschleunigung führt, der dann eine doppelt so große Gesamtbeschleunigung entspricht. Daß dieser Ansatz, obwohl kein absolutes Minimum für $m_0 : m$ besteht, nicht, wie nach verschiedenen Zuschriften vermutet wird, willkürlich ist, läßt sich folgendermaßen zeigen: Nimmt man zunächst, was theoretisch möglich erscheint, ein n^2 -faches der Erdbeschleunigung an, setzt also

$$\frac{dv}{dt} = n^2 g \frac{a^2}{r^2} \dots \dots \dots (1),$$

so folgt daraus durch Erweiterung mit $v dt = dr$ und $v = 0$ für den Erdradius $r = a$:

$$v dv = n^2 g \frac{a^2}{r^2} dr; \quad v^2 = 2 n^2 g a^2 \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{r} \right) \dots (1a).$$

Andererseits geht mit (1) die Grundformel (10) meiner Arbeit über in

$$-w \frac{dm}{m} = (1 + n^2) g \frac{a^2}{r^2} dt = (1 + n^2) g \frac{a^2}{r^2} \frac{dr}{v}$$

oder mit Gl. (1a)

$$w \frac{dm}{m} = \frac{1 + n^2}{n} \frac{g a d \left(\frac{1}{r} \right)}{\sqrt{2 g \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{r} \right)}} \dots \dots \dots (2).$$

Hierin nimmt aber das Verhältnis

$$\frac{1 + n^2}{n} = n + \frac{1}{n}$$

für $n=1$ den Kleinstwert 2 an, was genau den Formeln und Schlußfolgerungen meiner Arbeit entspricht.

¹⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 651.

vorgängen zurückzuführen sind, führt zu dem Schluß, daß bei der Auftragung der Zähigkeit η von Gasen der Form $\ln \eta$ über T bei den Temperaturen $T = 2T_d, 3T_d, \dots, nT_d$ ($T_d = \text{Siedetemperatur in } ^\circ \text{abs.}$) Unstetigkeiten zum Vorschein kommen müssen. Dies ist, wie besonders die Versuche mit Argon ($T_d = 87^\circ \text{abs.}$) und Sauerstoff lehren, tatsächlich der Fall, Abb. 14. Sauerstoff ($T_d = 90,3^\circ \text{abs.}$) sind jedoch diese kritischen Temperaturen um rd. $\frac{1}{2} T_d$ verschoben, dies hängt wahrscheinlich mit der Valenz zusammen. Zwischen zwei einander folgenden kritischen Temperaturen wächst geradlinig mit der Temperatur. Bei Helium ($T_d = 4^\circ \text{abs.}$) entsteht hierdurch eine Kurve, deren umständliche Gleichung sich bei dieser Erkenntnis leicht anschreiben läßt.

Bei Luft sind bei dieser Sachlage Streuungen der η -Werte bei den kritischen Temperaturen des Sauerstoffs und Stickstoffs zu erwarten. Sie sind in den Versuchen leicht nachzuweisen. Luft eignet sich daher um rd. 300°abs. schlecht für aerodynamische Versuche.

Die hier bei Gasen nachgewiesenen Unstetigkeiten im Verlaufe der Zähigkeit kehren bei Kolloiden wieder und bewirken die Phasenänderungen. Nebenhergehende Erscheinungen findet man in ähnlicher Weise beim Kristall und Kolloid, so z. B. eine Opaleszenz beim kritischen Punkt des Wassers und bei Kolloiden, die zur Verseifung neigen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß das Quantitative im Naturgeschehen allenthalben wiederkehrt und durch die hier vertretene Anschauung eine einfache Erklärung findet. [B 354]

Man wird also für $n^2 > 1$, d. h. mit einem Vielfachen der Erdbeschleunigung längs der Bahn, nur noch größere, mithin ungünstigere Massenverhältnisse für die Raketen halten als die Tabellenwerte meiner Arbeit. Außerdem ist zu bedenken, daß jede Vergrößerung der Gesamtbeschleunigung mit einer solchen des scheinbaren Körpergewichts verbunden ist und sehr bald für die Besetzung der Rakete untragbar wird. Man darf eben nicht außer acht lassen, daß bei der Raketenfahrt der weitaus größte Teil der anfänglichen Masse durch den Ausstoß längs der Bahn verteilt wird, so daß immer nur ein geringer Bruchteil dem Bereich der Erdschwere entrinnt, während die jeweilige Raketenmasse nicht nur beschleunigt, sondern noch gegen die Erdschwere gehoben werden muß. Daraus ergibt sich gerade das ungünstige Massenverhältnis, wie auch der schlechte Verknüpfungsgrad der ganzen Vorrichtung.

Aber auch mit einem völlig anderen Ansatz für die Erdbeschleunigung, z. B. nach Hohmann, kommt man zu gleichen Auspuffgeschwindigkeiten w zu ganz ähnlichen Massenverhältnissen, die nur im Gegensatz zu mir von Hohmann für ausführbar gehalten werden, allerdings unter Zuhilfenahme der Bremswirkung des Luftmantels der Erde bei der Rückkehr. Diese Aufgabe dürfte aber ohne vorherige Bremsung durch Treibmittel unlösbar sein, andernfalls das Fahrzeug mit planetarischer Geschwindigkeit in die Lufthülle eintritt und darin durch Reibungswärme zerstört wird, während sich im Falle der Treibmittelsbremsung ganz unmögliche Massenverhältnisse ergeben. Eine weitere Zuschrift von A. B. Scherschewsky nimmt Bezug auf Untersuchungen des russischen Vorkämpfers für die Raketenfahrt, Prof. K. E. Ziolkowsky in Kaluga, über die R. Lademann schon in der Zeitschrift für Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt 1927, Heft 8, S. 177 ausführlich berichtet hat. Die von den meinigen weit voneinander abweichenden Massenverhältnisse erklären sich einfach aus der unzulässigen Verbindung der Integralformel der Reaktion für das schwerkraftfreie Feld mit einem Ausdruck für die Rotationsbeschleunigung, wodurch die Integration im Schwerfeld umgangen und falsche Ergebnisse erhalten werden. [N 5]

Danzig

H. Lorenz

Der Nürburg-Ring

Von Ing. L. Jonasz, Berlin

Anlage und Streckenführung — Bauausführung — Festigung der Straßendecke — Technische Einrichtungen und Baulichkeiten



Abb. 1

Streckenbild nach den ersten Trainingfahrten



Abb. 2

Krümmung und Bauwerk bei Adenau

Die neue deutsche Gebirgsrenn- und Prüfstraße für Kraftfahrzeuge, die in kaum zwei Jahren gebaut wurde, verdankt ihre Entstehung dem Bestreben, vielen Erwerbslosen in den Kreisen der Rheinprovinz Beschäftigung zu verschaffen. Aber auch ein seit langem gehegter, bis den großen Kaiserpreis im Taunus vor 20 Jahren zurückreichender Plan, hat hier seine Vollendung gefunden. Ihm ist der ärmste Kreis Deutschlands, der Kreis Adenau in der Eifel, der im Laufe der Bauarbeiten vom rd. 8 Millionen Mark erhielt. Auf diese Weise war es möglich, eine große Zahl Arbeitsloser des Regierungsbezirks Koblenz und der anliegenden Kreise zu beschäftigen, wobei die Belegschaft manchmal bis auf 2500 Mann wuchs. Nicht allein die produktive Erwerbslosenfürsorge war bestimmend, man dachte daran, diesem bisher stiefmütterlich behandelten Kreise neue Anziehungskraft zu verschaffen. Jedoch vor allem sollte hier für die Kraftwagenindustrie eine erstklassige Prüfstrecke geschaffen werden. An die Einweihung am 18. Juni schloß sich das Eröffnungsrennen für Motorräder an, dem am zweiten Tage das für Wagen folgte, obwohl die Straße in einigen Stellen erst knapp vorher fertiggestellt worden war und manche Bedenken dagegen sprachen, die junge Straßenbahn gleich den Beanspruchungen eines oder mehrerer

Rennen auszusetzen. Bis auf wenige Stellen, die aufzubessern und nachzuarbeiten sind, hat sich der Belag einwandfrei gehalten, Abb. 1.

Anlage und Streckenführung

Der Nürburg-Ring, nach der 8 km südlich von Adenau gelegenen Burgruine „Nürburg“ benannt, liegt im Eifelgebirge etwa 75 km von Köln, 60 km von Koblenz und 45 km von Bonn entfernt. Er hat die Form einer unregelmäßigen, in Nordsüdrichtung gelegenen Acht, Abb. 7. Für das Abstecken, das vom Juli 1925 bis Januar 1926 dauerte, war maßgebend, daß die Straße an Adenau vorbei, Abb. 2, um die Nürburg herumgeführt werden und vorzugsweise auf Gemeindeland liegen sollte. Besonders aber sollte sie als Versuchsstraße möglichst die Grenzfälle der beim Straßenbau auftretenden Steigungs- und Gefällverhältnisse enthalten. Die Rundstrecke ist durch Verbindungsschleifen derart unterteilt, daß sie zur Veranstaltung von Wettfahrten in vier verschieden lange Bahnen zerfällt. Vorerst die 28,3 km lange Gesamtstrecke, dann die nördliche große Schleife 22,5 km lang, weiter die 7 km lange südliche Schleife, nach dem Orte Müllenbach „Müllenbacher Schleife“ genannt, und endlich die am Start- und Zielplatz gelegenen zwei parallelen Bahnäste, die durch über-



Abb. 3

Nördliche Schleife (Beton)



Abb. 4

Krümmung im Adenauer Forst, Bau der Packlage.

höhte Kurven, Abb. 3, verbunden, eine für Radrennen oder Motorradrennen geeignete, 2 km lange Grundbahn bilden. Die beiden erstgenannten Rundstrecken bieten nahezu die gleichen Geländeschwierigkeiten, so daß der Unterschied für Wettbewerbe auf der einen oder andern nur durch die verschiedene Länge bedingt ist. Südlich der Nürburg liegt im Schnittpunkte der Achterschleifen der Start- und Zielplatz.

Sobald ein Abschnitt an der Hand von Meßtischblättern 1:25 000 abgesteckt war, ging man sogleich an den Abhub des Geländes. Die Strecke liegt größtenteils im Einschnitt auf gewachsenem Boden, teils auf Anschüttung. Das Urgestein in der Baugegend ist Grauwacke. Diese wird im Laufe der Verwitterung lehmig, bei Wasserzutritt also als Straßenuntergrund wenig zuverlässig. Deshalb galt es, entgegen dem ursprünglichen Plan, eine wasserundurchlässige Straßendecke zu schaffen, die einen Dauerzustand verbürgt. Auf dem Nürburg-Ring wurde zum erstenmal in Deutschland die Aufgabe der Festigung einer neuen Automobilstraße gelöst; denn im Gegensatz zu der Bauweise, die bisher die wassergebundene Decke erst in späteren Bauabschnitten festigt, wurde hier die Festigung auf noch nicht festem Untergrund ohne Pause vorgenommen.

Bauausführung

Mit der Westdeutschen Bauunion, Köln, Baresel A.-G., Stuttgart, C. Altenberg, Köln, Perth A.-G., Köln, wurden auf Grund der Geländebeichtigung Einheitspreise, ohne Massenangabe, für Erdbewegung, Materialheranschaffung, Transport, Aufbau usw. festgelegt. Umfangreiche Förderanlagen mit Schmalspurbahnen, Seilbahnen, sowie ein späterhin eingesetzter großer Fahrpark von Lastkraftwagen und Schleppern wurden in Verwendung genommen. Der beste Straßenbaustoff, der vorzügliche Basalt der Eifelkuppen, stand zur Verfügung und wurde an Ort

und Stelle gewonnen. Nach dem Walzen des Planes hat man zunächst eine Packlage aus Basaltsteinen in einer durchschnittlichen Dicke von 20 cm mit der Hand eingebracht und festgewalzt. Darauf kam eine Lage Basaltkleinschlag in 8 bis 10 cm Dicke, Abb. 4, die mit Basaltspalt ausgefüllt und festgewalzt wurde. Man hat nur die üblichen Straßenbaugeräte verwendet und bei jeder Witterung — auch bei Frost — gearbeitet und die Decke festigt. Für die Walzarbeiten wurden auch auf den steilen Strecken mit 17 vH Steigung 15 t-Walzen verwendet. Nach Beendigung der Oberflächenbehandlung hat man leicht 10 t-Walzen eingesetzt.

Teils weil der befahrene Untergrund sich als nicht günstig erwies, teils weil auch auf den Waldbestand Rücksicht genommen werden mußte, um Windbruch zu vermeiden und den Baumbestand zu schonen, mußte die begasteckete Strecke im Lauf des Baues mehrfach noch geändert werden. Die Strecke sollte vollständig auf eigenem Gemeindegebiet liegen und keine bestehenden Straßen benutzen. Durchaus neu angelegt, weist sie keine Kreuzung, kein Einmünden anderer Straßen, keine anliegenden Ortschaften oder Baulichkeiten auf. Sie ist ein Privatreis der sämtliche öffentlichen Verkehrswege über- oder unterfährt. Da durchaus die Eigenheit der Landstraße gewahrt werden sollte, ist die Anlage nicht als eine schnelle Rennstrecke mit stark überhöht ausgebauten Kurven und langen Geraden ausgeführt worden, sondern sie hat vielmehr einen gewundenen Kurs, der nicht weniger als 170 Kurven aufweist, wobei nur eine ungefähr 3 km lange Geradestrecke auffällt. Die Verteilung der Kurven ist daher nicht gleichförmig. Am engsten liegen sie in km 22 bis 23 mit nicht weniger als 13 Kehren.

Von dem Gedanken ausgehend, daß allzu enge Kurven mit kleinstem Krümmungshalbmesser — wegen der notwendig eintretenden Verlangsamung der Fahrt — nicht die gleichen Schwierigkeiten bieten wie die Flachkurven

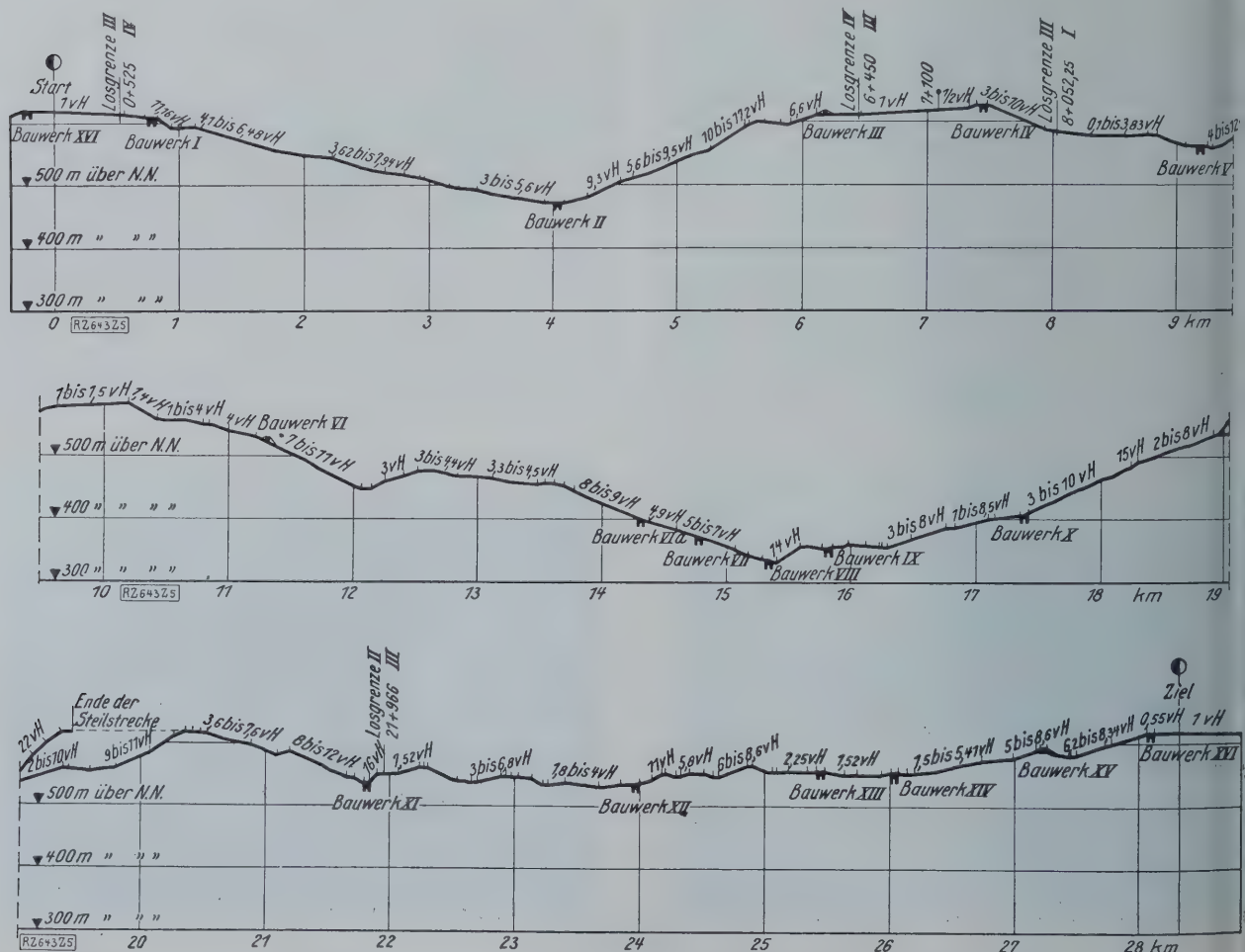


Abb. 5. Längenprofil der Prüfungsstraße „Nürburg-Ring“

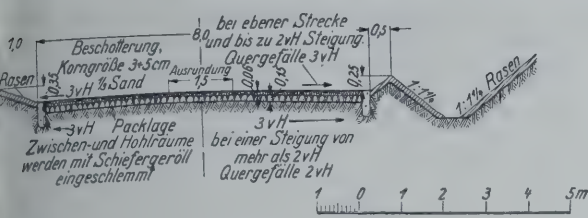


Abb. 6
Normaler Querschnitt des Nürburg-Ringes

man Haarnadelkurven, die um 180° wenden, ver-
den. Der kleinste Krümmungshalbmesser ist 30 m und
um nur bei drei Kurven vor. Bei elf Kurven ist er
bis 45 m, bei rd. 25 50 m, während die meisten als
chkurven mit 150 bis 300 m Halbmesser ausgebaut wor-
sind. Wenn solche Kehren im Gefälle liegen, stellen
sowohl den Eigenschaften des Wagens durch den auf-
enden Seitendruck wie der Fahrkunst des Führers nicht
u leichte Aufgaben.

Auch in den Gefällverhältnissen waren Grenzfälle zu
ücksichtigen, Abb. 5. Die Steigungen sind so gewählt,
zumeist 6 bis 12 vH Steigung und als Grenzfall 17 vH
kommen. Da die Bahn nur in einer Richtung, im Uhr-
gersinn, befahren werden darf, ist Steigung und Gefälle
rtechnisch nicht umkehrbar. Die Gefälle weisen Werte
1 bis 12 vH auf. Insgesamt hat ein Wagen, der die
de einmal zurücklegt, einen Höhenunterschied von
m zu überwinden. Um auch eine Prüfungsbahn
schaffen, wie sie in bezug auf Steigung auf deutschen
ßen sonst nicht vorkommt, wurde bei km 19, am so-
annten Karussell, eine außerhalb der Fahrbahn be-
zbare Steilstrecke eingebaut, die auf 450 m Länge eine
igung von nicht weniger als 27 vH aufweist.

Das Querprofil der Straße, Abb. 6, wurde so
ählt, daß eine vorzügliche Entwässerung möglich wird,
e daß die Straßendecke jene den Automobilisten recht
rwnschte Sattelung aufweist. Wir finden deshalb ein
erseitiges Quergefälle, das 2 vH in den Strecken mit
igungen und 2 bis 3 vH in den wagerechten Strecken
st. Die Entwässerung wird dadurch gefördert, daß in
efähr je 50 m Entfernung seitliche Sickerschlitze aus-
part wurden, die in den Abzugsgraben oder unmittel-
nach dem Abhang zu münden.

Die Straßenbreite beträgt wenigstens 8 m, an manchen
len ist sie auch breiter. An die Fahrbahn schließt
1 noch ein 1 m breites Bankett an. Der eine Bahnast
beiden Parallelen an der Abfahrtstelle ist auf 20 m
reitert. In je 500 m Abständen sind Ausweichstellen
Material- oder Abstellplätze für haltende Wagen
vorsehen. An allen erforderlichen Punkten sind Fahr-
utzdämme mit Böschungswinkel 1:1 errichtet worden,
wie die Straßendamm-Anschüttungen mit Stecklingen
flanzt wurden.

Es wird oft gefragt, wie die Kurven in ihren Über-
ungsverhältnissen behandelt wurden. Diese Frage war
it entschieden, daß man den Nürburg-Ring nicht zu einer
nellen Straße im Sinne der gewöhnlichen Rennbahnen
taltete. Die Kurven wurden deshalb im allgemeinen
so viel überhöht, daß sie diesem Grundsatz und auch
neuzeitlichen Anforderungen des Landstraßenbaues en-
tsprechen, also höchstens mit 10 bis 15 vH. Nur eine, im
rksten Gefälle liegende Flachkurve ist bis auf 20 vH
erhöht worden, welches Maß sich nach der Innen-
te zu auf etwa 5 vH vermindert. Entgegen der mancher-
s geübten Gepflogenheit wurde hier davon abgesehen,
rven zu pflastern oder zu betonieren.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit, die beim ersten
nnen am 19. Juni von dem Sechsliter-Mercedeswagen
racciolas erzielt wurde, betrug nahezu 96 km; vor dem
nnen wurde sie mit 85 bis 90 km geschätzt.

Bei den zahlreichen Über- und Unterführungen ist die
aßendecke so gelegt worden, daß keinerlei Unterbre-
ung oder Abstufung vorhanden ist. Die in Beton aus-
führten Brüstungen betonen in ihrer Form den belasteten
äger.

Die Festigung der Straßendecke

Die Festigung wurde jeweils nach einem der drei
neuzeitlichen Hauptverfahren mit verschiedener Anwendung
von Teer, Bitumen und Beton in eingehenden Beratungen
des Großen Versuchsausschusses für den Nürburg-Ring be-
stimmt. Dieser Ausschuß setzt sich aus allen maßgeben-
den Behörden für den Straßenbau, aus einer Anzahl
Wissenschaftler und Fachmänner des Straßenbaues sowie
aus der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau zu-
sammen. Der Versuchsausschuß wird weiterhin alle
jene Fragen prüfen, die sich aus der Beobachtung der
Wechselwirkung zwischen dem Kraftfahrzeug und der
Straßendecke ergeben. Auch das Reichsverkehrsministe-
rium hat den Nürburg-Ring als Versuchsstraße anerkannt.

Die Vielfältigkeit der angewandten Verfahren wird
reiche Ausbeute an Erfahrungen ermöglichen. Die ganze
Straße in Beton auszuführen, wäre dann möglich ge-
wesen, wenn zwischen Herstellung des Straßenbettes und
der Straßendecke so viel Zeitraum gelegen hätte, daß
ersteres sich endgültig setzen konnte. Aus diesen und an-
dern Gründen wurden daher nur die nahezu wagerechte
Fläche des Start- und Zielplatzes und die Steilstrecke mit
27 vH Steigung in Beton ausgeführt.

Am Startplatze vor dem Zielhause beginnt die Bezeich-
nung der Strecke in Kilometern mit km 0, Abb. 7. Die beiden
parallelen Äste der Straße sowie die benachbarten Nord- und
Südschleifen sind nach der Rhoubenit- oder nach der
Soliditit-Bauweise gebaut. Hierfür waren große Beton-
mischanlagen für 2000 m³ Tagesleistungen aufgestellt. Der
Soliditit-Stampfbeton wird unter Verwendung stark silikat-
haltigen Zementes aufgebracht, und zwar im Feld- und
Überfeldverfahren, wobei die Stoßfugen mit Pappe ver-
kleidet werden. Die Zusammensetzung dieses Betons
schafft günstige Dehnungsverhältnisse für die bedeuten-
den Temperatureinflüssen ausgesetzte große Fläche. Die
Dicke der Betonlage beträgt 20 cm.

Bei der Steilstrecke dagegen ist ein gemischtes Ver-
fahren angewandt worden, indem man zuerst das Planum
mit einer 20 cm dicken Unterdecke aus Beton überzogen und
diese mit Solidititbetonplatten von 4×35×35 cm³ abgedeckt
hat. Diese Platten sind zur Vergrößerung der Adhäsion
überdies noch gerillt. Selbstverständlich ist die Beton-
strecke gleich der übrigen Straßendecke völlig staub- und
koffrei. Trotz verschiedener Bauweisen für die Decken-
befestigung ist die Körnung der obersten Splittschicht, die
das Ganze als Straßenhaut überzieht, überall die gleiche.



Abb. 7
Streckenplan und Deckenbehandlung

Damit ist ein fast einheitliches Bild der Straßendecke erzielt, was fahrtechnisch zu begrüßen ist.

Die kleine Südschleife ist mit Bitumen in drei Emulsionsverfahren: Emulbit, Bitumuls und Cowabit, behandelt worden. Mittels Oberflächensprengung hat man 4 kg/m^2 Emulbit aufgetragen. Das zweite Erzeugnis Bitumuls ist teils durch Tränken mit 8 kg/m^2 , teils durch Sprengen mit $5,5\text{ kg/m}^2$ aufgebracht worden. Schließlich wurden noch zwei Tränkungen mit 8 kg/m^2 Cowabit ausgeführt. Emulsionen von Bitumen in Wasser zerlegen sich, sobald sie in das Deckmaterial dringen, indem das Wasser abgestoßen wird und das Bitumen oder bei Teeremulsionen der Teer die Decklage verkitten. Diese Emulsionen werden auf kaltem Wege durch geeignete Maschinen, Spritzapparate oder Kannen auf die getrocknete und sauber behandelte Schotterdecke aufgebracht. Die Leitungen und Düsen sind nur ausnahmsweise, um ein leichteres Fließen zu erzielen, erwärmt worden. Auf diese Weise verwandelt sich die Decke 6 bis 8 cm tief in eine wasserundurchlässige gekittete Schicht.

Bei km 7,8 fängt ein andres Verfahren an, wobei Essener Asphalt eingestreut worden ist. Bei dieser Art des Deckenbaues wird Hochofenschlacke — die feinkörnig gemahlen, geteert und mit Bitumenzusatz versehen ist — in einer Menge von rd. 50 kg/m^2 in die ungewalzte obere Schotterdecke eingebracht und in die Fugen eingefegt. Dann erst wird der Baustoff bei fortgesetztem Einstreuen festgewalzt. Dieses Einstreuverfahren ist bis km 9 durchgeführt. Von km 9 bis 13 ist eine neue Emulsion, der Vialit E, gebraucht worden. Im Gegensatz zu Vialit ohne Bezeichnung, wobei Teer vorherrscht, wird diese Bitumenemulsion zum Tränken und Sprengen verwendet. Nach der zweifachen Tränkung mit 8 kg/m^2 wird eine dünne Splittschicht aufgestreut, die durch den Straßenverkehr eingedrückt, der Decke ein asphaltartiges Aussehen verleiht. Die beiden benachbarten Kilometer sind mit Magnon, einer Teersuspension, behandelt. Auch hierbei wird bei Tränkung 8 kg/m^2 zugemessen. Von km 15 bis 18 ist wiederum Vialit in reiner Oberflächenbehandlung, Staubbinding durch eine an Teer reichere Emulsion mit 3 kg/m^2 , verwendet worden.

Anschließend folgt das längste einheitlich behandelte Stück des Ringes, die von km 18 bis 28 reichende Teermakadam-Strecke. Auch dies ist ein Kaltverfahren,

wobei die in eigenen Anlagen geteerten Schottermengern Arbeitstelle geschafft und dort als Decke in zwei Schichten je nach Örtlichkeit 3 bis 7 cm dick ausgebreitet werden sind. Hierbei wird der Basaltschotter zunächst getrocknet, dann in geeigneten Apparaten geteert und auf profilmäßig ausgeglichene Packlage oder auf die Schotterdecke in den genannten Dicken aufgebracht. Ein heißer Teeranstrich dient dazu, nach dem Walzen die Poren zwischen den Schichten abzudichten. Auch hier hat man mit feinem Basaltsplitt zum Schlusse das Aussehen des gesamten Straßenzuges gewahrt. Der Teermakadam aus heimischem Baustoff, der einen so großen Teil der Decke bildet, hat sich, wie die Erfahrungen des ersten Rennjahres zeigten, auch hier vortrefflich gehalten, sowie überhaupt diese neueste Automobilstraße in ihrer Ausführung nicht enttäuscht hat.

Technische Einrichtungen und Baulichkeiten

Bei der Abfahrt und dem Ziel auf der in 616 m Höhe liegenden Hochebene befinden sich das Zielhaus, das in Beton ausgeführte Ersatzteillager für Rennwagen, ein in Eisenkonstruktion errichtetes Rennfahrerlager mit Stellräumen, die Tribünen und Wirtschaftsräume, eine Ausstellungshalle, eine große Tankanlage mit über 4000 l Brennstoffinhalt, ein Hochbehälter für Wasserbeschaffung mit Pumpen- und Kläranlagen. Von den beiden Überführungen unter den Rennstrecken dient die eine für den Personenverkehr, die andere als Anfahrt zum Startplatz. In der Umgebung dieses 20 000 m² großen Hauptplatzes sind fünf Wagenparkstellen für die Besucher vorgesehen.

Ein um das ganze Streckengebiet in Erdkabeln gelegtes Telephonnetz verbindet die zehn Hauptbeobachterposten, die mit den Sanitätsposten in eignen Holzhäusern untergebracht sind, sowie die 45 Hilfsbeobachter, in 500 m Entfernung aufgestellt, mit dem Zielplatz. Mikrophon- und Lautsprecheranlagen, Zeittafeln, Rundenanzeiger und Meldetafel werden die Wettfahrtergebnisse mitgeteilt. Präzisionsapparate für den Zeitnehmerdienst befinden sich auf der Plattform des Zielhauses.

Das Ganze ist unter Berücksichtigung der neueren Erfahrungen in Zusammenarbeit mit berufenen Fachleuten entstanden; damit ist für das gesamte Kraftfahrzeugwesen ein Werk deutscher Tatkraft geschaffen worden, das nach dem Aussprüche eines namhaften fremden Fachmannes seinesgleichen in der Welt nicht hat! [B 64]

Kohlenstaubfeuerung für Schiffe

Nachdem man in Amerika auf der Staatswerft Navy League Island in Philadelphia reichlich ein Jahr lang Versuche mit Kohlenstaubfeuerungen für Schiffe gemacht hat, wird jetzt berichtet, daß die dabei verwendeten Apparate eine einwandfreie Verbrennung in schottischen Schiffszylinderkesseln mit normalem Feuerungsraum erzielt haben. Die außerordentliche Beachtung, die man in Amerika der Durchbildung der Kohlenstaubfeuerung entgegenbringt, geht daraus hervor, daß die Versuche mit Unterstützung der Marine, des Shipping Board und des Bureau of Mines durchgeführt wurden. Anfänglich wurden die Anlagen von drei verschiedenen Firmen erprobt, bei den letzten Versuchen, die in Gegenwart eines Vertreters der American Steamship Owners Association gemacht wurden, wurde nur noch die mit einer besonderen Luftwirbelung arbeitende Feuerung der Peabody Engineering Co. benutzt. Als Kohlenstaubmühle wurde die der Kennedy Co. ausgewählt.

Bei den Versuchen, die Anfang Juni gemacht wurden, stellte sich der Wirkungsgrad der Kesselanlage über 80 vH. Die Länge der Kohlenstaubflammen konnte auf 2,44 m beschränkt werden, was der Länge der Verbrennungsräume auf Schiffen etwa entspricht. Man verwendete bituminöse Kohlen verschiedenster Güte, darunter minderwertige Abfallkohlen. Die Anlage soll noch zwei Wochen im Dauerbetrieb erprobt werden und dann in ein Schiff der Federal-Klasse eingebaut werden. Da die Schiffe dieser Klasse teils Öl, teils Kohlenfeuerung haben, wird es möglich sein, einen Kostenvergleich mit andren Brennstoffen zu erhalten. („Nautical Gazette“, New York, 4. Juni 1927 S. 623 und 18. Juni 1927 S. 688; Marine Journal, New York, 1. Juni 1927)

[N 662]

C.

30. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins

Zu dem Bericht in Z. Nr. 24 S. 865 teilt uns Prof. Mautner, Düsseldorf, hinsichtlich seines Vortrages „Lagerungsverhältnisse von Bauwerken im Bergbauungsgebiet“ folgendes mit:

„Die von mir gewählte Flächenlagerung eines Werkbehälters im Bergbau-Senkungsgebiet erforderte keinen unverhältnismäßig großen Baustoffaufwand. Es ist im Vergleich der Entwürfe einwandfrei festgestellt worden, daß der Baustoffaufwand bei der Dreipunktlagerung ebenso gering wie bei der von mir gewählten Flächenlagerung ist.“

Was die bezweifelte Größe der wagerechten Kräfte, die mit dem vollen Wert der Reibungskraft einsetzt, betrifft, so habe ich gelegentlich eines Vortrages auf der 25. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins an einer Ausföhrung, die die von mir angewandten Grundsätze nur unvollkommen berücksichtigte, gezeigt, daß keine Schäden durch Zerrungen und Pressungen aufgetreten sind, die hätten vermieden werden können, wenn die mir angegebenen Grundsätze befolgt und namentlich die Reibungskräfte für die Bemessung der wagerechten Ansprüche voll eingesetzt worden wären.

Im übrigen sind die Schwierigkeiten der Dreipunktlagerung doch kaum als überwindbar anzusehen, weil Senkungen festgestellt sind, die im Monat bis zu 80 mm betrugen und bisher seit Beendigung des Baues 200 mm überschritten und Aufwölbungen des Geländes durch Pressungen der Fundamentsohle von 300 mm Höhe auf 2 m Länge entstanden sind.“

[N 660]

Fachsitzung „Dampftechnik“

gelegentlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg 1927.

Die Fachsitzung fand am 30. Mai unter großer Beteiligung statt. Nach einer kurzen Ansprache an die Erschienenen und einem Überblick über die in Aussicht genommene gesonderte Ordnung der Sitzung, hielt der Vorsitzende Prof. Perle, Darmstadt, den ersten Vortrag¹⁾:

Kupplung von Kraft- und Heizwerken.

Im Anschluß an seinen früheren Vortrag über den Einfluß des Hochdruckdampfes auf industrielle Dampfanlagen, Bd. 63 (1924) S. 1009, berichtete der Redner über einige Heizkraftwerke, die in der Zwischenzeit in Betrieb gekommen sind: Ein Textilwerk, das 40 bis 50 t/h Dampf und 3000 kW Energie verbraucht, hat bisher 80 vH der Energie aus dem Überlandnetz bezogen und den Dampf in mehreren getrennten Kesselanlagen erzeugt. Zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit wurden in einem als Kraftwerk ausgebauten Teil einige Kessel für 20 at Druck und eine Gegendruckturbine für 1200 kW aufgestellt. Diese verbraucht bei voller Belastung rd. 18 t/h Dampf, der mit 4 at abs ins Heiznetz abströmt. Zur Zeit werden weitere Kessel für 35 at und eine zweite Gegendruckturbine aufgestellt, die 2000 kW bei 4 at Gegendruck leistet. Nach Fertigstellung dieser Anlage wird das Werk sich selbst mit Strom versorgen, so daß die höhere Ausgabe von über 400 000 M jährlich entfällt, und infolge der Drucksteigerung auch die Wärmeausnutzung etwa 20 vH günstiger ist, so wird auch entsprechend an Kohlen gespart werden.

Ein wesentlich kleineres Textilwerk mit ähnlichen Arbeitsverhältnissen, Dampfverbrauch rd. 10 t/h, Kraftbedarf 500 kW, hatte bisher zwei Dampfkesselanlagen in 800 m Abstand voneinander. Eine neu errichtete Kesselanlage für 4 at und eine Turbodynamo mit 4 at Gegendruck versorgen das Werk. Die erforderliche Kraft ist stets verfügbar, und im Winter ist noch ein bedeutender Überschuß an Dampf vorhanden, womit man Kraft erzeugen könnte. Die jährliche Ersparnis an Strom- und Kohlenkosten dürfte rd. 100 000 M betragen.

Ein Textilwerk mit rd. 15 t/h Dampfverbrauch und 1000 kW Kraftbedarf sollte in der gleichen Weise versorgt werden. Als Heizdruck kamen 3 at in Betracht, der Kesselruck beträgt nur 15 at. Bei dem verhältnismäßig geringen Dampfverbrauch, der im Sommer noch wesentlich abnimmt, mußte auf die notwendige Kraft nur dann gerechnet werden, wenn man den Gegendruck verminderte. Eine zweifache Dampfturbine speist daher aus der ersten Stufe das Heiznetz mit Dampf von 3 at, während der Abdampf von 1 at der zweiten Stufe zur Warmwasserbereitung dient. Ein Warmwasserspeicher von 160 m³ Inhalt gleicht die Schwankungen des Kraft- und Wärmebedarfes aus.

Ein Textilwerk hat als Ersatz für drei Dampfkesselanlagen von rd. 30 t/h Gesamtdampfleistung und eine Kondensations-Dampfmaschine von 500 kW eine Kesselanlage für 4 at errichtet, die über eine 160 m lange Leitung eine Zwi-

lings-Kolbenmaschine von 2000 kW speist. Die Maschine gibt Dampf von 4 at an das weitverzweigte Heiznetz der Fabrik ab und verarbeitet nicht mehr Dampf, als für Heizzwecke gebraucht wird; die Kraft wird, soweit sie nicht der Betrieb verbraucht, an ein Überlandnetz abgegeben. Seit etwa zwei Jahren ist infolgedessen der Kohlenverbrauch des Werkes auf wenig über die Hälfte des früheren zurückgegangen. Außerdem deckt der Stromverkauf fast ein Drittel der Kohlenkosten.

Wichtig für derartige Anlagen sind möglichst niedriger Gegendruck, ferner Warmwasserspeicher, die auch für die Fabrikation notwendig sind, zum Ausgleich der Schwankungen im Kraft- und Wärmeverbrauch.

Die Wirtschaftlichkeit der Fernheizwerke zur Versorgung großer Stadtgebiete wird bedeutend verbessert, wenn man sich nicht auf Raumheizung beschränkt, sondern auch Fabriken mit Heizdampf beliefert. Die Schaffung günstig gelegener Blockkraftwerke unter Mitwirkung der öffentlichen Elektrizitätswerke zur Versorgung umliegender Fabriken und eines entsprechenden Stadtgebietes ist der aussichtsreichste Weg für die wirtschaftliche Nutzbarmachung des gekuppelten Kraft- und Heizwerks.

Dipl.-Ing. H. Uihlein teilt mit, er habe in den Industrien der Braunkohlenbriketts, des Sulfitzellstoffs, des Sulfitsprits, des Zuckers und des Hausbrandes, die zusammen nur rd. 8 vH des gesamten deutschen Steinkohlenbedarfs verbrauchen, etwa 25 kleinere und größere Betriebe gefunden, die mit Erfolg längere Zeit Überschußenergie an das Überlandwerk oder unmittelbar an andere Fabrikbetriebe abgeben. Eine Zusammenstellung dieser Betriebe wird im „Archiv für Wärmewirtschaft“ veröffentlicht werden. Unter anderen habe die Vereinigte Bergbau A.-G. „Ilse“ 6 Gruben mit 20 000 kW durch eine Hochspannungsleitung von 800 km vereinigt, die 300 Ortschaften versorgt. Die Fortuna- und die Beißels-Grube im Rheinlande liefern Strom an das Großkraftwerk Fortuna. Bekannt²⁾ ist ferner, daß die Zuckerfabrik Grusbach, Rohrbach-Nestomitz, Überschußstrom an die Überlandwerknetze der Westmährischen Elektrizitäts-Gesellschaft Brünn und des Kraftwerkes Türmitz liefern.

Aus Abb. 1 und 2 ist zu ersehen, daß sich der Energiebezug ohne Störung in das Belastungsdiagramm der betreffenden Werke einpaßt, trotzdem die Energie nur während der wenigen Monate der Kampagne geliefert wird, weil sie gerade die Winterspitzen übernehmen kann. Infolgedessen hält sich z. B. die Höchstlast des Kraftwerkes Türmitz für das ganze Jahr ziemlich gleichmäßig auf 17 000 kW.

Daß sich der Gewinn aus der Verwertung der Überschußenergie lohnt, ergibt die Überlegung, daß es sich bei Heranziehung aller hierfür geeigneten Betriebe um 2,8 Milliarden kWh handelt, etwa das Doppelte der Jahreserzeugung aller reinen Wasserkraftwerke, fast genau so viel, wie die Jahreserzeugung aller Steinkohlen-Kraftwerke und 78 vH der Jahreserzeugung aller Braunkohlen-Kraftwerke Deutschlands.

¹⁾ Der Vortrag wird im „Archiv für Wärmewirtschaft“ veröffentlicht.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 861.

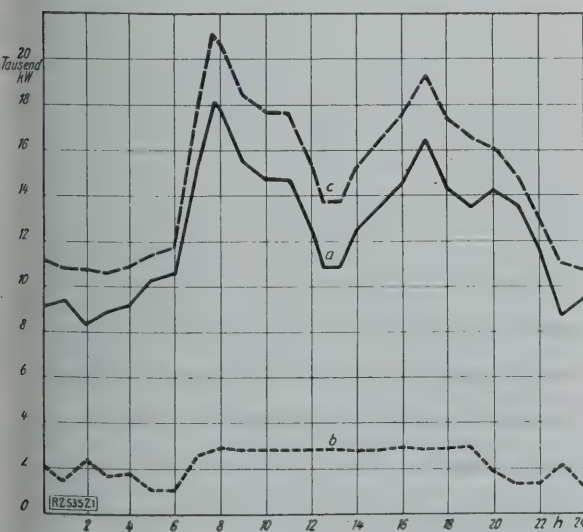


Abb. 1
Zuckerfabrik Nestomitz (normaler Werktag)
a Kraftproduktion im Kraftwerk Türmitz
b Energiebezug von der Zuckerraffinerie
c Gesamtkraftbedarf

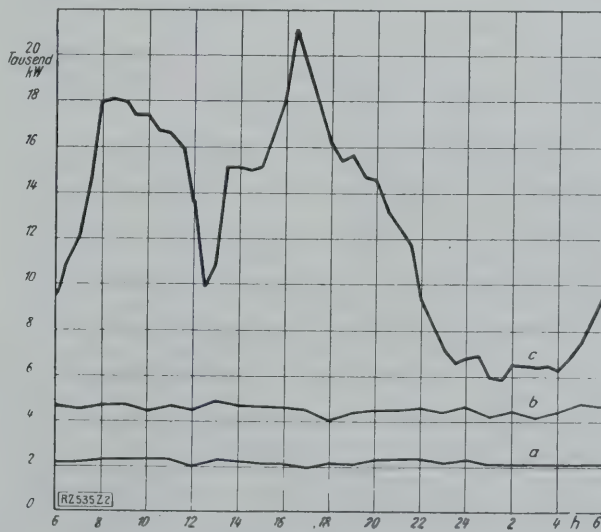


Abb. 2
Zuckerfabrik Grusbach in Rohrbach
a Lieferung von Zuckerfabrik I
b Lieferung von Zuckerfabrik II
c Netzbelastung

Die Gesteungskosten elektrischer Energie betragen heute bei Dampfanlagen mit Gegendruck 1,5 bis 2,4 $\frac{\text{d}}{\text{kWh}}$, gegenüber 3,5 bei Kondensationsanlagen und 3,4 $\frac{\text{d}}{\text{kWh}}$ bei Wasserkraftanlagen. Hier entsteht auch die Frage, ob man bei neu zu errichtenden Gegendruck-Kraftanlagen die Kraft mit den ganzen Kosten des Kapitaldienstes oder nur mit den Kosten der Kraftmaschinen und den Mehrkosten der Kessel wegen des höheren Anfangsdruckes belasten soll. Die Anlagekosten zur Gewinnung der 2,8 Milliarden kWh Überschußenergie würden bei Gegendruckanlagen um 125 bis 165 Mill. \mathcal{M} weniger betragen als die von entsprechenden Kondensationskraftwerken und um rd. 1,17 Milliarden weniger als die von Wasserkraftwerken. Redner regte noch einmal an, durch Vermittlung unabhängiger Vereinigungen zuverlässige Angaben zu sammeln, um für jedes Industriegebiet den Verlauf des gesamten Kraft- und Wärmeverbrauches und daraus die bei Steigerung des Anfangsdruckes auf z. B. 40 at gewinnbare Überschußenergie zu ermitteln.

Dr.-Ing. Marguerre machte darauf aufmerksam, daß das vom Vortragenden gewählte Beispiel wegen der kurzen Benutzungsdauer einen unrichtigen Eindruck von der Wirtschaftlichkeit des hohen Druckes ergeben könne. 2000 Stunden Ausnutzung im Jahr seien wohl für ein Heizwerk für Gebäude und Wohnungen angebracht; für ein öffentliches Heizwerk, das im Tag- und Nachtbetrieb auch an die Industrie Dampf abgibt, kommt eine wesentlich höhere Benutzungsdauer in Frage. Dann verschiebt sich das Bild zugunsten der höheren Drücke.

Beim Vergleich zwischen eigener Krafterzeugung mit Abdampfverwertung und Bezug von Fremdstrom betrug früher der Unterschied im Kohlenverbrauch rd. 0,85 kg/kWh, weil das Elektrizitätswerk rd. 1 kg/kWh brauchte und der Mehrbedarf der Fabrik über die für Heizzwecke aufzuwendende Kohle hinaus 0,15 kg/kWh betrug. Heute kann man in neuzeitlichen Kraftwerken mit einem Kohlenverbrauch von 0,5 kg/kWh rechnen, was den möglichen Gewinn durch die Kupplung auf 0,35 kg/kWh herabgemindert hat. Die Aussichten der Kupplung von Heiz- und Elektrizitätswerken haben sich daher allgemein etwas verschlechtert. Die Kupplung wird sich immer auf besonders günstige Fälle beschränken müssen, da die Kosten von Übertragungsleitungen sehr hoch sind.

Die Frage der Anlagekosten, die über die Verwendung der höheren Drücke entscheidet, liegt ganz verschieden bei Gegendruckwerken und bei Kondensationsanlagen. Bei Betrieb mit Gegendruck muß man, um eine gewisse Menge an Dampf oder Wärme zu erzeugen, eine gewisse Menge Kohle verfeuern; infolgedessen steigen die Anlagekosten mit zunehmendem Kesseldruck erheblich. Kraftanlagen dagegen müssen eine bestimmte Anzahl von Kilowatt liefern, verbrauchen also bei höherem Kesseldruck und damit zunehmender Wirtschaftlichkeit weniger Kohlen. Das bedingt Ersparnisse in den Anlagekosten, die bei Gegendruckbetrieb nicht eintreten.

Vergleicht man die Kosten von Kesseln gleicher Heizfläche oder gleichen Kohlenverbrauchs allein, so nehmen mit dem Druck allerdings die Anlagekosten stark zu. Für die ganze Anlage von gegebener Leistung sieht die Sache aber anders aus. Zunächst hat der Dampf aus einem Kessel für 100 at rd. 15 vH mehr Arbeitsvermögen als der Dampf aus einem Kessel für 30 bis 35 at von gleicher Heizfläche, besonders wenn man die bei höherem Druck zulässige höhere Überhitzung anwendet. Auf gleiche Leistung bezogen, kann daher der Kessel für 100 at um 15 vH kleiner sein; auch die Kohlenstaubanlage und das Kesselhaus, ferner die Dampfmenge und damit die Kondensationsanlage werden kleiner, ebenso die Kosten für Wasserbeschaffung, die Bunker, die Kohlenförderanlage, der Kohlenplatz usw. Berücksichtigt man den verhältnismäßig nicht sehr großen Anteil der Kesselkosten an den Gesamtkosten einer solchen Anlage, so findet man, daß die Gesamtkosten gegenüber der Anlage für 35 at bei gleicher Leistung nur um wenige Hunderteile vermehrt werden.

Diese Feststellung stützt sich nicht nur auf Angebote. Die Anlage in Boston³⁾ für 85 at, die seit 1½ Jahren in Betrieb steht, ist vor kurzer Zeit wesentlich erweitert worden, da sie nicht mehr kostet als die 20 at-Anlage. Bei einer Anlage für 100 at in Milwaukee hat sich ein Mehrpreis für 1 kW Leistung von rd. 6 vH gegenüber der alten 20 at-Anlage ergeben, obschon sie eine Erstausführung war.

Sind die Anlagekosten nicht wesentlich höher, so liegen die Voraussetzungen für die Anwendung höchster Drücke ganz anders als man bisher angenommen hat, und es ist dann nur eine Frage der Betriebssicherheit und der Überwindung technischer Schwierigkeiten, die sich bei 100 at ergeben können, ob der hohe Druck zu wählen ist.

³⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 990.

Das Gesagte gilt allerdings nur für große Anlagen, hat keinen Zweck, Anlagen mit 50 t/h Dampfverbrauch für 100 at auszubauen oder zu errichten, es sei denn, man Kolbenmaschinen in Aussicht nimmt.

Auf Grund dieser Erwägungen hat das Großkraftwerk Mannheim eine 100 at-Anlage für 30 000 kW Leistung in Angriff genommen.

Dir. O. Hartmann bemerkte, die Angabe im Vortrag, der Gewinn nehme verhältnismäßig bei höherem Gegendruck und bei höherem Anfangsdruck ab, treffe dann zu, wenn man auch bei höheren Drücken mit 410 °C Dampftemperatur rechnet. Bei Niederdruck sei aber die Temperatur gefährlich, bei hohem Druck könne sie Schaden für die Überhitzer gesteigert werden. Aus den Vorträge sei ferner nicht zu ersehen, welche Kesselpreise eingesetzt wurden; die Wirtschaftlichkeit einer Hochdruckanlage hänge bekanntlich von den Kosten der Kessel und Maschinenanlage mit in erster Linie ab. Eine Kolbenmaschine, die nur die über den üblichen Drücken liegenden Drücke ausnütze, müsse billiger sein, als eine Maschine mit gewöhnlichen Betriebsdrücke, da der Hochdruckdampf kleinere Arbeitsräume brauche. Das treffe auch für Dampfturbinen zu. Die Schaffung billiger Hochdruckkessel sei ebenfalls im Gange. Auch bei kleinen Leistungen sei die Eignung des Hochdruckdampfes gegeben, da die Kosten der Maschine und des Kessels nicht höher zu sein brauchen als bei gewöhnlichen Drücken.

Dr.-Ing. Deinlein erinnerte daran, daß Prof. Eberle vor 25 Jahren als damaliger Oberingenieur der wirtschaftlichen Abteilung des Bayerischen Revisionsvereins in dessen Zeitschrift gezeigt habe, welche wirtschaftlichen Vorteile durch die Verwendung von Maschinenabdampf für die Dampfkochung in Bierbrauereien erreicht werden, und gleichzeitig die technische Lösung für solche Fälle gegeben habe, da das Heizdampfbedürfnis kleiner als die anfallende Dampfmenge ist. Er habe damit zum erstenmal die sogenannte „Zwischendampfentnahme“ gekennzeichnet, die man in neuerer Zeit auch „Anzapfung“ nennt. Die Pscho-Brauerei in München sei damals den Anregungen Eberles gefolgt und habe es vertrauensvoll gewagt, eine solche Anlage zu erbauen. Die Neuerung habe sich vollaufreißt und Anlaß zu ähnlichen Bauten, zunächst allerdings nur in Bierbrauereien, gegeben. Aber das Verfahren der Anzapfung von Dampfmaschinen habe sich im Anschluß daran auch in einer Reihe anderer Industrien verwirklicht lassen und sei nunmehr Gemeingut der Technik der Wärmewirtschaft geworden. Eberle sei mehr oder weniger als Vater des Gedankens der Abdampfverwertung angesehen.

Prof. Eberle erwiderte auf die Ausführungen von Dr.-Ing. Marguerre, daß er nicht mit 2000, sondern mit 2700 jährlichen Betriebsstunden gerechnet habe. Er sei der Ansicht, daß diese Betriebsdauer, die einem Benutzungsfaktor 0,31 entspricht, auch in Großkraftwerken nicht überschritten werde. Heizkraftwerke werde man natürlich nur bauen, wenn die Verhältnisse einen wirtschaftlichen Erfolg erwarten lassen; die Möglichkeiten hierfür seien aber zahlreicher als vielfach angenommen werde.

Als nächster Redner hielt Prof. Dr. Thum, Darmstadt, den Vortrag

„Die Werkstoffe im heutigen Dampfturbinenbau“, der in Z. Bd. 71 (1927) S. 753 erschienen ist.

Dr. Sipp: Dem Vortrag konnte der Eisengießer mit Benutzung entnehmen, daß das unter der Bezeichnung „Perlitguß“ allgemein bekannt gewordene, verbesserte Gußeisen den steigenden Ansprüchen im Turbinenbau genügt. Als Kennzeichen des neuen Werkstoffes wurden genannt: gleichmäßiges Perlitgefüge ohne Ferrit, Graphit in feiner Verteilung, bei 2,5 bis 3 vH C und bis 2 vH Si. Während früher im Turbinenbau verwendete Zylinder- und Pleuellgußeisen allgemein auf Grund seiner physikalischen Eigenschaften, nämlich Bruch-, Biegefestigkeit und Durchbiegung, beurteilt wurde, tritt bei dem neuen Gußeisen das Gefüge als Maßstab für die Beurteilung in den Vordergrund. Damit wird die Forderung entsprochen, die der Redner schon 1921 in der Hauptversammlung des Vereines deutscher Eisengießereien aufgestellt hat.

Wie schon der Vortragende sagte, zeigte das für Turbinen verwendete Zylinderisen die unangenehme Erscheinung des Wachsens. Das Wachsen des Gußeisens ist nach dem heutigen Stande der Wissenschaft⁴⁾ auf zwei Ursachen zurückzuführen: die Umformung des gebundenen Kohlenstoffs in graphitische Form und die besonders bei überhitztem Dampf auftretende Oxydation.

Die Umformung des gebundenen Kohlenstoffs in Graphit wird in erster Linie durch Si hervorgerufen, in weit ge-

⁴⁾ Vergl. „Gießerei-Zeitung“ Bd. 24 (1927), S. 229.

erem Maße durch C selbst. Voraussetzung für die Wirkung der Oxydation ist das Netzwerk des Graphits, und je reicher dieses ist, desto leichter kann die Oxydation fortschreiten. Nach Untersuchungen von Morschel⁵⁾ die Sättigungsgrenze des Perlits an C um so niedriger, je höher Si ist. Da jedoch, wenn der gebundene Kohlenstoff nur in Perlitform vorhanden ist, der übrige Kohlenstoff in Graphitform vorhanden sein muß, so ergibt das die Folgerungen:

Der Gehalt an Si soll mit Rücksicht auf die Umformung des gebundenen Kohlenstoffs in Graphit und mit Rücksicht darauf, daß der Graphitgehalt möglichst niedrig und der im Perlit gebundene Kohlenstoff möglichst hoch sein soll, niedrig sein.

Ebenso soll der Gesamtgehalt an Kohlenstoff so niedrig sein, wie es mit Rücksicht auf die Festigkeitseigenschaften möglich ist.

Nach dem Stande der Gießereitechnik werden die günstigsten Festigkeitseigenschaften bei etwa 3 vH C erreicht, für den Turbinenbau geeignetes Gußeisen muß demnach 3 vH C und möglichst weniger als 1 vH Si enthalten.

Es ist dringend erforderlich, daß sich unsere Konstrukteure ohne Säumen mit dem Wesen des Perlitgußeisens vertraut machen und es überall da anwenden, wo es Vorteile bringt. Dabei muß aber beachtet werden, daß ein Edelguß, wie ihn der Perlitguß darstellt, höhere Erzeugungskosten bedingt und deshalb auch ein höherer Preis gerechtfertigt ist.

Bei dieser Gelegenheit sei noch richtig gestellt, daß der Perlitguß nicht aus dem Elektroguß, sondern aus dem Perlitguß gegossen worden ist⁶⁾.

Dipl.-Ing. Meyersberg machte darauf aufmerksam, daß die Erkenntnis der großen Bedeutung des Perlitgefüges die Festigkeits- und anderen Eigenschaften des Gußes, ferner die erste planmäßige Erzeugung von Perlitguß Mannheim stammen. Neben vielen anderen Erfindungen, die die Stadt Mannheim der Technik geschenkt hat, dürfte die Erfindung des Perlitgußes nicht die geringste sein.

Dr.-Ing. S. Kiebkalt: Bei einer Turbinenölfüllung in der Regel zum Ausgleich der abgezogenen Mengen von Öl, Emulsion und Wasser monatlich ein Zusatz von 1 g/kW, bezogen auf die Nennleistung, notwendig. Hat die Turbinenölfüllung mehrere Jahre gehalten und muß sie dann vollkommen erneuert werden, so kommt man im Monat auf einen Ölverbrauch von 35 bis höchstens 45 g/kW, also wesentlich geringer als bei Kolbenmaschinen. Dieser Verbrauch ist so gering, daß es ein Fehler wäre, zur Erzielung hoher Lebensdauern der Ölfüllung die Maschine aufs Spiel zu setzen.

Die neueren Erkenntnisse der Lagerreibung haben sich in der Praxis durchgesetzt; man findet in den Lagern immer Kämme in Drucklagern und Schmierriemen in Pleuellagern. Diese Fehler führen zu örtlichen Überhitzungen unter Umständen auf über 100°, die zwar kein Ausbrennen oder Fressen verursachen, aber das Öl stark beeinträchtigen. Ferner wird das Öl verdorben, wenn es aus dem Pleuellager an der Hauptventilspindel herunterläuft und dort erhitzt und vielleicht verkockt wird. Dieses Lecköl darf nicht in den Ölkreislauf zurückgeführt werden.

Daß Kühler und Labyrinth kein Wasser in das Öl eindringen lassen sollen, ist selbstverständlich; ebenso selbstverständlich sollte sein, daß man das Öl in der Turbinenölfüllung davor hütet, daß es mit verseifbaren pflanzlichen oder tierischen Stoffen zusammenkommt. Gute Turbinenöle sollen nicht verseifbar sein. Trotzdem werden oft die Öle mit Mennige oder Lack gestrichen; da es anscheinlich keinen öl- und wärmebeständigen Eisenanstrich gibt, empfiehlt z. B. die Rhenania-Ossag, die Behälter überhaupt nicht zu streichen.

Gefährlich für Turbinenöle sind ferner die Lagerströme in den Stromerzeugern, auf die zuerst die Aufmerksamkeit hingewiesen hat. Lagerströme verändern das Öl in dünnen Schmierschichten namentlich in Gegenwart von Wasser und Lack. Dabei entstehen hoch polymerisierte und giftige Stoffe, die die Emulsion fördern.

Dr. A. d. Mayer: Im Werk Langerbrugge⁷⁾, das nunmehr als 1½ Jahre mit Dampf von 55 at und 425 bis 450° arbeitet, haben sich nur wenig Anstände mit den Baustoffen ergeben. Eine Überraschung war anfangs, daß die Dampfdrucktemperatur statt 425° am Einlaßventil der Maschine, wie ursprünglich geplant war, 590° betrug, wobei in den Überhitzern wohl Temperaturen von 650° oder mehr geherrscht haben mögen.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen der bei niedrigerem Druck ausgeführten Versuche von Prof. Hirschfeld, wonach die Überhitzerrohre bei solchen Temperaturen sehr schnell abbrennen sollen, haben sich die Über-

hitzerrohre in Langerbrugge sehr gut gehalten. Seit Betriebsanfang sind nur zwei Rohre ausgewechselt worden, in denen kein ausreichender Dampfdruck herrschte, und zwar in den ersten 14 Tagen; dies, obschon man für die Rohre gewöhnliches Schmiedeeisen verwendet hatte, weil man nicht wußte, wie sich die verschiedenen Baustoffe bewähren würden, und deshalb den billigsten wählte.

Die Turbine arbeitete mit 590° am Einlaßventil, wobei das Gehäuse rotwarm war, ohne Anstand. Das ist wohl darauf zurückzuführen, daß man zum Schutz gegen allfälliges Überschreiten der Überhitzung zwischen Turbine und Lager eine Wasserstopfbüchse angeordnet hatte. Diese Wasserstopfbüchse verhindert auch die Präzessionsbewegungen der fliegenden Räder der Turbine, die mit 8000 Uml./min überkritisch laufen.

Auch die Einlaßventile haben nicht die Schwierigkeiten bereitet, die man erwartet hatte. Es war damals bekannt, daß in einer englischen Anlage bei rd. 30 at Überdruck die Ventile an den Kesseln, wenn sie einmal abgeblasen hatten, nicht mehr dicht schlossen, weil die Sitze weggefressen waren. Es wurden deshalb von Anfang an sechs Ersatzventile aus verschiedenen Baustoffen entworfen, die jedoch nicht gebraucht wurden, da sich das erste Ventil, dessen Ventilkörper und Ventilkorb aus Perlitguß besteht, gut bewährt. Auch der Stahlguß der Turbinengehäuse hat diesen Temperaturen standgehalten.

Die Anlage, deren Kessel von der englischen Babcock & Wilcox-Gesellschaft, deren Turbinen von der A.-G. Brown, Boveri & Cie. geliefert wurden, hat sich so gut bewährt, daß den gleichen Fabriken vor etwa einem Monat der Auftrag erteilt wurde, sie vollständig auf Hochdruck umzubauen. Dabei wird eine Vorschaltturbine aufgestellt, deren Leistung rd. das Vierfache der Leistung der vorhandenen Vorschaltturbine betragen soll.

Hierauf sprach Obering. Stein über

selbsttätige Feuerungsregelung.

Der Vortrag wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen.

Prof. Breinl erwähnte, daß außer AEG-Askania noch mehrere Fabriken solche Regler liefern. Die gleichzeitige Regelung von Kohle, Luft und Wasser sei natürlich verwickelter. Welchem Verfahren der Vorzug zu geben sei, werde erst der Dauerbetrieb ergeben.

Im Prager Elektrizitätswerk sind 12 bis 16 Kessel seit 1924 mit Roučka-Reglern ausgestattet⁸⁾ und ihr Wirkungsgrad ist im Monatsdurchschnitt von 59 auf 75 bis 79 vH gestiegen. Die Regler und ihre Theorie sind noch ziemlich verwickelt, es ist aber Sache der Ingenieure, auf ihre Vereinfachung hinzuwirken.

Dipl.-Ing. Groppe⁹⁾: Das Einhalten einer bestimmten Dampfdrucktemperatur bei allen Lasten des Kessels gehört besonders beim Hochdruckbetrieb zum schwierigsten Teil der Kesselbedienung. Ob es möglich sein wird, durch Hintereinanderschalten von Strahlungs- und Berührungsüberhitzern bei allen Lasten des Kessels praktisch gleiche Dampfdrucktemperaturen zu erreichen, ist noch fraglich.

Der AEG-Askania-Feuerungsregler hat an einem Kessel mit Kohlenstaubfeuerung, der früher einen Steinkohlen-Kettenrost hatte, seine Betriebsbrauchbarkeit bewiesen. Eine so genaue Feuerbedienung wie die durch einen Feuerungsregler erreicht man bei Handbetrieb nur dann, wenn man sehr geschulte und gewissenhafte Heizer hat. Mit Dampf-Luft-Regelung kann man bei Kesseln mit sehr geringem Wassergehalt (Benson-Kessel als Grenze) arbeiten. Außerdem ist aber in allen Fällen die Nachregelung auf Grund des CO₂-Gehaltes notwendig. Beim AEG-Askania-Regler hat sich gezeigt, daß er allen Änderungen fast augenblicklich folgt und insbesondere den Unterdruck in der Brennkammer gleich hoch erhält, was für die Haltbarkeit des Mauerwerks wichtig ist.

Ein mit Feuerungsregler arbeitender Kessel braucht weniger Mauerwerk-Instandhaltung, doch dürfte die in Frage kommende Summe sehr klein sein. Läßt man alle Kessel nachts mit kleiner Last im Betrieb, wie Roučka oft vorgeschlagen hat, dann werden auch bei Handbedienung die Ausgaben für Mauerwerk-Instandhaltung kleiner. Allerdings fehlt dann die Zeit für kleinere Ausbesserungen, die man namentlich bei Hochdruckbetrieb nicht wird entbehren können. Das Überholen kleiner Armaturen oder das Neuverpacken von Flanschen wird bei Hochdruckbetrieb wesentlich häufiger notwendig.

Dazu kommt, daß ein Kessel mit geschlossenem Absperrventil und ohne Feuer keine Betriebsstörung verursachen kann. Wenn im Kesselhaus keine Zugluft herrscht, also keine seitlichen Fenster geöffnet werden und die Rauchgaschieber leidendicht sind, so bleiben besonders die Kessel

⁵⁾ Dissertation Berlin 1925.

⁶⁾ Vergl. „Stahl und Eisen“ Bd. 40 (1920) S. 1141.

⁷⁾ Z. Bd. 70 (1925) S. 713.

⁸⁾ Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 861.

⁹⁾ Schriftlich eingereicht.

mit Kohlenstauffeuerung auch über Nacht warm¹⁰⁾. Ein Kessel mit Kohlenstauffeuerung macht bei sehr geringer Last auch Schwierigkeiten, wenn man Kohle mit wenig flüchtigen Bestandteilen verfeuert. Beim Betrieb mit kleiner Last und besonders bei plötzlich kürzeren oder längeren Betriebspausen Wasser auf den Rost zu spritzen, hat sich nicht bewährt.

Bei den Reglern muß man auch auf die Verschmutzung der Feuerräume Rücksicht nehmen. Ein soeben gereinigter Kessel, gemeint ist die Reinigung des Feuerraumes, der Gaskanäle und des Luft- oder Speisewasservorwärmers, ergibt bei richtiger Zumessung von Kohle und Luft und richtigem Brennkammer-Unterdruck eine höhere Dampfleistung als der gleiche Kessel nach mehrhundertstündigem Betrieb. Mit dem Rußbläser allein lassen sich die Gaskanäle nicht ausreichend rein erhalten.

Die Ersparnis an Heizern bei kleineren Kesseln wird allerdings dadurch aufgehoben, daß man zur Pflege der Regler einen Mechaniker braucht. Mit zunehmender Größe des Kessels wird der Feuerungsregler immer notwendiger, weil bei Großkesseln starke Lastschwankungen im Handbetrieb nicht mehr bewältigt werden können.

Dipl.-Ing. Zahn¹¹⁾: Nach Erfahrungen mit dem 400 m²-Kessel im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Kassel hat sich die gemeinsame Regelung von Luft- und Kohlenzufuhr (Vollautomatik) bewährt. (Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades). Lastschwankungen bis 30 vH, die weniger durch Krafterzeugung als durch stoßweise Entnahme von Koch- und Hammerdampf bei einer Grundlast von Heizdampf vorkommen, können mit dieser Art der Regelung glatt bewältigt werden. Die Verbrennung folgt den Einwirkungen der Regler durchaus nicht so träge, wie vielfach angenommen wird. Die Luftregelung macht sich sozusagen augenblicklich

bemerkbar. Der Einfluß des Brennstoffreglers war kürzlich bei einem Versuch mit einem künstlich herbeigeführten starken Belastungsstoß etwa nach 3 min deutlich erkennbar, obwohl der Rost schwach belastet war und aus dem kleinsten Vorschub beschleunigt wurde.

Nach der Mittagspause sprach Dr.-Ing. Münzinger über:

„Dampfkessel für Großkraftwerke mit besonderer Berücksichtigung des Großkraftwerkes Klingenberg“.

Der wesentliche Inhalt dieses Vortrages wird im Rahmen einer großen Veröffentlichung über das Großkraftwerk „Klingenberg“ erscheinen, die die VDI-Zeitschrift in Vorbereitung hat. Am Schluß seines Vortrages führte der Redner folgendes an:

„Es bleibt ein unvergängliches Verdienst der Berlin-Städtischen Elektrizitätswerke A.-G. und insbesondere des Direktors Martin Rehmer, daß sie es als erste gemacht haben, ein Werk, von dem die Versorgung einer Millionenstadt abhängt, ausschließlich auf Kohlenstauffeuerung aufzubauen und es mit Kesseln von ungewöhnlicher Größe für ungewöhnliche Dampfspannung auszurüsten, die mit heißer Verbrennungsluft und im Regenerativverfahren mit vorgewärmtem Speisewasser arbeiten. Erst die Zukunft wird so ganz zeigen, wie sehr die gesamte deutsche Industrie durch diesen Weitblick und das in sie gesetzte Vertrauen gefördert worden ist.“

Lassen Sie mich, nachdem ich der Lebenden gedankt habe, auch des Toten gedenken, dessen Namen das Werk trägt, des Ingenieurs voll Schöpferkraft, Selbstvertrauen und Beharrlichkeit, Georg Klingenberg. Möge es unseren technischen Bildungsanstalten gelingen, in die Herzen der Schüler den Keim zu verpflanzen, aus welchem später die hohen Tugenden emporblühen, dann braucht uns auch die Zukunft der deutschen Dampftechnik nicht bangen zu sein.“

¹⁰⁾ „Archiv für Wärmewirtschaft“ Bd. 7 (1926) S. 121.

¹¹⁾ Nachträglich eingesandt.

Elektroglühofen für kleine Stücke

Für das Glühen von kleinen Stücken hat die Firma H. O. Swoboda, Inc., Pittsburg, einen elektrischen Glühofen konstruiert, der sich durch große Einfachheit und Wirtschaftlichkeit auszeichnet, Abb. 1. Die zur Aufnahme der Werkstücke dienenden metallischen Röhren *a*, zwölf an der Zahl, werden durch den elektrischen Strom erhitzt; sie sind außen mit einem feuerfesten Mantel *b* umgeben, dessen Enden in Wangen *c* liegen. Den äußeren Abschluß an den beiden Enden bilden die Deckel *d*, die, wie die Wangen *c*, ebenfalls aus einem feuerfesten Werkstoff bestehen. Die Heizröhren ragen in die Deckel hinein. Bei dem normalen Ofen haben die Heizröhren 50 mm l. Dmr. und rd. 1830 mm Länge.

Die Firma hat durch Versuche festgestellt, daß bei den in Frage kommenden Heiztemperaturen von 900 bis 1100 °C der spezifische Widerstand von gewöhnlichen handelsüblichen Stahlrohren ungefähr der gleiche ist wie bei Chromstahl oder Chromnickelstahl. Gewöhnlich wird gezogenes Stahlrohr für die Heizröhren verwendet. Aber selbst, wenn diese aus besonderen Gründen aus einem Edelstahl hergestellt sind, kann man, falls eine davon schadhaft wird, diese zunächst durch ein gewöhnliches Stahlrohr von gleichen Abmessungen ersetzen, ohne daß dadurch die Stromverhältnisse beeinflusst werden. Die Röhren kann man ohne großen Zeitverlust auswechseln.

Die fertig ausgeglühten Stücke fallen in ein Ölbad, aus dem sie mittels geeigneter Vorrichtungen weiterbefördert werden. Eine trichterförmige Haube *e*, deren Mündung unter dem Ölspiegel liegt, fängt die Öldämpfe auf und leitet sie als Schutzgas durch die Heizröhren, wodurch die oxydierende Wirkung der Luft auf die Röhren und die Werkstücke vermindert wird. Die Lebensdauer der Röhren ist daher sehr groß. Die Temperatur in den Heizkanälen wird durch Thermoelemente gemessen.

Der Stromverbrauch des Ofens richtet sich nach der Form der zu behandelnden Werkstücke. Als Höchstverbrauch ist 60 kW für eine Heiztemperatur von 900 °C an-

gegeben. Der spezifische Energieverbrauch wird mit 0,22 kWh/kg für gewöhnliche Stücke angegeben. Der Transformator *f* dient dazu, die Netzspannung auf die für den Ofen geeignete Spannung von 14 V für Dreiphasenstrom und 42 V für Einphasenstrom zu erniedrigen.

[M 572]

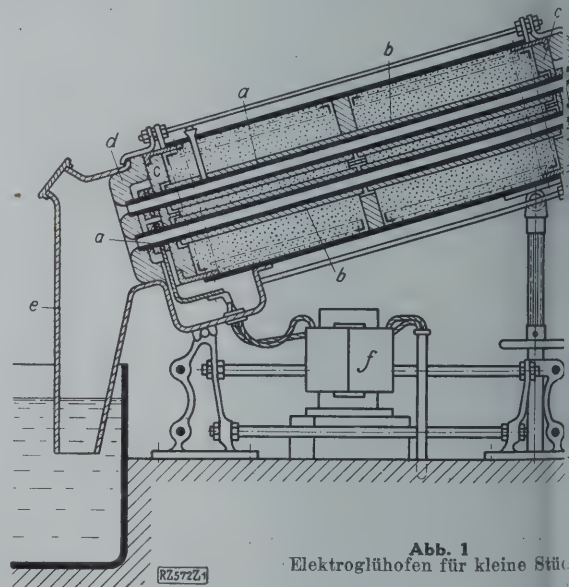


Abb. 1
Elektroglühofen für kleine Stücke

- a* Metallröhren zur Aufnahme der Werkstücke
- b* feuerfester Mantel der Metallröhren
- c* Wange
- d* Deckel } aus feuerfesten Werkstoffen
- e* trichterförmige Haube
- f* Transformator

RUNDSCHAU

Werkstoffprüfung

Diamant-Härteprüfmaschine Bauart Vickers

Daß die stattliche Zahl der bekannten Härteprüfverfahren und Härteprüfmaschinen und -geräte noch immer nicht Wünsche zu befriedigen und allen Zwecken zu genügen, beweist der Entwurf der seit kurzer Zeit auch auf kontinentalen Markt erscheinenden Diamant-Härteprüfmaschine Bauart Vickers. — Der Bau dieser Maschine wird verschiedenen Mängeln und Schwächen des Brinellschen eindruckverfahrens begründet:

Massenträgheitsmoment durch zu schnelles Aufsetzen der Prüflast. (Kommt bei geeigneter Bauart der Prüfmaschine nicht in Frage.)

Verschiedene Belastungsdauer. (Muß durch sorgfältige Bedienung auf ein zulässiges Maß herabgedrückt werden.)

Formänderung des Prüfstempels (Kugel) bei der Prüfung von hartem Material. (Begrenzt die Anwendbarkeit der Brinellschen Kugeldruckprobe auf Werkstoffe bis zu einer Härte von etwa 560 Brinell.)

Mangelnde Vergleichsfähigkeit der bei verschiedenen Prüflasten erhaltenen Härtezahlen infolge geometrischer Unähnlichkeit der Eindrücke. (Durch Normung DIN 1605 geregelt.)

Irrtum durch Meßfehler. (Kommen bei allen anderen Verfahren in gleichem Ausmaß zur Geltung.)

Die Härteprüfmaschine Bauart Vickers, Abb. 1, besteht aus dem Hauptgestell *a*, von U-förmigem Querschnitt, das den Tisch *b* und den einarmigen Hebel *c* von der Übersetzung *d* trägt, mit dessen Hilfe die Prüflast auf den Stempel *e* wirkt, der an seinem Ende den Diamanten *f* trägt. Der Stempel *e* bildet den Eindrückkörper und hat die Form einer Pyramide mit quadratischer Grundfläche; durch die Form werden geometrisch ähnliche Eindrücke erhalten wie sie von dem Kickschen Ähnlichkeitsgesetz gefordert werden. An dem Hauptgestell ist ein Gehäuse *f* angebracht, oben den Antrieb der Maschine trägt. Der Stößel *g* betätigt sich unter dem Einfluß der Scheibe *h* auf und ab, jedesmal elastisch oder entlastend auf den Prüfstempel wirkend. Gewicht *i* bewirkt die Drehung der Kurvenscheibe *h* eine Ölbremse (bei *f*) regelt die Drehgeschwindigkeit, durch Schrauben eingestellt werden kann. Ein

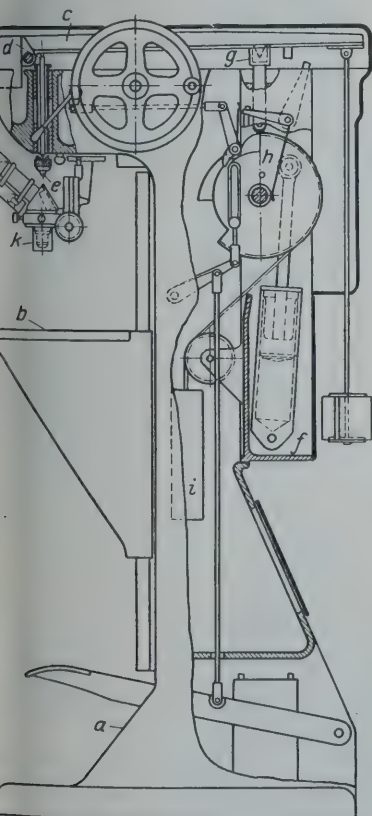
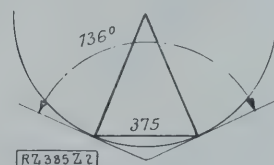


Abb. 1
Härteprüfmaschine
Bauart Vickers

- a Hauptgestell
- b Tisch
- c einarmiger Hebel
- d Spindel
- e Diamant
- f Gehäuse
- g Stößel
- h Kurvenscheibe
- i Gewicht
- k Mikroskop

Abb. 2
Form des als Eindrückkörper
dienenden Diamanten bei der
Diamant-Härteprüfmaschine,
Bauart Vickers



Fußtritt auf das Pedal bringt das Gewicht und die Kurvenscheibe in ihre Anfangstellung zurück. Die Prüflast ist verhältnismäßig gering, im allgemeinen 50 kg, infolgedessen sind die Eindrücke sehr klein, machen also die zu prüfenden Gegenstände nicht zum Ausschub. Die Härtezahl errechnet sich aus dem Ansatz:

$$\text{Härtezahl} = \frac{\text{Prüflast}}{\text{Pyramiden-Querschnitt}}$$

Der Eindruck wird mit einem Mikroskop abgelesen, das an der Maschine schwenkbar befestigt ist. Künstliche Beleuchtung des Eindruckes erleichtert die Ablesung.

In Abb. 3 ist eine solche Ablesung dargestellt; es wird die Diagonale des quadratischen Pyramideneindruckes gemessen und an der Seite des Mikroskop-Okulars abgelesen. Die Härtezahlen werden den mitgelieferten Zahlentafeln entnommen, in denen auch die entsprechenden Brinellhärtezahlen enthalten sind.

Bei der praktischen Anwendung, wenn z. B. gewisse Härtegrenzen eingehalten werden müssen, kann eine besondere Einrichtung das Ablesen erleichtern mit Hilfe einer dritten Schneide, die in das Mikroskop an der optisch gegebenen Stelle eingesetzt wird und in Abb. 4 bis 6 dargestellt ist. Abb. 4 zeigt einen zu harten, Abb. 5 einen richtigen und Abb. 6 einen zu weichen Werkstoff.

Die Versuchsdauer soll mit Hilfe des Einstellventiles für praktische Zwecke auf 10 s und für wissenschaftliche Untersuchungen auf 30 s eingestellt werden. Die Maschine wird hauptsächlich zum Prüfen von harten Stählen, Werkzeugen u. dgl. empfohlen und dürfte hierbei zweifellos das ihr zukommende Arbeitsgebiet haben.

In ausgedehnter praktischer Anwendung muß sich erst herausstellen, ob gewisse Bedenken gegen die Verwendung eines Diamanten als Prüfkörper, gegen die verhältnismäßig geringe Prüflast und somit kleine Eindrücke gerechtfertigt sind.

Schweinfurt

Ing. P. Wilh. Döhmer

Bagger

Löffelgroßbagger im amerikanischen Kohlentagebau

Die Löffelbagger sind in den Vereinigten Staaten erheblich mehr verbreitet als in Europa. Die mittleren und kleineren Bauarten werden in ausgedehntem Maße zum Straßenbau und allen übrigen Bauarbeiten herangezogen, so daß auch auf diesem Gebiete die Handarbeit stark zurückgedrängt wird. In den letzten Jahren sind in den amerikanischen Kohlengebieten wiederholt Löffelbagger von außergewöhnlichen Abmessungen in Betrieb genommen worden.

In den Steinkohlen-Tagebauen von Pennsylvania ist das über der Kohle lagernde Deckgebirge vorwiegend felsiger Natur, so daß die in Deutschland sehr zweckmäßig im Braunkohlentagebau angewandten Eimerkettenbagger in der Regel nicht in Frage kommen. Die großen Löffelbagger bis 6 m³ Löffelinhalt sind im Laufe der Jahre ausschließlich von den Firmen Bucyrus in Milwaukee (Wisconsin) und Marion in Marion (Ohio) planmäßig entwickelt worden¹⁾.

¹⁾ Die deutsche Baumaschinenfirma Menck & Hambroek, Altona, wird demnächst einen Löffelbagger von 6,5 m³ Löffelinhalt, allerdings für den Betrieb in einem Steinbruch, in Betrieb setzen.



Abb. 3
Gewöhnliche
Ablesung



Abb. 4 bis 6
Ablesungen mittels einer dritten
Schneide

Abb. 4 zu harter, Abb. 5 richtiger, Abb. 6 zu weicher Werkstoff

Abb. 3 bis 6
Ablesungen bei der Diamant-Härteprüfmaschine



Abb. 7
Schienen-Großlöfdebagger im Kohlentagebau,
Bauart Marion

Im Anthrazittagebau der Cranberry Creek Kohlgesellschaft in der Nähe von Hazelton in Pennsylvanien steht der Bagger unmittelbar auf der Kohle, und die geschürften Gesteinmassen werden durch Normalspurzüge weiterbefördert. Um das felsige Deckgebirge aufzulockern, werden von Zeit zu Zeit Sprengungen vorgenommen, damit die beim Baggern auftretenden Grabwiderstände überwunden werden können. Immerhin sind die Beanspruchungen, die beim Losbrechen der Felsbrocken in den mechanischen Teilen und den Seilen des Baggers ausgelöst werden, sehr hoch und stellen an die Güte der verwendeten Werkstoffe und an die Zweckmäßigkeit der Konstruktion weitgehende Anforderungen. Auch einzelne große Steinquader bis zu etwa 40 t Stückgewicht vermag der Löffel aufzunehmen und in die rd. 25 m³ fassenden Eisenbahnwagen abzusetzen.

In der neuesten Zeit ist man dazu übergegangen, an Stelle der auf Schienen laufenden Baggers, Abb. 7, neue Modelle zu bauen, die sich auf Raupenbändern fortbewegen, und zwar ohne Rücksicht auf die Unebenheiten des Geländes. Damit die Bodendrücke der Raupen nicht allzu hoch, d. h. nicht über etwa 2 kg/cm² im Ruhezustand, ausfallen, hat man vorteilhaft vier Doppelraupen angewendet, Abb. 8.

Bucyrus verlagert den Unterwagen des Baggers in drei Punkten und erhält so eine gleichmäßige Kraftübertragung auf die vier Fahrgestelle der Doppelraupen. Marion hingegen wählt eine patentierte Vierpunktlagerung des Unterwagens und trägt dafür Sorge, daß ein Kräfteausgleich durch eine hydraulische Verbindung der vier zugehörigen Verlagerungszyylinder untereinander hergestellt wird. Die Verlagerungszyylinder befinden sich unmittelbar über den Doppelraupen, Abb. 8, so daß auch beim Schwenken des Baggers sowie bei Bodenebenheiten alle vier Punkte in gleicher Weise an der Kraftübertragung teilnehmen und damit schädliche Zusatzbeanspruchungen des Unterwagens ausschalten. Alle vier Doppelraupen nach Marion haben getrennte Antriebe, und beliebige Krümmungen können durch entsprechendes Steuern seitens des Baggerführers durchfahren werden. Im allgemeinen wird jedoch der Bagger nur ziemlich selten verfahren, und zwar nach Maßgabe des verhältnismäßig langsamen Fortschreitens des Kohlenabbaues.

Als Antriebsenergie kommt seltener Dampfkraft, zumeist Drehstrom in Frage. Die Erfahrungen in der Handhabung der Elektrobagger haben gezeigt, daß die Regelung mit Gleichstrom zweckmäßiger und wirtschaftlicher ist. Maschinen derartiger Größe erfordern hohen Kraftaufwand für die einzelnen Bewegungen, und die im Betriebe auftretenden Spitzenleistungen spielen eine wichtige Rolle. Um möglichst große Drehmomente beim Auftreten der Schürfwiderstände zu erzielen, benutzt man trotz höherer Anschaffungskosten einen Satz von fünf Maschinen in Ward-Leonard-Schaltung. Dieser Umformersatz besteht aus zwei Gruppen. Die Hauptgruppe umfaßt den Synchronmotor, den Hauptstromerzeuger für das Hubwerk und die Erregermaschine. Die Hilfsgruppe, die elastisch mit der Hauptgruppe gekuppelt ist, setzt sich aus dem Stromerzeuger für den Vorschub und dem Stromerzeuger für das Drehwerk zusammen.

In Abb. 9 ist die gesamte Maschinenanordnung auf der Oberwagen-Plattform wiedergegeben. Auf der Vorderseite befinden sich der Führerstand und das Drehwerk *a* nebst dem 105 PS starken Antriebsmotor, dicht dahinter ist

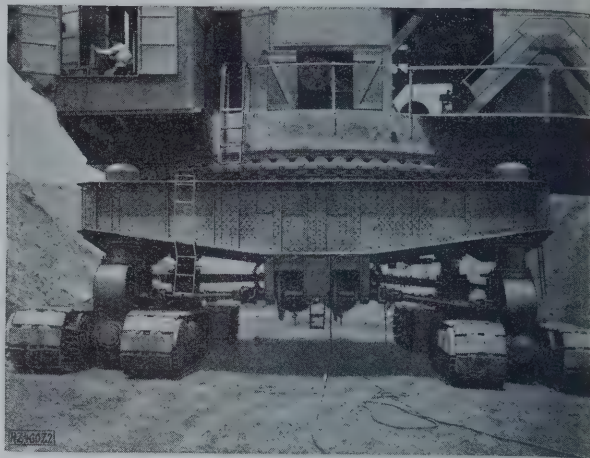


Abb. 8
Unterteil eines Raupengroßbaggers mit vier Doppelraupen,
Bauart Marion

die Hubwinde *b* angeordnet, die von zwei 175 PS-Motoren angetrieben wird. An der hinteren Seite des Windenraums ist die kurze Trommel *c* zum Aufwinden des Auslegers angebracht, die von den Hubmotoren durch Schneckenübersetzung in Drehung versetzt werden kann. Zu erwähnen ist noch die auf der vorderen Seite neben dem Drehwerk befindliche, durch einen kleinen Motor betriebene Vorrichtung zum Öffnen der Löffelklappe. Hinter den Maschinen befindet sich der Umformersatz *d* und die übrigen elektrischen Apparate, Schalttafeln und dergl. Ein Gegengewicht von etwa 80 t in Form von Gußplatten sichert die Standfestigkeit des drehbaren Oberteiles am hinteren Ende der Plattform. Das Dienstgewicht des vollständigen Großbaggers beträgt rd. 450 t.

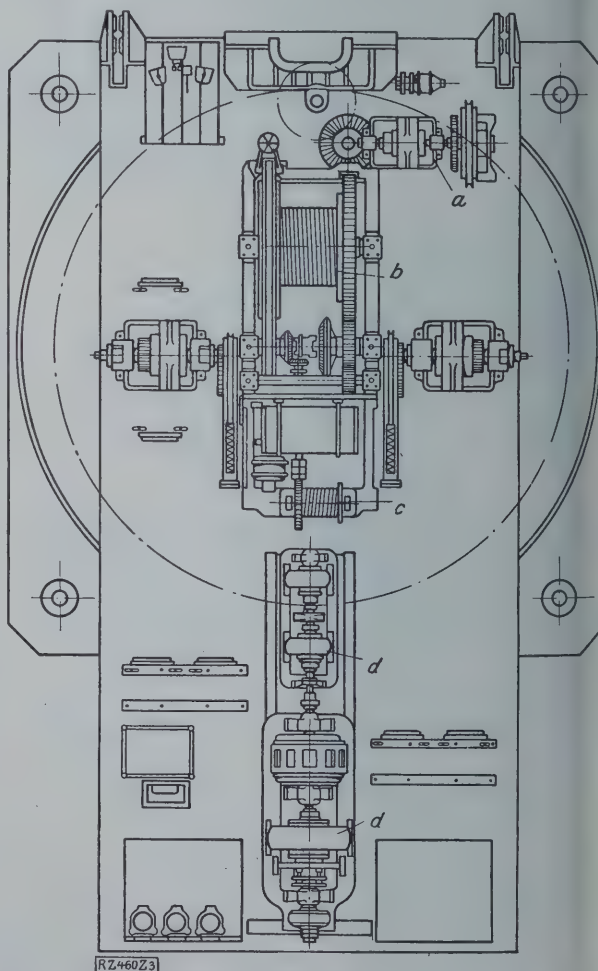


Abb. 9
Maschinenplattform eines elektrisch betriebenen Großlöfdebaggers.
a Drehwerk *b* Hubwinde *c* Auslegerwinde
d Umformersatz

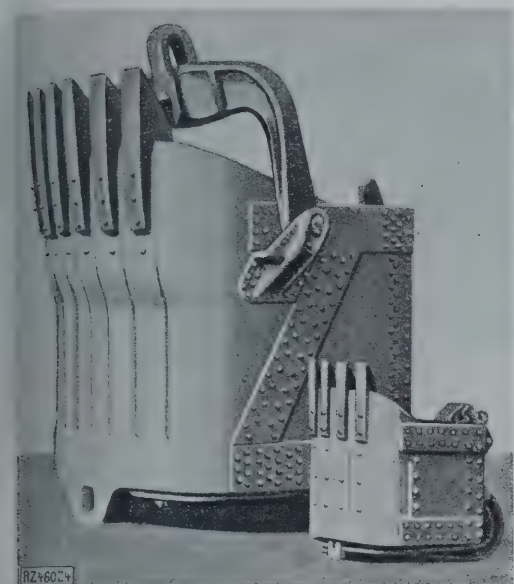


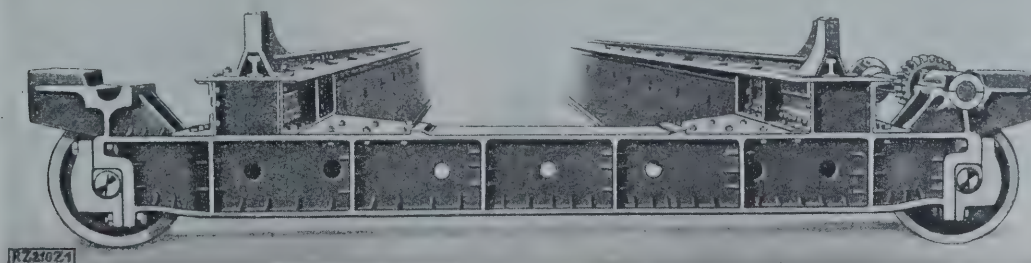
Abb. 10

Löffel von Löffelbaggern für 6 m³ und 0,5 m³ Inhalt

Der etwa 30 m lange Ausleger wird von Bucyrus als fester, jedoch äußerst fester Kastenträger durchgebildet; auf anderer Seite bevorzugt einen durch Querverbände ausgesteiften Gitterträger. Dieser hat im mittleren Teil eine Aussparung, durch die sich der Löffelstiel hindurchziehen kann. Eine besondere Eigentümlichkeit fast aller amerikanischen Löffelbaggerwerke (es gibt deren etwa 30, von denen der Verfasser über die Hälfte besucht hat) ist die Ausfütterung der Löffelstiele mit Eichenholz oder Hartholz. Das Holz soll dem Stiele die notwendige Nachgiebigkeit und die kräftige Stahlblechbewehrung eine große Widerstandsfähigkeit gegen die Verdrehungsbeanspruchungen beim Heben verleihen, eine Auffassung, die von der Mehrzahl der deutschen Löffelbaggerfirmen nicht geteilt wird. Die große Aufmerksamkeit wird der Ausbildung des Löffels, mit Zubehör gewidmet, und auf Grund langjähriger Erfahrungen verwendet man als Werkstoff nur hochwertige Stahlsorten. Marion nimmt nicht nur die Zähne, sondern die ganze Vorderwand des Kübels aus Manganstahl. Insbesondere liefert die American Manganese Co. kurz „Amsco“ genannt, für zahlreiche Baggerwerke als Sonderfabrikat diese Manganstahlkübel mit den Zähnen, ebenso andere Manganstahlteile, wie z. B. Kettenräder usw. Durch die Massenfertigung der Einzelteile hat diese Firma große gießereitechnische Leistungen in der Formgebung dieses Werkstoffes, so daß gewöhnlich saubere Gußstücke hergestellt werden, die der Nacharbeit bedürfen.

Durch die Verwendung der erwähnten Ward-Leonard-Ausrüstung ist beim Graben des Löffels beim Auftreten in Widerstandes die Grabgeschwindigkeit sehr gering, steigt dann beim Heben des Löffels bis auf etwa 100 m/min, die mittlere Grabgeschwindigkeit beträgt etwa 100 m/min. Die Schwenkgeschwindigkeit des drehbaren Teiles beträgt ungefähr 2 Uml./min. Die Förderleistung eines derartigen Abraum-Großbaggers kann bei geschultem Bedienungspersonal und mittleren Förderwegen 50 bis 100 m³, entsprechend 300 bis 500 m³/h betragen. Die Anwendung der Löffelbagger beschränkt sich auf das Abtragen der über der Baggersohle liegenden Stein- und Erdmassen. Um die unter der Baggersohle liegenden Massen abzutragen, kann der Löffelbagger in der Regel

Abb. 11
Kranwagen-
Kopfträger
aus Stahlguß



in den Eimerseilbagger in einfacher Weise umgestellt werden. Die Schürftiefe kann bis zu 22 m betragen, entsprechend dem Winkel, unter dem der Ausleger eingestellt wird. Der Schürfkübel kann wenigstens 8 m über die durch die Auslegerspitze gehende Senkrechte hinausschwingen, so daß hierdurch der Arbeitsbereich erheblich erweitert wird.

Während das Schürfseil auf die Hubtrommel aufgewickelt wird, wird bei Umstellung zum Eimerseilbagger das Hubseil auf eine zweite Trommel gewickelt, die im hinteren Teile des Windenrahmens erhöht gelagert ist.

Außer in den Kohlentagebauen sind die vorbeschriebenen Großbagger auch in den Eisenerztagebauen Nordamerikas, namentlich im Staate Minnesota anzutreffen.

Dresden

[M 460]

Dr.-Ing. W. Franke

Hebezeuge

Konstruktive Ausbildung von Laufkranen in Amerika

Eine vielumstrittene Frage im Kranbau ist die Verwendung von genieteten oder Gußstahlträgern für die Kopfenden der Laufkatzen. Es scheint, als sei die Herstellung durch Benutzung von Profileisen und Stahlblechen billiger und die Konstruktion leichter. Bei der Beurteilung der Kosten wird aber leicht übersehen, daß häufig eine bestimmte Bauart für mehrere Stellen gebraucht werden kann. Da zudem für die Radstände bestimmte Normen aufgestellt sind, so lassen sich die für die Gußstücke hergestellten Modelle öfter verwenden, wodurch die Kosten so weit heruntergehen, daß sie nicht höher als für genietete Träger werden. In Amerika ist man so weit gegangen, daß man sogar die Kopfträger an den Kranwagen aus einem Stahlgußstück herstellt. Abb. 11 zeigt die Form des Trägers, an dem sich auch die Lager in einfachster Form befinden. Aus der beiderseitigen Anordnung der Lager geht hervor,

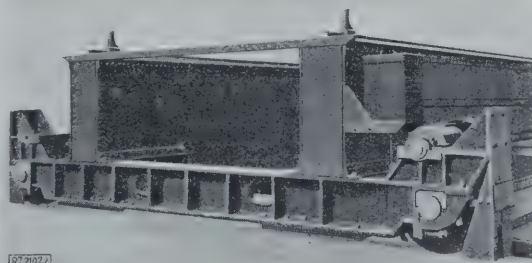


Abb. 12

Stahlguß-Kopfträger für große Belastung

daß nur ein Modell für beide Träger notwendig wird; auch der Zusammenbau ist sehr einfach. Abb. 12 zeigt eine Ausführung für sehr große Belastung einer anderen Firma. Wenn für den Kranwagen diese Konstruktionen in Amerika seltener zu finden sind, so werden die Träger an der Katze ausschließlich aus Stahlguß gebaut. Hier lassen sich die Vorzüge des Gußstückes durch die größere Anzahl anzugeißelter Lager ganz besonders ausnutzen. Abb. 13 zeigt eine Katze für zwei Hubwerke, bei der die Lager für die Wellen und Trommeln alle in gleicher Höhe liegen. Wenn auch diese Ausführungen ein wenig schwerer werden, so sind die dadurch sich ergebenden etwas höheren Betriebskosten mehr als ausgeglichen durch die größere Betriebssicherheit.

In Amerika ist man von der Benutzung von Schneckenradübertragungen ganz abgekommen und ist allgemein im Kranbau zu den Stirnradübersetzungen übergegangen. Die Schnecken baute man gern wegen der Selbsthemmung ein, die bei etwaigem Versagen des Stromes die Last zum Stillstand brachte. Schneckenradübertragungen mit Selbsthem-

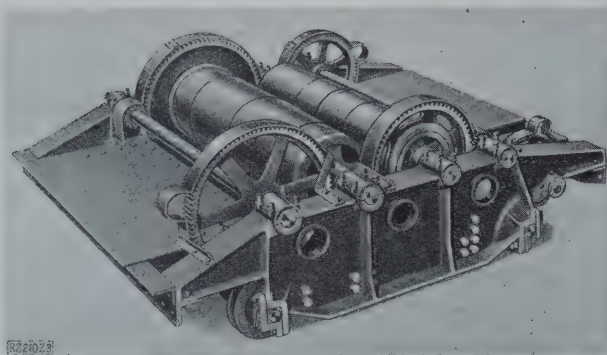


Abb. 13
Katze für zwei Hubwerke. Die Lager für die Wellen
und Trommeln liegen alle in gleicher Höhe.

mung haben aber einen schlechten Wirkungsgrad, ferner bedarf dieser Antrieb einer viel größeren Wartung als andre Übersetzungen, die jedoch bei Kranen nicht immer gewährleistet ist. Durch die gekreuzte Lage der Wellen zueinander und ihren Höhenunterschieden ergeben sich konstruktive Unbequemlichkeiten.

Das gewünschte Übersetzungsverhältnis läßt sich mit Stirnradvorgelegen ebenso gut erreichen. Man zieht, Kranmotoren mit weniger als 1000 Uml./min wegen der größeren Ausführung aller Teile vor und legt einen großen Betrag der Übersetzung in das über Rollen geführte Seil, wodurch sich neben geringeren Querschnitten des Seiles höhere Umlaufzahlen für die Trommel ergeben. Als weitere Folge erzielt man kleinere Drehmomente, die bedeutend dünnere Zahnräder und Wellen zulassen. Drei Räderpaare reichen in den schwierigsten Fällen, in der Regel aber genügen zwei, s. Abb. 13.

Bei den Vorgelegen wird entweder an den Träger ein Kasten angegossen, in dem, auf kurzen Wellen sitzend, die Räder fest eingekapselt werden, wobei man zweckmäßig eine Druckumlaufschmierung vorsieht, Abb. 14, oder man keilt die Zahnräder und Ritzel auf lange Wellen, die auf beiden Seiten auf den Trägern gelagert sind. Hierbei steht es frei, staubdicht einzukapseln oder nur einen Blechschutz anzuordnen, Abb. 13.

Für die übrige Konstruktion ist bemerkenswert, daß die Motorwellen nach beiden Seiten durchgehen. Auf dem einen Ende sitzt ein Ritzel, auf dem andern eine Bremscheibe. Durch diese Anordnung erübrigt sich eine Kupplung, die sonst notwendig wäre, um ein Spiel der Ankerwelle in Achsrichtung zwecks Einstellung ins magnetische Feld zu ermöglichen. Dieses Spiel ist aber dadurch gewährleistet, daß sich Ritzel und Bremscheibe mit der Ankerwelle nach beiden Seiten bewegen können. Auch die zwei Lager, die vor und hinter der Kupplung nötig wären, fallen fort, wodurch sich eine gedrungene, übersichtliche Konstruktion ergibt.

Als Bremsen dienen Band- und Backenbremsen an der Motorwelle, und an der zweiten Übersetzung entweder eine Lastdruckbremse oder eine Bandbremse mit magnetischer Betätigung, sehr häufig aber auch die elektrische Bremsung

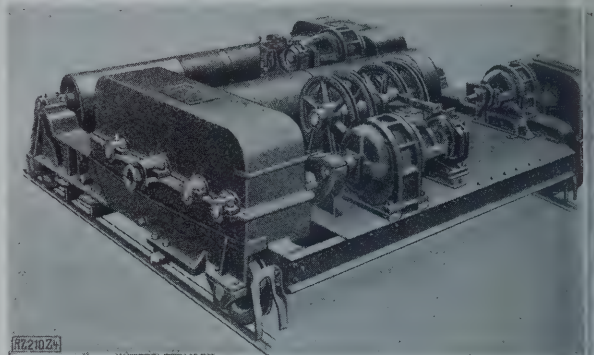


Abb. 14
Vorgelege mit Druckumlaufschmierung

mit Hilfe des Motors zum Zwecke des Lastsenkens. Nerdings bürgert sich besonders für Brückenkranen die Lastdruckbremse (Westinghouse) immer mehr ein, die ein sanftes Anhalten der Katze ermöglicht, so daß übermäßig große Schübe in Längsrichtung der Brücke verhindert werden.

Der Kranwagenantrieb läßt sich nach den besprochen Gesichtspunkten sehr einfach und zweckentsprechend ausbilden, Abb. 15. Der Motor hat elektrische Bremsung, und vom Führer bediente Fußbremse wirkt auf die Schiene neben dem Motor. Der Radschutzkasten ist fortgenommen, so daß die einfache Übersetzung sichtbar wird. Die Welle überträgt die Kraft von der Mitte aus nach beiden Seiten auf ein mit dem Laufrad auf dieselbe Welle gekeiltes Zahnrad. Die in Amerika allgemein übliche Ausbildung des Lager für Laufräder, bei der die untere Lagerschale wegfällt, ist in Abb. 16 deutlich zu erkennen. [M 210]

Barmen

W. G. Diene

Luftfahrt

Französischer und belgischer Luftverkehr

Das Netz der französischen Luftlinien steht seinem geographischen Aufbau nach in der Mitte zwischen denjenigen Deutschlands und Englands. Für die deutsche Luftfahrt bildet der innerdeutsche Verkehr den tragenden Pfeiler. Eine große Anzahl von Linien durchzieht das ganze Reich, und nur ein Teil davon ist über die Grenzen hinaus zu den Hauptstädten der benachbarten Staaten verlängert. In der deutschen Kolonialluftverkehr besteht nicht, da Deutschland keine Kolonien mehr hat. In England betreibt demgegenüber die Imperial Airways Ltd. nur eine einzige internationale englische Linie von geringer Bedeutung und beschränkt sich in der Hauptsache auf die Verbindung Londons mit dem Festland. Dabei betrachtet sie aber auch diese Linie im Grunde als Versuchsstrecken, erblickt die eigentliche Zukunft des englischen Luftverkehrs in der Erschließung des ausgedehnten britischen Kolonialreiches und hat einen Anschluß des ersten zu diesem Zwecke eröffneten Fernverkehrsdienstes von Kairo nach Karachi an den Luftverkehr aus Mutterlandes vorläufig für unnötig gehalten.

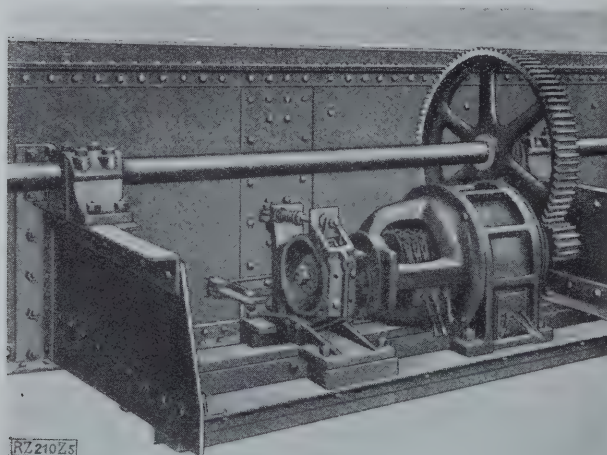


Abb. 15
Amerikanischer Kranwagenantrieb
(Räderschutz entfernt)

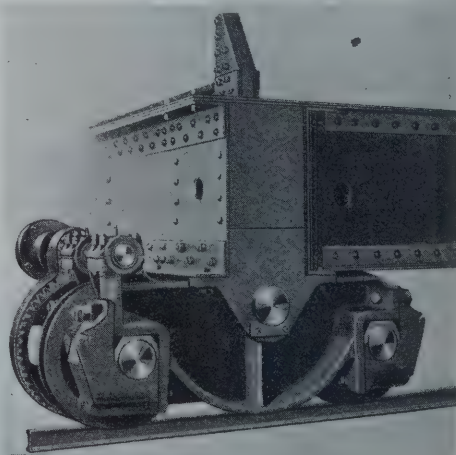


Abb. 16
Lagerung für Laufräder. Die untere Lagerschale
ist weggefallen.

Zahlentafel 1
französische Luftverkehrsgesellschaften

Gesellschaft	Strecken	Flugkilometer 1926 in vH der Gesamtzahl
Air-Union	London-Paris Paris-Lyon-Mar- seille Lyon-Genf Antibes-Ajaccio- Tunis	17,2
Société générale de transports aériens (Lignes Farman)	Paris-Amsterdam Paris-Berlin	7,5
Compagnie internationale de Navigation Aérienne (Cidna)	Paris-Prag-Wien- Konstantinopel Prag-Warschau	27,9
Compagnie générale d'Entreprises aéronau- tiques (Lignes Laté- rière)	Toulouse-Casa- blanca-Dakar Casablanca-Oran Alicante-Oran Marseille-Perpignan	47,4

Zahlentafel 2
Leistungen von den französischen Luftverkehrs-
gesellschaften zurückgelegten Flugstrecken

Gesellschaft	Flugstrecke in 1000 km		Zuwachs vH
	1925	1926	
Air-Union	477	894	87,4
Farman	271	392	44,6
Cidna	1309	1452	10,9
Météore	2403	2469	2,7
Gesamt	4460	5207	16,8

In Frankreich¹⁾ hat man die Einrichtung der Kolonial-
fliegen in Nordafrika zwar gleichfalls mit größtem Nach-
druck betrieben, daneben aber hat man auf den Ausbau
nationaler, europäischer Linien ebenso großen Wert
gelegt, und auch für die Herstellung innerfranzösischer Ver-
kehrsstrecken zwischen den Ausgangspunkten der ver-
schiedenen Linien Sorge getragen. Ein weitverzweigtes
Netz gibt es allerdings im Innern Frankreichs ebensowenig
wie in England. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß
die Zusammenballung der Bevölkerung und der wirtschaft-
lichen Kräfte an einem Punkte sowohl in Frankreich wie in
England weit stärker ist als in Deutschland. Die deutsche
Hauptstadt müßte ungefähr 10 Millionen Einwohner
umfassen anstatt vier, um denselben Bruchteil der gesamten
Bevölkerung in ihren Mauern zu sammeln wie London.
In ihr gibt es nach der Volkszählung von 1925 noch
5 Städte mit über 500 000 und 13 Städte mit über
100 000 Einwohnern; — in Frankreich dagegen neben Paris
zwei Großstädte (Lyon, Marseille) mit 0,5 Mill. Be-
wohner, und keine einzige zwischen 0,25 und 0,5 Mill.

¹⁾ „L'Aéronautique“ Bd. 8 (1926) S. 25 u. 395, Bd. 9 (1927) S. 101 u. 121.

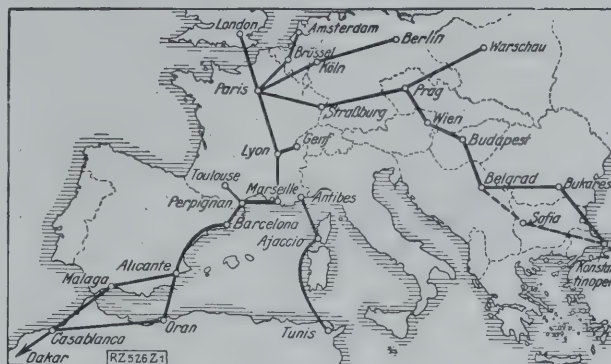


Abb. 17 Die französischen Luftlinien

Die Verwaltung der französischen Luftstrecken weicht
von der deutschen und englischen ebenfalls ab; sie ist nicht
in einer Hand vereinigt, sondern nach wie vor bestehen
verschiedene unabhängige Gesellschaften nebeneinander. Im
einzelnen sind die von ihnen betriebenen Linien und ihr
Anteil an den gesamten Flugleistungen aus Zahlentafel 1
und Abb. 17 zu ersehen.

Die Verkehrsleistungen haben im Jahre 1926 gegen-
über 1925 auf den verschiedenen Linien verschieden stark
zugenommen; die gesamte Steigerung ist nicht sehr groß;
einen wirklich bedeutenden Zuwachs zeigen nur die Air-
Union- und die Farman-Linien, also diejenigen Gesellschaf-
ten, deren Anteil am Gesamtdienst an sich der kleinste ist.
Auch bei ihnen ist der Fortschritt in der Hauptsache nicht
durch Verkehrsverdichtung, sondern durch die Inbetrieb-
nahme neuer Strecken (Paris-Marseille und Paris-Berlin)
erreicht worden, Zahlentafel 2.

Ein Vergleich der Fluggastzahlen und beförderten
Frachtmengen ist nicht möglich, da die Grundlagen der
Zählungen voneinander abweichen. Die Flugzeuge, die be-
nutzt werden, stellen zahlreiche verschiedene Bauarten dar.
Neben einmotorigen sind verschiedene mehrmotorige Flug-
zeuge entwickelt worden; der Bau von Flugbooten ist im
Vergleich dazu zurückgeblieben, Zahlentafel 3.

Ähnlich wie die französische hat auch die belgische
Luftfahrt, da die Möglichkeiten der Ausdehnung in Europa
bei der Kleinheit des belgischen Gebietes nur gering sind,
sich in Afrika ein breiteres Tätigkeitsfeld zu schaffen ver-
sucht, wenn auch ohne unmittelbare Verbindung mit dem
einheimischen Luftverkehr. Die von der belgischen Gesell-
schaft Société Anonyme Belge d'Exploitation de la Naviga-
tion Aérienne (Sabena) übernommene Flugstrecke verbindet
die Kongo-Mündung mit den Kupfererzlagerstätten in Katanga,
Abb. 18. Sie führt von Boma nach Léopoldville (350 km),
dann von dort dem Kasai und Lulua entlang über Ilébu
(Port Francqui) nach Luebo (850 km), und von Luebo über
Bukama nach N'Gulé (850 km). Die Verlängerung nach
Elisabethville befindet sich in Vorbereitung.

Da die anderen Verkehrsmittel hier schlecht sind, ist
der Zeitgewinn durch Benutzung des Flugzeugs besonders
groß. Von Boma nach Léopoldville dauert die Beförderung
auf dem schnellsten Land- und Wasserwege acht Tage, auf
dem Luftwege 5 h. Für die weiter binnenwärts gelegenen
Punkte ist der Zeitgewinn naturgemäß noch größer. Für
eine Reise von Europa nach Luebo wird er auf nicht weni-
ger als 14 Tage geschätzt. Geflogen werden Flugzeuge eng-

Zahlentafel 3. Die im französischen Luftverkehr verwendeten Flugzeuge

Bauart	Bezeichnung	Gewicht		Flügel- fläche m ²	Motor			Ge- schwin- digkeit km/h	Flug- gäste
		voll kg	leer kg		Zahl	Motoren- leistung gesamt PS	Baumuster		
Einmotorige Flugzeuge	Bréguet 26	2825	—	55	1	420	Jupiter	204	6
	Farman F 170	3318	2018	52,5	1	500	Farman	203	8
Einmotorige Land- flugzeuge	Farman Goliath	4640	2300	165	2	520	Salmonson	156	12
	Farman Jabiru	5200	3334	81	4	720	Hispano	209	12
	Blériot 165	5450	3100	119	2	900	Jupiter	180	16
	Blériot 105	5500	3000	125	4	1200	Hispano	—	—
	Lioré & Olivier 21	5500	2690	106,5	2	840	Jupiter	192	12
	Blériot 155	6350	3650	135	4	920	Renault	180	18
	Amiot 150	7300	4030	100	3	1050	Hispano	235	14
Flugboote	Lioré & Olivier H 190	3200	1700	64,2	1	420	Jupiter	170	6
	Météore SPCA 63	5234	3634	103	3	540	Hispano	180	—
	Besson MB 36	7500	—	130	3	1080	Jupiter	180	14

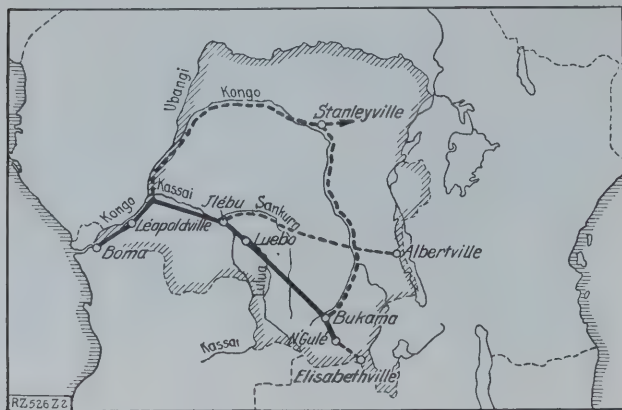


Abb. 18
Luftlinien in Belgisch-Kongo (----- geplant)

lischen Ursprungs. Zur Zeit stehen zur Verfügung: a dreimotorige Flugzeuge, Bauart Handley Page W. 8, drei einmotorige, Bauart De Havilland D 50. Davon dienen drei dreimotorige und ein einmotoriges als Ersatz, falls planmäßiges versagt. Die Verkehrsleistungen sind sehr rasch gestiegen. 1925 wurden von der Eröffnung des Dienstes an (im Juni) bis zum Jahresschluß rd. 50 000 km zurückgelegt. 1926 von Januar bis November rd. 138 000 km.

Eine bedeutende Ausdehnung des Luftdienstes ist geplant. Zunächst sind folgende Strecken in Aussicht genommen, Abb. 18:

1. Von Léopoldville den Kongo entlang nach Stanleyville.
2. Von Ilébu am Zusammenfluß des Sankuru und Kasai bis Albertville am Tanganjika-See.
3. Eine diese beiden und die jetzigen Linien kreuzende Nord-Süd-Verbindung Stanleyville - Bukama.

Die Gesamtlänge dieses Netzes würde mit ungefähr 7500 km das belgische Eisenbahnnetz um fast 90 vH übertreffen. Für eine spätere Zukunft ist eine Fortsetzung der Hauptlinien nach dem Tschad-See und dem Nil vorgesehen. Berlin-Karlshorst [M 526] Karl H. Rüh

Kleine Mitteilungen

Lloyds zweiter Vierteljahrsbericht

Am 30. Juni waren auf den Werften der Welt folgende Handelsschiffe im Bau: 370 Dampfschiffe mit 1 366 809 B.-R.-T., 268 Motorschiffe mit 1 459 595 B.-R.-T., insgesamt mit den Segelschiffen 671 Schiffe mit 2 840 545 B.-R.-T. Der Baubestand hat um 271 000 B.-R.-T. gegenüber dem ersten Vierteljahr 1927 zugenommen. Diese Zunahme wird nur durch den vergrößerten Raumgehalt der im Bau befindlichen Motorschiffe verursacht. Der Raumgehalt der im Bau befindlichen Dampfschiffe hat sich sogar etwas verringert.

Zum erstenmal übersteigt der Raumgehalt der im Bau befindlichen Motorschiffe denjenigen der Dampfschiffe. Die Tätigkeit im Motorschiffbau hat in mehreren Ländern bedeutend zugenommen. Eine Ausnahme bildet Deutschland, wo sich im zweiten Vierteljahr nur der Dampfschiffbau bedeutend vergrößert hat. [N 676 a] Ls.

Wirtschaftlichkeit amerikanischer und englischer Lokomotiven

Wirtschaftliche Erwägungen haben in den Vereinigten Staaten dazu geführt, daß man die Güterzuglokomotiven stets bis zur Höchstleistungsgrenze trotz der dabei schlechten Kohlenausnutzung beansprucht. Man ist aber nur durch weitgehende Verwendung mechanischer Rostbeschicker in der Lage, diese Grenze zu erreichen. In England geht man nicht bis zur vollen Ausnutzung.

Die Erfahrung hat nun gelehrt, daß Rostflächen über rd. 5,5 m² nicht mehr mit der Hand beschickt werden können. Bei Handfeuerung kann man den Rost mit 400 kg/h je m² Rostfläche versorgen, während die mechanische Rostbeschickung 4880 bis 5380 kg/h bei denselben Verhältnissen ermöglicht und somit eine bedeutend höhere Anstrengung der Lokomotive zuläßt. Es ist daher auch nicht verwunderlich, wenn amerikanische Lokomotiven einen Kohlenverbrauch von 3 t/m²h haben. Die schweren Lokomotiven bei der Erie- und Virginia-Bahn haben sogar bei 11,3 m² Rost- und 640 m² wasserberührter Heizfläche einen Kohlenverbrauch von 5,5 t/m²h; sie entfalten dabei eine Zugkraft von 70 000 kg. Versuche haben ergeben, daß wenn die Rostbelastung von 1125 kg/h für eine bestimmte Rostfläche auf 5600 kg gesteigert wird, die Verdampfungsziffer von 9,75 auf 7 fällt. Trotz dieser Verschlechterung des thermischen Wirkungsgrades belastet man in Amerika die Lokomotiven bis zur Höchstgrenze. („The Engineer“ 22. Juli 1927 S. 98.) [N 676 b] Krs.

Neue Schlafwagen

Zwei neue von den Wolverton-Werken, England, erbaute Schlafwagen sind kürzlich in Dienst gestellt worden. Der Ganzmetall-Rahmen dieser Fahrzeuge ruht mit besonders weicher Federung auf zwei dreiachsigen Drehgestellen. Der Wagen hat folgende Abmessungen: Länge über Puffer rd. 22 m; Länge des Wagenkastens rd. 20,8 m; Breite rd. 2,75 m. Gummiklötze zwischen Wagenkasten und Rahmen, sowie Filzeinlagen in den Doppelböden sollen die Erschütterungen während der Fahrt dämpfen. Der Wagen ist mit selbsttätiger Saugbremse, Westinghouse-Dampfheizung und

elektrischer Lichtanlage, Bauart Wolverton, ausgerüstet. Besonders hat man es bei diesen Wagen verstanden, den zweckmäßigen Ausgestaltung der Inneneinrichtung dem Benutzer die denkbar größte Bequemlichkeit zu schaffen. („The Engineer“ 22. Juli 1927 S. 104*) [N 676 c] Krs.

Abwärmeverwertung in einer Zementfabrik

Eine große Abwärmeverwertungsanlage im Betrieb der Florida Portland-Zement Co. geht ihrer Vollendung entgegen. Hinter den drei Zementöfen werden drei Abhitzkessel von je 835 m² Heizfläche, 18 at abs Betriebsdruck und rd. 270 ° Dampf Temperatur aufgestellt, in denen Dampf für zwei Allis-Chalmers-Turbinen von 1250 und 4000 kVA erzeugt wird. Jeder Abhitzkessel hat vier Züge, einen Speisewasservorwärmer hinter dem vierten und einen Überhitzer hinter dem ersten Zug. Die Rauchgaskanäle zwischen Öfen und Kesseln haben Verbindung untereinander und sind mittelbar mit dem gemeinsamen, 66 m hohen Schornstein verbunden, so daß die ganze Kesselanlage oder ein Teil je nach Abgabemenge und Dampfbedarf ab- oder zugeschaltet werden kann. („Power“ 5. Juli 1927 S. 37.) [N 676 d] Pt.

Hochdruckdampf in industriellen Betrieben

Während der Übergang zu immer höheren Drücken in den großen amerikanischen Kraftwerken unverkennbar war, folgte die Industrie nur ganz allmählich nach, vor allem deshalb, weil gerade in Amerika durch die Hochkonjunktur der Kriegsjahre die meisten Fabriken eine Ausdehnung genommen hatten, die ihrer normalen Absatzfähigkeit entsprach, so daß also Erweiterungen zunächst nur selten notwendig kamen und auch größere Umbauten möglichst vermieden wurden. Trotzdem gibt es heute in den Vereinigten Staaten nach einer kürzlich aufgestellten Statistik 27 industrielle Dampfkraftwerke mit Drücken von mehr als 14 at, darunter acht von mehr als 25 at abs. Die Papierindustrie hat die meisten Hochdruckanlagen (zehn, die etwa 35 vH), dann folgen die chemischen Fabriken und die Ölraffinerien (je vier Werke). Die Maschinen sind etwa zu gleichen Hälfte Gegendruckturbinen, zur andern Hälfte Antriebsturbinen. Die Anfangstemperaturen sind sehr verschieden, sie schwanken zwischen 200 und 370 °. („Power“ 12. Juli 1927 S. 51.) [N 676 e] Pt.

Die Metallbearbeitungsmaschinen in der amerikanischen Elektroindustrie

Durch eine Umfrage ist festgestellt worden, daß in der amerikanischen Elektroindustrie rd. 144 500 Metallbearbeitungsmaschinen im Gebrauch sind. 16 vH davon sind Drehbänke, 10 vH Bohrmaschinen, je 7,6 vH Schleifmaschinen und Kraftpressen, 5 vH Fräsmaschinen; es folgen Hobelmaschinen, Querschnittmaschinen und die übrigen normalen Maschinen. Sehr hoch ist der Anteil der Sondermaschinen mit rd. 48 000 Stück, d. s. rd. 33 vH. Im Mittel sind 41 vH aller Maschinen 10 Jahre oder länger in Betrieb. („American Machinist“ 23. Juli 1927 S. 1005.) [N 676 f] Pa.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

ungsfugen im Beton- und Eisenbetonbau. Von A. inlogel. Berlin 1927, Ernst & Sohn. 220 S. m. Abb. Preis 19 *M.*

is Schwinden des erhärtenden und erhärteten Betons, verhältnismäßig große Wärmeausdehnungszahl verursachen Formänderungen, die für große Bau- nur dann ohne Nachteile eintreten können, wenn der ri von vornherein auf sie ausreichend Rücksicht . Der entwerfende Ingenieur ist sich nicht immer ie zweckmäßige Lösung einer Dehnungsfuge für den en Fall klar, und oft ist eine Anregung, wie sie das gende Buch für die verschiedenen Gebiete bringt, sehr scht.

ir Hochbauten wird neben allgemeinen praktischen i für die Ausführung von Bewegungsfugen an vielen elen gezeigt, wie diese Fugen in Gründungen, n, Decken und Dachbauten zweckmäßig und wirk- geordnet werden. Weitere Abschnitte bringen bewährte en von Dehnungsfugen für Silos, Brücken, Kanal- n, Wasserleitungen, offene Kanäle, Schleusen und ifungen. Ein Abschnitt behandelt die Ausbildung hnungsfugen für Staumauern, ein andrer erörtert die anordnung bei Betonstraßen.

e zahlreichen der Praxis entnommenen Beispiele mit Übersichts- und Teilzeichnungen geben nicht nur Studierenden, sondern auch dem in der Praxis en Ingenieur wertvolle Bereicherung seiner Kennt- und fruchtbare Anregungen.

inem Anhang sind noch in übersichtlicher Weise dieses Gebiet fallenden amtlichen Bestimmungen utschland, die Vereinigten Staaten von Nordamerika, chweiz, Österreich, Schweden, Norwegen, Italien, d und die Tschechoslowakei zusammengestellt.

[28] **Stein**
mathe-matische Aufgaben aus der Technik. Von M. Haupt- n. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 108 S. 15 Abb. Preis 3,60 *M.*

s genügt bekanntlich für den Techniker nicht, die natik nur nach ihrem Wesen und Inhalt zu kennen. richtiger ist, daß er sie auch anwenden lernt. Denn beherrschung läßt noch lange nicht den mathema- i Kern einer Aufgabe und den Punkt erkennen, an as mathematische Werkzeug anzusetzen ist. Es ist riefentlich, daß jetzt immer mehr solche Bücher heraus- n werden, die die Mathematik in ihrer unendlich tigen Anwendung auf die Technik lehren.

dem vorliegenden Werk wird eine große Zahl Auf- aus den verschiedensten Gebieten der Technik be- tet, so aus der Stoffkunde, Festigkeitslehre, Berg- und wesen, Maschinenelemente, Schiffbau, Brückenbau Jedem Abschnitt sind kurze Sacherläuterungen und e des Schrifttums vorangestellt, fast jeder der voll- n voneinander unabhängigen Aufgaben sind Skizzen igt, die das Eindringen in die Aufgabe und damit ihre erleichtern helfen.

is Buch wird ohne Zweifel allen Lehrern der Technik n Technikern selbst willkommen sein.

[89] **Harm**
niederschläge und Metallfärbungen. Von F. Michel. in 1927, Julius Springer. 179 S. m. 13 Abb. Preis *M.*

is Buch zählt zu derjenigen Klasse galvanotechnischer die unter fast völligem Verzicht auf eine Darstel- er chemischen und elektrochemischen Grundlagen Fachgebietes (deren Darstellung in solchen Fällen ich, z. B. auch hier den schwächsten Teil eines Buches bildet) sich vorwiegend an den Praktiker t, um diesem Angaben zu bieten, die, um mit den des Verfassers zu sprechen, ihm ermöglichen, bei rung seiner Arbeiten ohne viele theoretischen Er- gen auf diesem oder jenem Wege zum Ziele zu kom- Zu diesem Zwecke wird nur eine beschränkte Anzahl drezepten gebracht, und zwar zumeist der gutbewähr- ren, die der Verfasser außerdem noch selbst erprobt d für die er die einschlägige Arbeitsweise in mög- reiteter und leicht verständlicher Form darlegt. Hier- der Verfasser augenscheinlich in erster Linie an die isse der Galvaniseure und Metallfärber der Schmuck- ndustrie gedacht.

der erwähnten Absicht geschrieben, kann ach und will es wohl auch nicht zur Einfüh- n das Gesamtgebiet der Galvanotechnik dienen,

zumal ja verschiedene wichtige Gebiete nicht beschrieben werden, z. B. die Glocken- und ähnliche Geräte für Massen- galvanisierung, die neueren sog. Wanderbäder und neuere Arten der Oberflächenveredelung, z. B. mittels Überzügen von Kadmium und mittels Verchromung, d. h. durch Ver- fahren, an denen heute auch der Praktiker nicht mehr acht- los vorübergehen kann, wenngleich er bei dem letzteren Verfahren wohl kaum in die Lage kommen wird, sich seine Bäder selbst zusammenzusetzen. Abgesehen hiervon ist innerhalb der vom Verfasser selbst gezogenen Grenzen das Buch jedoch geeignet, dem praktischen Galvaniseur auf manche Frage, wenn auch nicht auf alle Fragen, in leicht verständlicher Form die gewünschte Auskunft zu geben.

[E 515]

Dr.-Ing. Georg Eger

Fort-schritte der Chemie, Physik und physikalischen Chemie. 19. Bd., 1. H.: **Die Zerstäubungserscheinungen bei Metallen.** Von Joseph Fischer. Berlin 1927, Gebrüder Bornträger. 70 S. m. 14 Abb. Preis 4,80 *M.*

Die kleine Monographie behandelt mit guter Gliede- rung des Stoffes alle Abtragungerscheinungen der Ober- fläche von Metallen in der Luftleere oder in Gasen, die man heute noch unter dem Namen Zerstäubung zusammen- faßt, so den reinen Verdampfungsvorgang, ferner die mechanisch-thermische Zerstäubung, die auf einer Spreng- wirkung in der Oberfläche eingeschlossener Gase beruht, endlich den Abbau der Metalloberfläche durch chemische Wirkung des umgebenden Gases.

Ein spezieller Fall dieser chemischen Wirkung ist die elektro-chemische Zerstäubung, bei der das Gas erst unter dem Einfluß der Entladung aktiviert und zur Bildung flüch- tiger Metallverbindungen befähigt wird, die sich an entfer- neren Stellen des Entladungsröhres unter Metallabscheidung wieder zersetzen. Der größte Raum ist, wie zu erwarten, der elektrischen Stoßverdampfung gewidmet: so bezeichnet der Verfasser die durch Auftreten positiver Ionen auf die Met- alloberfläche bewirkte Zerstäubung. Ihre Abhängigkeit von den zahlreichen Versuchsvariablen und die dafür bisher aufgestellten Theorien werden kritisch besprochen. Die Darstellung ist klar und anregend. [E 560] Skaupy

Edison. Der Mann und sein Werk. Von George S. Bryan. Übers. von Karl Otten. Leipzig 1927, Paul List. 300 S. m. versch. Abb. Preis 9 *M.*

Der Inhalt dieses Buches ist — ähnlich wie bei andern bekannten Edison-Biographien — sehr auf das Anekdoten- hafte eingestellt, die Darstellung sehr weitschweifig. Die Übersetzung aber macht das Buch unmöglich. Es ist unbe- greiflich, daß man zur Verdeutschung dieses Buches, das sich in der Hauptsache mit technischen Dingen befaßt, einen Übersetzer hat wählen können, der offenbar der Technik gänzlich fernsteht, und es anscheinend auch nicht für nötig gehalten hat, sich von fachkundiger Seite beraten zu lassen. Sonst hätten die vielen Entgleisungen auf technischem Ge- biete nicht vorkommen können. Es wird z. B. von einem „Druck“ von 110 Volt, von „Direktstrom“ und von der „Tourenzahl“ einer Spule gesprochen; eine „Akkumulatoren- batterie“ wird „Lagerbatterie“ genannt. Die Umkehrbar- keit von Motor und Generator wird mit „Umsteuerung“ be- zeichnet. Dergleichen Fehler finden sich in großer Zahl.

Von der Art der Darstellung der technischen Vorgänge geben folgende Stellen einen Begriff: Der Unterschied zwischen Reihen- und Parallelschaltung wird folgender- maßen erklärt (Seite 107): „Um die Lampen voneinander unabhängig zu machen, war es nötig, sie an einen „viel- fachen Stromkreis“ anzuschließen. Sie konnten nicht in Reihen angeschlossen werden. „Vielfacher Stromkreis“ und „Reihen“ sind die gebräuchlichen Bezeichnungen für die beiden führenden Systeme, den elektrischen Strom für den allgemeinen Gebrauch zu verteilen. Um eine ungefähre Vorstellung des Reihensystems zu haben, mag man es als eine große Schleife oder ellipsenartige Vorrichtung an- sehen, an die alle Lampen direkt angeschlossen sind“ usw. Sehr schön heißt es auch in der Beschreibung der ersten elektrischen Lokomotive (S. 225): „Der Motor lief also „parallel“ oder „im mehrfachen Bogen“. Die Kraft wurde zuerst durch eine umständliche Vorrichtung von Reibungs- kolben auf die Triebachse übertragen. Wenn der Motor- führer die Lokomotive umsteuern wollte, schaltete er einen Hebel und leitete den Strom durch die Armaturrollen.“ Und derartiger Unsinn erscheint in erstklassiger Aufmachung und wird dem deutschen Volk von einem bedeutenden Ver- lag angeboten! — Man kann dem Verlag zur Erhaltung seines guten Rufes nur empfehlen, das Buch einer gründ- lichen Überarbeitung zu unterziehen. [E 391] Wgm.

Die Haager Konferenz 1925. Von Albert Osterrieth. Berlin 1926, Verlag Chemie. 158 S. Preis 6 M.

Kurz vor seinem Tode hat Osterrieth die Handschrift des Buches vollendet. Es gibt den Inhalt seiner letzten größeren Arbeit wieder. Er berichtet über die Umstände und Erwägungen, die zu der durchgreifenden Abänderung des Unionvertrages und der Nebenverträge geführt haben und an denen er an hervorragender Stelle beteiligt war. Ausführlich, aber nicht weitschweifig, gibt er Auskunft über die Unterlagen und den Gang der Verhandlungen. Wer zweifelhafte Fragen des Unionsrechtes vom deutschen Standpunkt aus zu entscheiden hat, wird in diesem Buch den besten Wegweiser finden. Wir können nur immer wieder der Trauer Ausdruck geben, daß wir die Beteiligung des Verfassers selbst an dieser Arbeit entbehren müssen. [E 293] Nb.

Chronik des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaften und Technik. Gründung, Grundsteinlegung und Eröffnung, 1903 bis 1925. München 1927, Selbstverlag. 91 S. m. zahlr. Abb. Preis 3 M.

Vorwort von Prof. von Harnack — Die Gründung — Von der Gründung bis zur Eröffnung der provisorischen Sammlungen am 12. November 1906 — Von der Grundsteinlegung bis zur Vollendung des Museums-Neubaues — Eröffnung des Museums-Neubaues am 7. Mai 1925.

Mitteilungen des Instituts für Kraftfahrwesen an der Sächsischen Technischen Hochschule Dresden. Herausgeg. von Otto Wawrziniok. 3. Sammelbd., 67 S. m. 63 Abb. 4. Sammelbd. 93 S. m. 63 Abb. Berlin 1927, Klasing & Co. Preis 4 M.

3. Sammelband: Betrachtungen über die Verhältnisse des Kraftfahrzeugverkehrs in Deutschland am Ende des Jahre 1926. Von Prof. Wawrziniok. — Die Dämpfung des Aufpuffgeräusches der Kraftfahrzeugmotoren. Von Prof. Wawrziniok. — Die Kraftstoffbehälter der Kraftfahrzeuge und die zu ihrer Herstellung geeigneten Werkstoffe. Von Prof. Wawrziniok. — Kraftwagenkühler und ihr Verhalten gegenüber Frostschutzmitteln. Von Prof. Wawrziniok. — Leistungsverbesserung der Fahrzeugmotoren durch Leichtmetallkolben. Von Oskar Lindner. — Über Gemischvorwärmung. Von Oskar Lindner. — Bericht über Versuche zur Ermittlung des Reibungskoeffizienten von Belagmaterial trockenlaufender Automotorenkupplungen. Von Fritz Florig. — Die Berechnung des axialen Anpressungsdruckes für Konuskupplungen. Von Fritz Florig. — Untersuchung einer Lanz-Kraftzugmaschine „Bulldog“. Von E. Döhner. 4. Sammelband: Versuche mit spiritus- und alkoholhaltigen Motorkraftstoffen. Von Prof. Wawrziniok.

Hansa-Bücherei. Bibliothek des gesamten kaufmännischen Wissens, 11. Bd.: Die industrielle Selbstkostenrechnung. Von Walter Rahm. Berlin-Schöneberg 1927, Mentor-Verlag. 140 S. Preis 4,50 M.

Die Aufgaben der Selbstkostenberechnung. — Gliederung der Selbstkosten. — Einführung eines Kalkulationsverfahrens. — Der Einfluß moderner Herstellungsverfahren. — Die Selbstkostenberechnung als Ausschnitt aus der Gesamtorganisation. — Berechnungsarten. — Der Begriff „Selbstkosten“. — Die Kostenelemente. — Das Material. — Die Löhne. — Spezielle Kosten. — Der Begriff „Unkosten“. —

Abschreibungen. — Zuschlagsverfahren. — Betriebsbilanz. — Inventur. — Statistik. — Sachregister. — Literaturverzeichnis.

Bibliothek des Radio-Amateurs, 15. Bd.: Innenantenne. Rahmenantenne. Von Friedr. Dietsche 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 110 S. m. 90 Abb. Preis 3 M.

Da die Anlage von Hochantennen für Funkliebhaber größeren Städten oft sehr erschwert, manchmal kaum durchführbar ist, kommt das Büchlein von Dietsche sehr gelegen. Es gibt dem zeitarmen Spezialisten eine gute Anleitung zur selbständigen Installation und zum Bau von Innen- und Rahmenantennen, sich tiefer einarbeiten will und elektrotechnisch vorgegriffen ist, wird allerdings zu eingehenderen Werken greifen, denen einige angegeben sind. Aus dem Inhalt: Theorie der Antennenformen, Güte des Empfanges, Anleitung zur Berechnung der Antennen, Bau von Antennen, Teile und Werkstoffe zum Bau u. a.

Reichsbahn-Handbuch 1927. Bearbeitet in der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Berlin 1927, Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelschule bei der Deutschen Reichsbahn. 659 S. m. 32 R. Preis 18,50 M.

Die neue Verordnung über Kraftfahrzeugverkehr. Von Hey. 2. Aufl. Berlin 1927, Rich. Carl Schmidt. 137 S. m. Abb. Preis 2 M.

Die Handhabung des Rechenschiebers. Von Dr. H. Schott. Stuttgart 1927, Dieck & Co. 48 S. m. 40 Abb. u. 100 R. Preis 1,20 M.

Die Eisenbahn im Bild. Von John Fuhlberg-Herrmann. Stuttgart 1927, Dieck & Co. 464 S. m. zahlr. Abb. Preis 20 M.

Das Bergwerk im Bild. Von Eduard Pfeiffer. Stuttgart 1927, Dieck & Co. 120 S. m. zahlr. Abb. Preis 7,50 M.

Das Deutsche Eisenbahn-Adreßbuch. Bearbeitet von der Bande der Ingenieure der Reichsbahn. E. V. August 1927. Berlin 1927, H. Apitz. 612 S. Preis 15 M.

Technisches Zeichnen. Von A. Gruber. Ravensburg 1927, Otto Maier. 155 S. m. Abb. Preis 3 M.

Arbeit und Gesundheit, 6. H.: Organisation des Betriebs in Fabriken und Betrieben. Von Hermann E. bis. Berlin 1927, Reimar Hobbing. 70 S. m. 30 R. Preis 3,20 M.

Unsere Technik und Amerika. Von Emo Desco. Stuttgart 1927, Dieck & Co. 78 S. m. 22 Abb. Preis 2,50 M.

Ingenieur, Volk und Welt. Von W. Büttner. Leipzig 1927, Hesse & Becker. 317 S. m. zahlr. Abb. Preis 8 M.

Das deutsche Handwerk in Vergangenheit und Gegenwart. Von Bernhard Lehnert. Eisleben 1927, Glockenverlag. 103 S. Preis 2,10 M.

Badische Heimat. Zeitschrift für Volkskunde, ländliche Wohlfahrtspflege, Heimat- und Denkmalschutz. 1. Jahresheft 1927: Mannheim. Herausgeg. von Heinrich Busse. Karlsruhe 1927, G. Braun. 288 S. m. 100 R. Preis 7,50 M.

Benjamin Carver Lamme. An Autobiography. New York and London 1926, G. P. Putnam's Sons. 271 S. m. 10 R. Preis 3 Dollar.

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Die Grundlagen des Schleifens. Von C. Krug . . .	1109
Massenfertigung von Holzersatzteilen in Eisenbahnen. Von Bardtke	1117
Die allgemeine Bedeutung der Werkstoffprüfung. Von W. Schmidt	1123
Die Möglichkeit der Weltraumfahrt	1128
Der Nürburg-Ring. Von L. Jonasz	1129
Kohlenstaubeuerung für Schiffe	1132
30. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins	1132
Fachsitzung „Dampftechnik“	1133
Elektroglühofen für kleine Stücke	1136

Rundschau: Die Diamant-Härteprüfmaschine Bauart Vickers — Löffelgroßbagger im amerikanischen Kohlentagebau — Konstruktive Ausbildung von Laufkränen in Amerika — Französischer und belgischer Luftverkehr — Kleine Mitteilungen	
Bücherschau: Bewegungsfugen im Beton- und Eisenbetonbau. Von A. Kleinlogel — Mathematische Aufgaben aus der Technik. Von M. Hauptmann — Metallniederschläge und Metallfärbungen. Von F. Michel — Die Zerstäubungserscheinungen bei Metallen. Von J. Fischer — Edison. Von G. S. Bryan — Die Haager Konferenz 1925. Von A. Osterrieth — Eingänge	

Namen- und Sachverzeichnis Bd. 71 (1927) 1. Halbjahr

Das Verzeichnis wird Nr. 33 dieser Zeitschrift vom 13. August 1927 beiliegen.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

D. 71

SONNABEND, 13. AUGUST 1927

NR. 33

Kompressoren für große Kälteleistungen

Von Direktor Dr.-Ing. Heinz Voigt, Kassel

Die beiden bisher größten Kältemaschinen der Welt, ein Sulzer-Kolbenkompressor von 3,5 und ein Turbokompressor von Brown Boveri & Cie., A.-G. von 6 bis 8 Mill. kcal/h Leistung werden beschrieben, die bisherigen Ergebnisse gestreift und Vergleiche für die Wirtschaftlichkeit beider Maschinenarten angestellt.

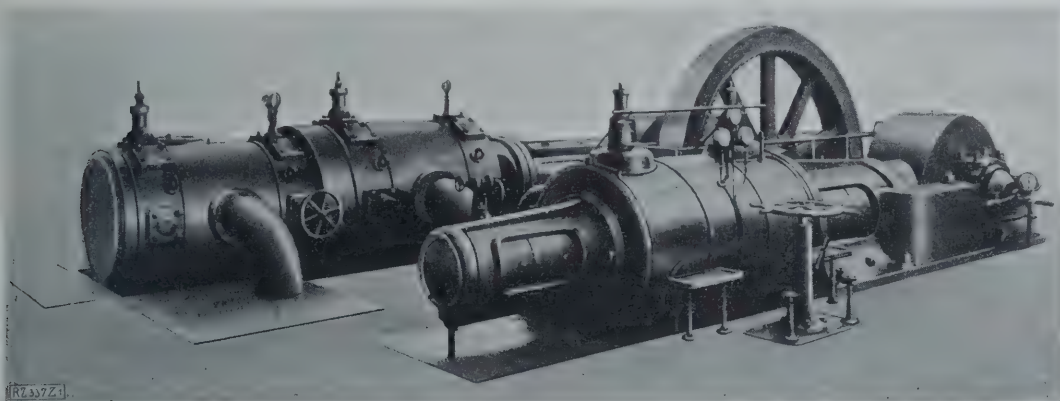


Abb. 1

Kolbenverdichter von 3,5 Mill. kcal/h, gebaut von Gebr. Sulzer

Is vor wenigen Jahren erstreckte sich die Anwendung von Kältemaschinen in der Hauptsache auf die Herstellung von künstlichem Eis, die Erhaltung von Nahrungs- und Genußmitteln aller Art, die Kälteerzeugung, das Abteufen von Schächten und in einigen Sonderfällen auch auf die Herstellung von Eisernen. Die hierfür in Frage kommenden Maschinen gingen im allgemeinen nicht über 500 000 kcal/h hinaus. Einige Ausnahmen waren Maschinen bis zu 1 Mill. kcal/h.

Die chemische Großindustrie begann sich erst neuerdings der Kältetechnik zu bedienen, um gewisse Salze, erst bei tieferer Temperatur ausfallen, maschinell zu erzeugen. So verlangte die Glaubersalzfabrikation, die bisher nur mit der natürlichen Winterkälte zu arbeiten geübt war, bei der erheblichen Ausdehnung dieses Salzes sehr bald Kälteleistungen, die die üblichen Maschinen nicht mehr befriedigen konnten. Ein praktisches Ausführungsbeispiel dieser Art ist die neue Glaubersalzfabrik des Werkes Kaiseroda der Kali-Industrie, A.-G., Kassel, die von vornherein rd. 3 Mill. kcal/h zu stellen mußte, um die verlangte Menge Glaubersalz vollständig durchlaufend Gefrierprozeß zu erzeugen. An der großen deutschen Kältefirmen im Jahre 1923 ergab sich, daß die Ausführung eines Kompressors von dieser Leistung zum mindesten noch ein gewisses Wagnis bedeutete. So wollte eine bekannte Fabrik die Leistung auf drei Maschinen von je 1 Mill. kcal/h verteilen, statt eine einzige Maschine von 3 Mill. kcal/h zu empfehlen.

Kolbenkompressor von 3,5 Mill. kcal/h Leistung

Die Firma Gebr. Sulzer, Ludwigshafen, hat die verlangte Maschine als Ammoniakverdichter entworfen und rechtzeitig zur Ablieferung gebracht. Zum Antrieb des Kompressors, Abb. 1, dient eine unmittelbar gekuppelte Einzylinder-Gegendruck-Dampfmaschine mit Ventilsteuerung für rd. 1200 PS₀ größte Leistung bei 150 Uml./

min, Eintrittsdampf von 24 at und 350 °C und 3 at Gegen- druck. Der liegende zweistufige Kompressor hat 750 und 575 mm Zyl.-Dmr. und 725 mm Hub und ist für Ammoniak-Einspritz-Zwischenkühlung eingerichtet. Die äußersten Grenzen, innerhalb deren diese Maschine im allgemeinen betrieben werden kann, sind:

Verdampftemperatur	— 5	— 20 °C
Verflüssigungstemperatur	+ 25	+ 32 „
Kälteleistung	4,12	2,18 Mill. kcal/h.

Meistens ist die Maschine bei — 10 °C Verdampftemperatur, + 25 °C Verflüssigungstemperatur und 20 °C vor dem Regulierventil mit 3,4 Mill. kcal/h belastet.

Die Bauart dieses Kompressors ist aus Abb. 2 bis 5 ersichtlich. Niederdruck- und Hochdruckzylinder sind hintereinander angeordnet. Wegen der außergewöhnlichen Abmessungen mußte man das Ein- und Ausbauen der Kolben und Ventile durch besondere Vorrichtungen erleichtern. Der Hochdruckzylinder, der auf einer Führungsplatte sitzt, kann mittels eines Schneckengetriebes *a* in axialer Richtung verschoben werden. Zum Ein- und Ausbau der geneigt nach unten gerichteten Ventile dienen auf Gewindespindeln einstellbare Füller *b*, die auf Böcken *c* am Fundament abgestützt sind.

Die Kolbenstangen-Stopfbüchsen *d* und *e* haben Metallpackungen von besonderer Bauart. Die Zwischenstopfbüchse *e* ist mit Wasserkühlung (Berieselungskühlung) versehen. Damit man unbelastet anfahren kann, sind an beiden Zylindern Sicherheits- und Umlaufventile *f* und *g* vorhanden, die Saug- und Druckseite miteinander verbinden. Lager und Gestänge werden mittels einer an der Dampfmaschine angebrachten Druckölpumpe geschmiert.

Die Ventile auf der Saug- und Druckseite des Kompressors, Abb. 6 und 7, sind Plattenventile und im wesentlichen gleichgebaut. Ventilplatte und Fingerplatte werden durch Lenkerfedern, also ohne Reibung, geführt.

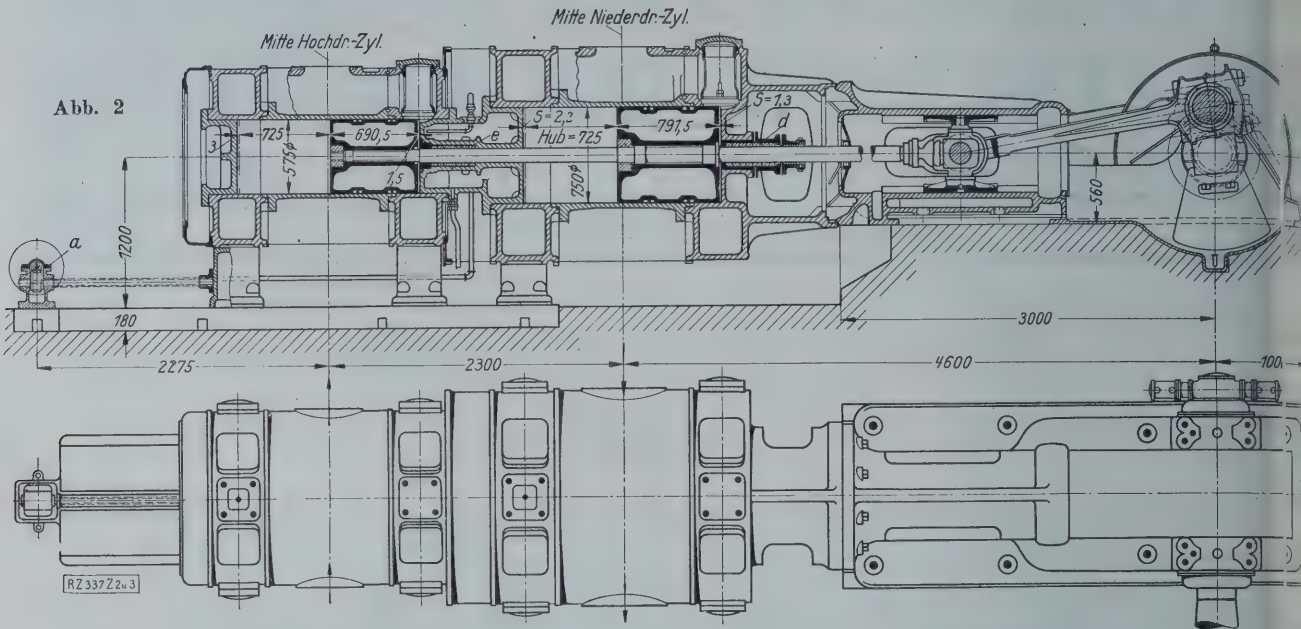


Abb. 3

Abb. 2 bis 5
Ammoniak-Verbundkompressor; 575 und 750 mm Zyl.-Dmr., 725 mm Hub; $n = 150$ Uml./min

Der Stoß beim Öffnen der Ventile wird zunächst durch die Federn *e* und dann von der federnden Fängerplatte *d* aufgenommen. Der Ventilschluß wird durch die Stoßfedern *e* allein herbeigeführt. Das Gewicht der arbeitenden Teile der Ventile ist außerordentlich gering. Da die durchströmenden Dämpfe verhältnismäßig große Flächen der Ventilplatte treffen und die Federung sowie die Dämpfung der Ventilplatte sehr weich sind, so ist nur geringer Überdruck notwendig, um die Ventile offen zu halten. Die freien Querschnitte sind im Verhältnis zum Gesamtquerschnitt der Ventile, verglichen mit Kegelventilen, sehr groß, so daß die Durchströmgeschwindigkeiten der Gase gering sind. Diese Vorzüge machen neben geringem Kraftverbrauch hohe Drehzahlen zulässig. Die geringe Drosselung der Dämpfe in den Ventilen ergibt einen Gewinn an Leistung des Kompressors, gegenüber einem solchen mit Kegelventilen. Die vereinigten Sicher-

heits- und Umlaufventile am Hochdruck- und Niederdruckzylinder, Abb. 8, verbinden bei angehobener Spindel Dichtung und Saugseite miteinander, während sie bei gesenkter Spindel als Sicherheitsventile wirken.

Zum Schmieren der Zylinder und der Kolbenstangen Stopfbüchsen dient eine besondere Vorrichtung, Abb. 9 und 10. Am freien Wellenende des Kompressors werden über Schraubenräder zwei Doppelkolben-Ölpumpen angetrieben, die aus Tropföln *a*₁ bis *a*₄ gespeist werden. Ein Kolben der Pumpe fördert Öl in den Niederdruckzylinder und in den Hochdruckzylinder, ein weiterer Kolben versorgt die vordere Stopfbüchse; überschüssiges Öl tritt aus der Stopfbüchse oben wieder aus und gelangt in den Saugstutzen des Niederdruckzylinders. In gleicher Weise wirkt die Schmierung der Zwischenspielfüchse, aus der das überschüssige Öl in den Saugstutzen des Hochdruckzylinders abgeleitet wird. Rück-

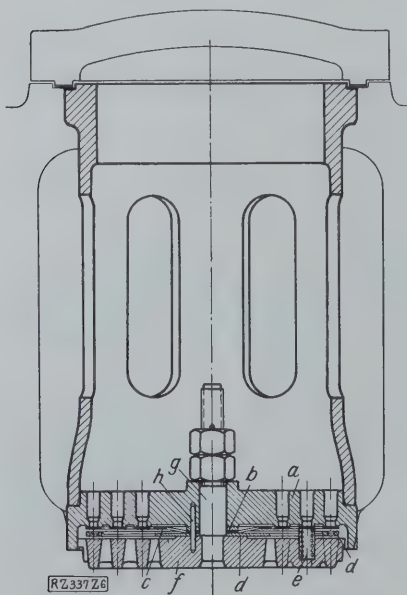


Abb. 6
Saugventil

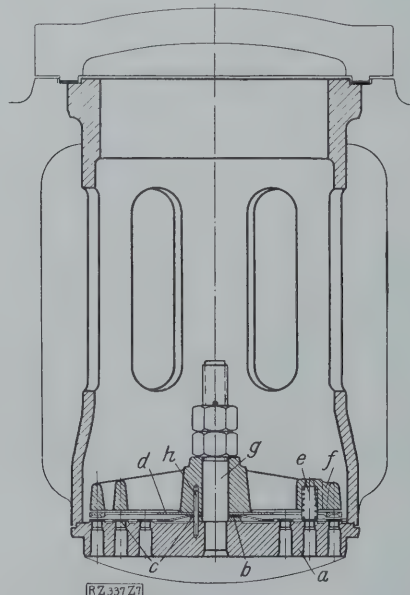


Abb. 7
Druckventil

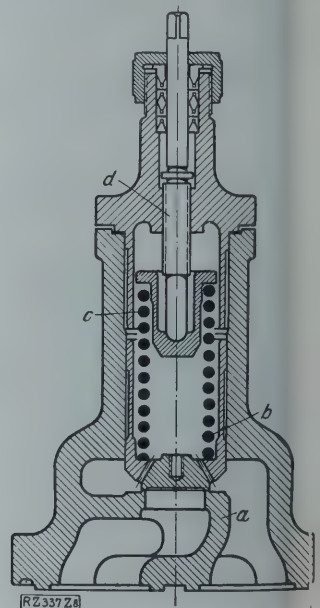


Abb. 8
Vereinigtes Sicherheits- und Umlaufventil

a Sitz
b Hubscheibe
c Ventilplatte
d Fängerplatte

e Stoßfedern
f Hubbegrenzer
g Verbindungsbolzen
h Sicherungsstift

a Sitz
c Feder
b Ventilkörper
d Spindel

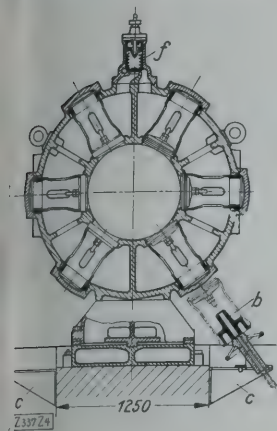


Abb. 4
Schnitt durch den
Niederdruckzylinder

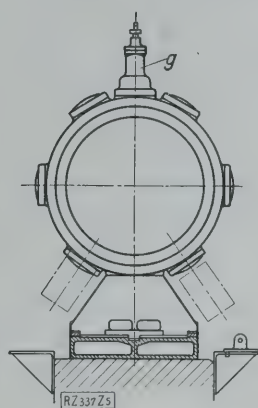


Abb. 5
Ansicht des Hochdruck-
zylinders von hinten

α Schneckengetriebe β Füller γ Böcke
 δ Kolbenstangen-Stopfbüchsen
 ϵ Sicherheits- und Umlaufventil für den Niederdruckzylinder
 ζ " " " " Hochdruckzylinder

schlagventile b_1 bis b_4 an der Ölpumpe verhindern, daß
Öl in die Pumpe strömt. Bei Stillstand der Maschine
werden außerdem die Absperrhähne c_1 bis c_4 geschlossen.
Dieser bisher größte Kälte-Kolbenkompressor der
Welt hat trotz seiner im Kältemaschinenbau ungewöhn-
lichen Abmessungen seit der Inbetriebsetzung im Spät-
sommer 1924 in jeder Weise befriedigt. Kleine anfängliche
Schwierigkeiten im Betrieb sind sofort behoben worden.

Schon vor der Inbetriebnahme dieser Maschine mußte
mit Rücksicht auf die Absatzverhältnisse für Glaubersalz
an eine beträchtliche Erweiterung der Kälteanlage
gedacht werden. Obgleich heute Kolbenkompressoren von
6 Mill. kcal/h Leistung gebaut werden können, bestanden
damals noch Bedenken gegen die Verwendung größerer
Maschinen als der eben beschriebenen. Da der weitere
Kältebedarf ungefähr das Doppelte der Leistung der
ersten Maschine bedingte, so schlug die Firma Gebr.
Sulzer vor, zwei weitere Kompressoren von je 3 Mill.
kcal/h Leistung aufzustellen. Damit wäre aber im Kraft-
werk der für eine Turbodynamo von 4750 kW Leistung
bestimmte Platz für die Kälteanlage verbraucht und eine
sofortige Erweiterung des Kraftwerks nötig geworden.

Turbokompressor von 6 bis 8 Mill. kcal/h Leistung

Unter diesem Zwang der Verhältnisse entschloß man
sich, eine schon früher theoretisch erwogene Möglichkeit
in die Praxis umzusetzen und für die Erweiterung einen
Ammoniak-Turbokompressor vorzusehen, ein Schritt, der
mit Rücksicht auf die noch ungeklärten Fragen der
Stopfbüchsen- und sonstigen Abdichtung gewagt war. Bei
vorurteilsloser Prüfung ergaben sich folgende Vorteile
des Turbokompressors:

1. Vollkommene Ölfreiheit des Abdampfes, während Kol-
benmaschinenabdampf das zum Kesselspeisen dien-
ende Kondensat verschmutzt.
2. Vollkommene Ölfreiheit auch des Ammoniakdampfes,
wodurch Verdampfer und Kondensatoren für Am-
moniak praktisch blank bleiben und Wärme gut über-
tragen.
3. Geringer Bedarf an Grundfläche und an umbautem
Raum.

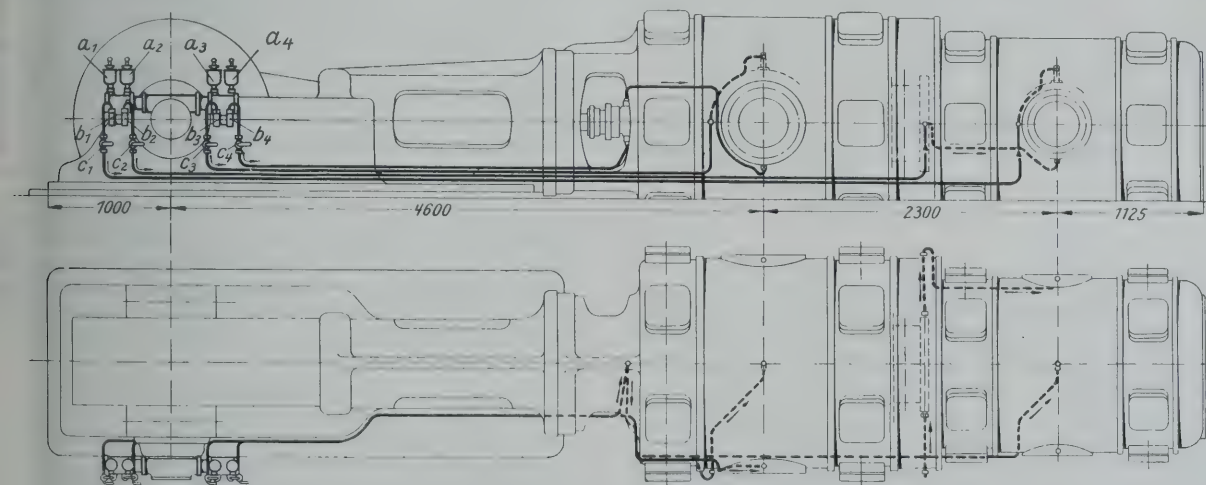


Abb. 9 und 10
Schmierung der Zylinder und Stopfbüchsen des Kolbenkompressors
 a_1 bis a_4 Tropfföler b_1 bis b_4 Rückschlagventile c_1 bis c_4 Absperrhähne

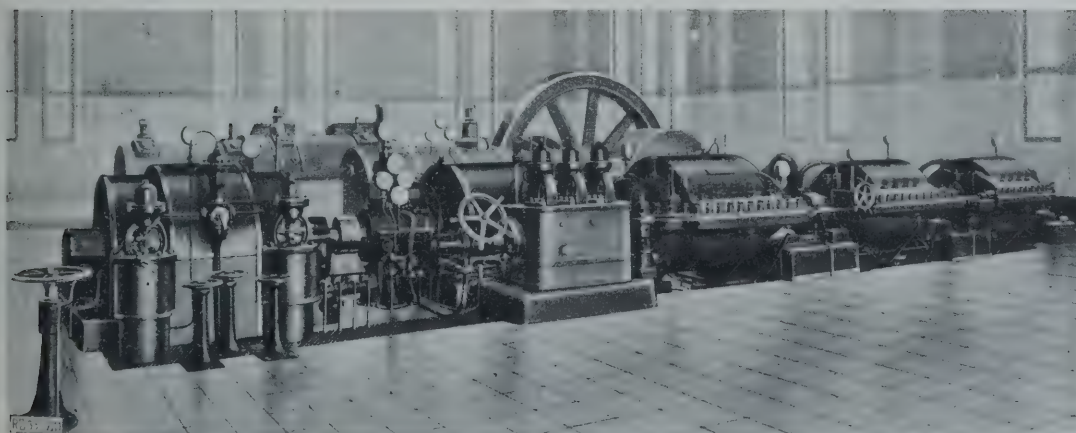


Abb. 11
Turboverdichter von 6 bis 8 Mill. kcal/h, gebaut von Brown, Boveri & Cie.

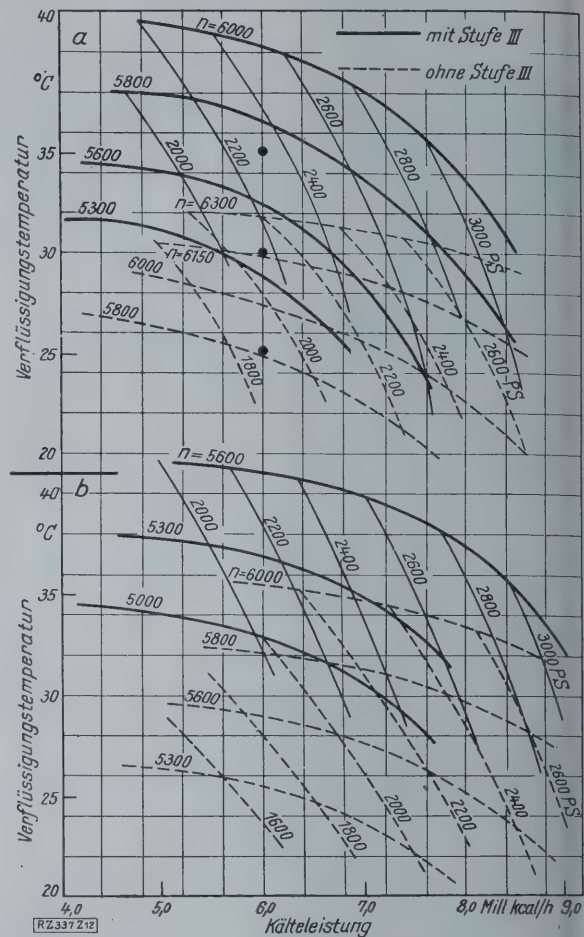
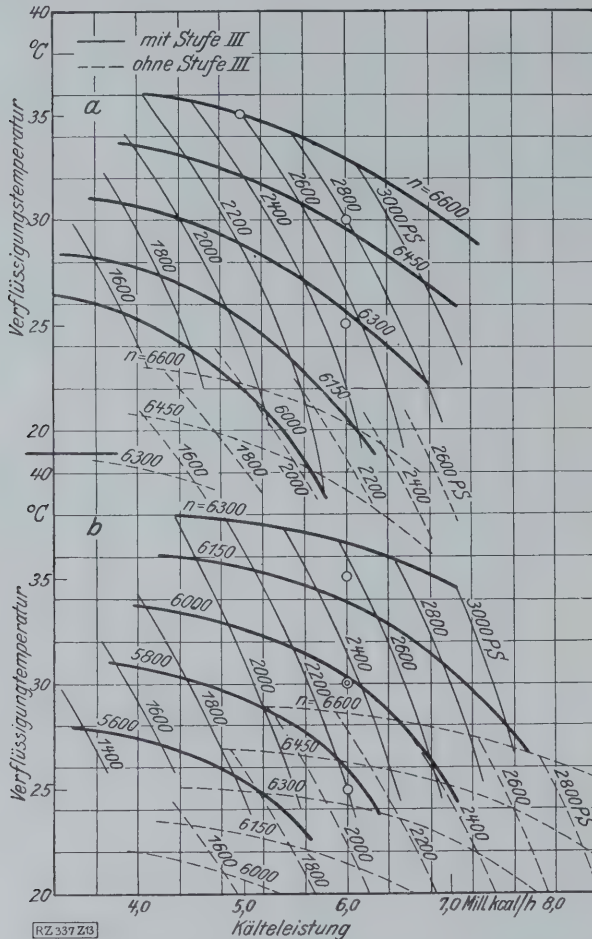


Abb. 12 und 13

Kennlinien des Turbokompressors für verschiedene Drehzahlen und Verflüssigungstemperaturen

a Verdampftemperatur -10°
b „ „ -6° a Verdampftemperatur -20°
b „ „ -15°

4. Kleine Fundamente.
5. Keine Möglichkeiten für Stöße und Schwingungen in den Dampf- und Ammoniakleitungen.
6. Geringer Ölbedarf.
7. Keine Gefahr, die Maschine bei Fehlern in der Bedienung, z. B. beim Anfahren mit geschlossenem Druckventil, zu beschädigen.

Die Nachteile des Turbokompressors bestehen eigentlich nur darin, daß der Dampfverbrauch bei kleineren Maschinen wegen des schlechteren Wirkungsgrades von Turbomaschinen etwas höher ist als der eines Kolbenkompressors. Bei größeren Ausführungen und insbesondere bei Betrieb mit Kondensation verschieben sich die Verhältnisse aber zugunsten des Turbokompressors.

Auf Grund obiger und der weiter unten folgenden theoretischen Überlegungen wurde mit bekannten Herstellern von Turbokompressoren verhandelt, wobei eine der namhaftesten deutschen Fabriken wegen des großen Wagnisses die Abgabe eines Angebots ablehnte. Der Auftrag wurde der Firma Brown, Boveri & Cie., A.-G., Baden (Schweiz), erteilt, deren Diffusorregelung hierbei besonders in die Wagschale fiel. Diese gestattet in Verbindung mit den übrigen Regelmitteln lückenloses Zusammenarbeiten mit dem Kolbenkompressor im Anschluß an dessen höchste Kälteleistung.

Die Antriebsdampfturbine, Abb. 11, ist als zweigehäusige Maschine derart durchgebildet, daß der an die Kondensation angeschlossene Niederdruckteil nach außen, der Hochdruckteil nach der Kompressorseite hin angeordnet ist. Man kann so beim Betrieb der Maschine als reiner Gegendruckmaschine den Niederdruckteil abkuppeln, was mit Rücksicht auf zweckmäßige Gesamtwärmewirtschaft des Werkes praktisch häufig stattfindet.

Der Kompressor ist dreigehäusig, damit man ihn durch Zu- und Abschalten des dritten (Hochdruck-) Ge-

häuses gut an die veränderlichen Kühlwassertemperaturen der beim Werk vorbeifließenden Werra im Sommer und Winter anpassen kann. Die Aufteilung in drei Gehäusen gestattet auch eine sehr günstige Aufstellung von zwei Kühlern zwischen der ersten und zweiten und zwischen der zweiten und dritten Stufe des Kompressors.

An Stelle der beim Kolbenkompressor verwendeten Einspritzkühler werden hier reichlich bemessene Oberflächenkühler benutzt, die sich bei Luftkompressoren von größter Leistung hinreichend gut bewährt haben. Selbstverständlich wurde für Ammoniakdämpfe besonders geeigneter Baustoff gewählt. Die in Gruppen angeordneten Oberflächenkühler lassen sich zwecks Reinigung einzeln abschalten, während der zweite Kühler derselben Gruppe mit verstärkter Leistung den Betrieb aufrechterhält.

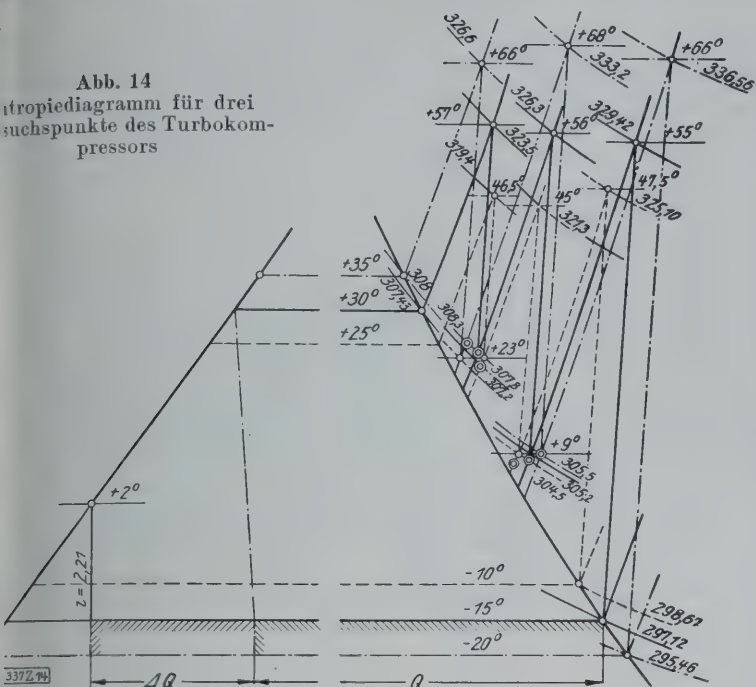
Die Oberflächenkühlung, die übrigens auch bei Kolbenkompressoren verwendet wird, hat der Einspritzkühler gegenüber noch den Vorteil eines besseren Gesamtwirkungsgrades. Bei gleichwertiger Einspritzkühlung müßten nämlich rd. 15 vH flüssiges Ammoniak eingespritzt werden, das unter Wärmebindung und entsprechender Kühlwirkung verdampft und von den folgenden Kompressorstufen mitverdichtet werden müßte. Diese für den Kälteprozeß nutzlose Volumenvermehrung vermehrt den Kraftbedarf des Kompressors um rd. 10 vH gegenüber derjenigen bei Oberflächenkühlung.

Die Hauptzahlen dieser Maschinengruppe sind:

Antriebsturbine:

Dampfdruck am Eintrittsventil	24 at
Dampf Temperatur am „	350 °C
Anzapfdruck	3 at
oder Gegendruck	3 „
Drehzahl	5400 bis 6750 Uml./min
Leistung	1000 „ 2600 PS.

Abb. 14
Entropiediagramm für drei
Betriebspunkte des Turbokom-
pressors



Kompressor:

Die der Bestellung zugrunde gelegten Kennlinien, 12 und 13, zeigen in vier Einzelbildern die gegenseitige Abhängigkeit der Verflüssigungstemperatur und stündlichen Kälteleistungen für verschiedene Drehzahlen. Die Einzelbilder entsprechen Verdampfstemperaturen von -5 , -10 , -15 , -20 °C. Die dünn ausgezogenen Linien sind Linien gleicher Leistungsaufnahme. Die gestrichelten Linien beziehen sich auf den Betrieb bei abgeschalteter Hochdruckstufe. Der Garantie folgende Werte zugrunde gelegt:

Kälteleistung	6 000 000 kcal/h
Angesogene Dampfmenge	172,5 m ³ /min
Ammoniakgewicht	5,65 kg/s
Verdampfdruck	2,4 at abs
Verflüssigungsdruck	11,9 „
Verdampfstemperatur	-15 °C
Verflüssigungstemperatur	$+30$ „
Drehzahl	6000 Uml./min
Leistungsaufnahme	2365 PS.

Der Kompressor ist aber auch imstande, die Kälteleistung auf 8 Mill. kcal/h zu erhöhen und bei -20 °C Verdampfstemperatur und $+35$ °C Verflüssigungstemperatur noch 5 Mill. kcal/h zu erzeugen. Die Kennlinien zeigen die gute Anpassungsfähigkeit des Turbokompressors, die in Wirklichkeit noch übertroffen wurde. Der große Belastungsbereich von 3 bis 8 Mill. kcal/h kann mit 10 vH Drehzahländerung bestrichen werden, während einem Kolbenkompressor die Drehzahl im Verhältnis 3:8 geändert werden müßte.

In Abb. 14 sind drei Betriebspunkte für $-10/+25$, $-15/+30$ und $-20/+35$ °C im Entropiediagramm dargestellt; hier fällt besonders die den Kraftverbrauch vermindernde Wirkung der beiden Zwischenkühler vorteilhaft auf. Die bis auf $+2$ °C getriebene Unterkühlung der Kälteflüssigkeit (links) wird durch einen mit kalter Lauge beschickten Kühler erreicht, der hinter den Kondensator geschaltet ist und bekanntlich die Kälteleistung bei gleichbleibender Umlaufmenge erhöht. Außerdem wird durch eine Kälte-Rückgewinnungsanlage die abzukühlende und auszukristallisierende Lauge durch einen Vorkühler, der mit der ausgefrorenen, kristallarmen Lauge beschickt wird, abgekühlt, wodurch der gesamte Kälteverbrauch ebenfalls erheblich vermindert wird.

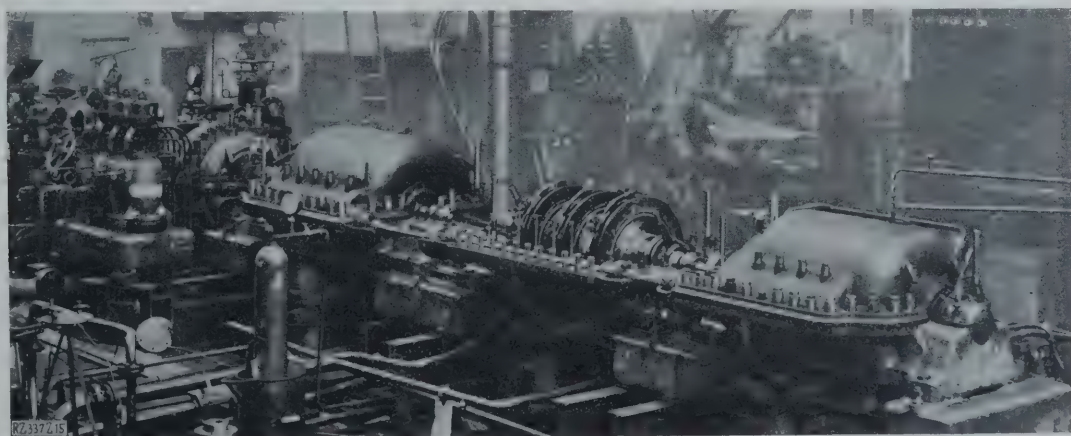
Abb. 15 zeigt ein Bild der ganzen Gruppe auf dem Prüfstand; einschließlich der Antriebsturbine hat die Gruppe eine Länge von 11,7 m. Aus dem Schnitt durch das Niederdruckgehäuse des Kompressors, Abb. 16, ist besonders auch der Antrieb der beweglichen Diffusoren ersichtlich. Die Stopfbüchsen der Hauptwellen, die bei Kolbenkompressoren erst auf Grund langjähriger Erfahrung zu befriedigenden Abdichtungen gebracht werden konnten, werden mit Sperröl abgedichtet; dem

Gas wird ein Ölstrom entgegengeführt, der auf der Gasseite über einen Schwimmer, also unter Flüssigkeitsabschluß, und auf der Außenseite unmittelbar zum Ölbehälter zurückfließt. Von hier wird das Öl mittels einer Zahnradschleife wieder den Stopfbüchsen zugeführt. Ein Öldruckregler hält den Druck des Sperröls um ein unveränderliches Maß über dem veränderlichen Ammoniakdruck. Dieses Verfahren, das die Herstellerin bei ähnlichen Anlagen, z. B. bei Gasgebläsen, wenn auch für kleinere Drücke, schon seit Jahren anwendet, hat sich auch hier bewährt. Allerdings waren infolge von Nebenerscheinungen, wie Schaumbildung des Sperröls und unvollkommenem Druckausgleich der sechs Stopfbüchsen, noch Änderungen notwendig, die die Inbetriebnahme des Kompressors verzögerten.

Die Flansche der wagerecht geteilten Gehäuse sind mit Rinnen versehen, in denen mittels eines besonderen Kompressors ein geringer Unterdruck gegenüber der Außenluft unterhalten wird, so daß etwa entweichendes Ammoniak abgesogen wird und nicht ins Freie gelangen kann. Diese Absaugvorrichtung steht auch mit Vorräumen der Stopfbüchsen der Haupt- und Diffusorwellen sowie der Kühler in Verbindung; das abgesogene Ammoniak-Luftgemisch wird in einer besonderen Rückgewinnvorrichtung getrennt und das Ammoniak wieder verwendet.

Diese Rückgewinnvorrichtung, bei deren Entwurf wegen der Unsicherheit über die etwa entstehenden Undichtigkeitsverluste nur Annahmen gemacht werden konnten, ist im Betrieb. Sie befriedigt aber noch nicht voll-

Abb. 15
Turbokompressor mit
Antriebsturbine
auf dem Prüfstand



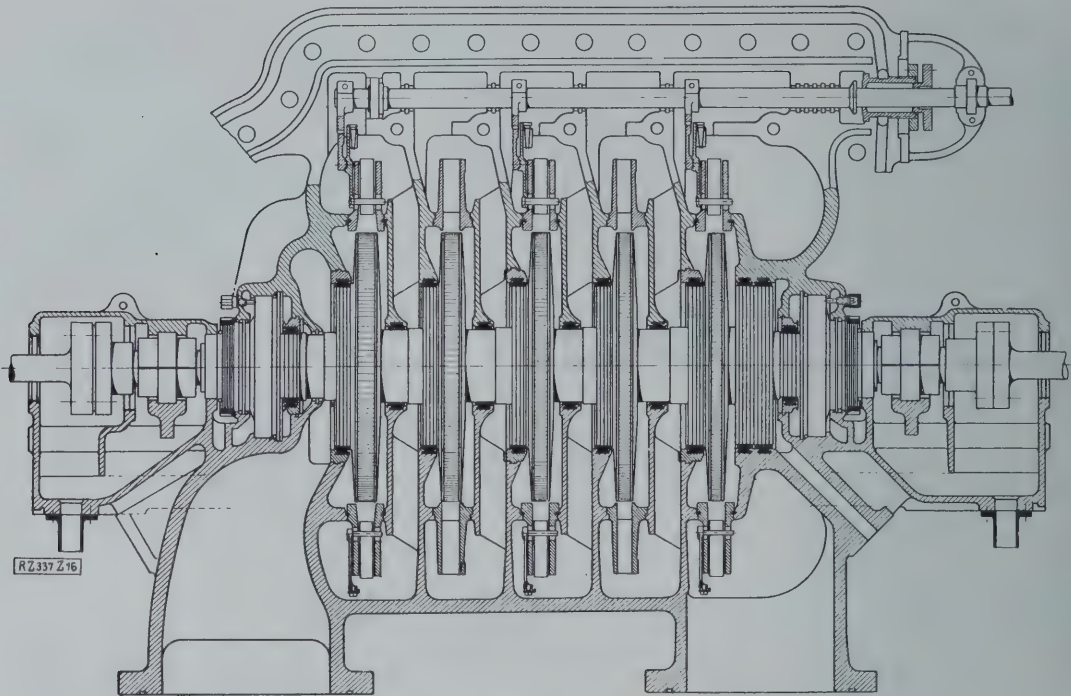


Abb. 16
Schnitt durch das Niederdruckgehäuse des Turbokompressors

kommen, da ihre Betriebsverhältnisse zum Teil noch nicht geklärt sind. Erwähnt sei, daß die Lässigkeitsverluste Wochen hindurch so gering waren, daß die Absaug- und die Rückgewinnanlage überhaupt nicht zu laufen brauchten. An einer Verbesserung dieser Hilfsanlage wird zur Zeit gearbeitet, damit man auf alle Fälle das etwa entweichende Ammoniak wiedergewinnen kann.

Allgemeines Arbeitsverfahren eines Kältekompressors¹⁾

Das Arbeitsverfahren der Kaltdampf-Kältemaschine, gleichgültig ob Kolben- oder Turbo-Kompressor, besteht darin, daß ein geeigneter Kälteträger die am Orte der Abkühlung abzuführende Wärme aufnimmt und sie bei höherer Temperatur an das Kühlwasser wieder abgibt. Hierzu eignen sich solche Flüssigkeiten, die innerhalb praktisch bequemer Drücke bei tiefer Temperatur unter Wärmeaufnahme aus dem Kühlgut verdampfen. Die Wärme wird dann unter Aufnahme von Arbeit (Verdichtung) auf die höhere Temperatur des Kühlwassers gebracht, von dem sie dann aus dem Prozeß abgeführt wird.

Dieses „Hochpumpen“ der Wärme erfolgt im Kältekompressor, der den Kaltdampf auf einen so hohen Druck verdichtet, daß er bei der Temperatur des zur Verfügung stehenden Kühlwassers unter Wärmeabgabe kondensiert.

¹⁾ Die folgenden theoretischen Überlegungen stammen von Oberingenieur Baumann, Baden-Schweiz, der den Turbo-Kompressor entworfen hat.

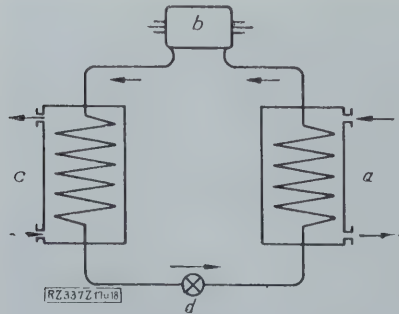


Abb. 17
Gang des Arbeitsverfahrens der Kaltdampf-Kältemaschine
a Verdampfer c Kondensator
b Kompressor d Drosselventil

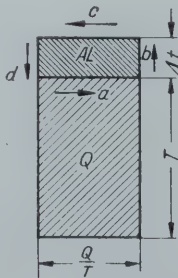


Abb. 18
Entropie-
diagramm der Kaltdampf-Kälte-
maschine

Abb. 17 zeigt den Verlauf dieses Prozesses. In der Kälteschlange des Verdampfers a verdampft der Kälteträger bei der gewünschten Kalttemperatur und dem zugehörigen Dampfdruck unter Wärmeaufnahme aus dem zu kühlenden Mittel, das im Verdampfer außerhalb der Kälteschlange umläuft und entweder unmittelbar gekühlt wird oder als Zwischenträger die Wärme von einer entfernten gelegenen Stelle im Sinne der eingezeichneten Pfeile herbringt. Der in der Verdampferschlange gebildete Dampf wird vom Kompressor b angesogen, verdichtet und dem Kondensator c zugeführt, wo er sich unter Wärmeabgabe an das Kühlwasser verflüssigt; das Kühlwasser leitet die im Verdampfer a aufgenommene Wärme ab. Der verflüssigte, unter dem Kompressordruck stehende Kälteträger ist nun wieder zur Verdampfung und Wärmeaufnahme bereit, nachdem er sich über das Drosselventil d unter entsprechender Temperatursenkung auf den Kondensatordruck entspannt hat.

Der Kälteträger vollführt somit einen geschlossenen Kreislauf, dessen Phasen im Entropiediagramm, Abb. 18, übereinstimmend mit Abb. 17 bezeichnet sind. Beim Idealsprozeß nach Carnot soll die Zu- und Ableitung der Wärme bei gleichbleibender Temperatur, also isothermisch, erfolgen, während die Zustandsänderungen von der tieferen zur höheren Temperatur und umgekehrt Adiabaten sind. Die isothermische Zustandsänderung im Verdampfer drehet sich unter Wärmezufuhr, wobei die Fläche des unteren Rechtecks die Kälteleistung Q darstellt. Nach der adiabatisch gedachten Verdichtung in b erfolgt die isothermische Zustandsänderung im Kondensator unter Abgabe der Wärme Q + AL, wobei AL die zum Prozeß notwendige Arbeit, also den Unterschied zwischen Verdichtungs- und Expansionsarbeit, darstellt. Die adiabatische Expansion in d beschließt den Kreislauf; sowohl die Verdichtung b als auch die Expansion d vollziehen sich in Wirklichkeit nicht adiabatisch, erstere erfolgt infolge der Kompressorverluste unter Wärmezufuhr und letztere unter Abgabe bei Benutzung des Drosselventils (an Stelle einer Expansionsmaschine) nach einer Linie unveränderlichen Wärmeinhaltes. Aber auch die Expansion in einer Expansionsmaschine unter Arbeitsabgabe würde wegen der Reibungsverluste nicht adiabatisch erfolgen.

Beim Carnotschen Kreisprozeß ist

$$\epsilon = \frac{\text{Kälteleistung}}{\text{aufgewendete Arbeit}} = \frac{T}{\Delta t}$$

Leistungszahl. Man sieht daraus, daß der Gütegrad der Kühlmaschine in der Hauptsache von dem zu überwindenden Temperaturgefäll Δt abhängt, das durch die erzielende Kalttemperatur T und die Temperatur des Kühlwassers festgelegt ist. Der Gütegrad kann also beim Idealprozeß durch die Art des Kälte-trägers nicht beeinflusst werden.

Volumen verschiedener Kälte-träger

In Abb. 19 sind für verschiedene Kälte-träger und für Verdampftemperaturen von 0 bis 30° die für eine Kälte-rie notwendigenden Sattdampfmengen aufgetragen; dar-ergibt sich für 0° folgende Verhältnisreihe:

Kohlensäure, CO ₂	1
Ammoniak, NH ₃	3,5
Chlormethyl, CH ₃ Cl	6,9
Schweflige Säure, SO ₂	9,5
Butan ²⁾ , C ₄ H ₁₀	15,5
Chloräthyl, C ₂ H ₅ Cl	24
Wasser, H ₂ O	1300

Für eine Kälteleistung von 1 Mill. kcal/h wären hier-bei bei -20°C Verdampftemperatur die zu verdichten-Sattdampfvolumen:

Kälte-träger	Sattdampfvolumen	
	m ³ /h	m ³ /min
Kohlensäure	510	8,5
Ammoniak	2 180	36,3
Chlormethyl	4 340	72,3
Schweflige Säure	6 530	108,8
Butan	8 950	149
Chloräthyl	16 750	279,1
Wasser	1 740 000	29 000

Erfahrungsgemäß arbeiten Turbokompressoren für hier in Frage kommenden Druckverhältnisse (rd. 5) bei weniger als rd. 50 m³/min nicht mehr wirt-schaftlich und nur bei ungewohnt hohen Drehzahlen und kleinen Raddurchmessern. Dabei entstehen aber Schwierigkeiten, z. B. durch die Kraftübertragung in den Ritzeln des Vorgeleges, durch die verhältnis-mäßig großen Spaltverluste der Laufräder, die kritischen Drehzahlen der Wellen und die ungünstige Beschauflung der Räder. Bei Verwendung von Ammoniak wäre demnach der Turbokompressor erst von rd. 1 Mill. kcal/h an-gezielt, einer Kälteleistung, die in einer Maschine be-sonders zu den Ausnahmefällen gehört.

Man sucht daher für kleinere Kälteleistungen Kälte-träger zu verwenden, die in der Reihe der Sattdampf-

²⁾ In Amerika aus Erdöl erzeugt.

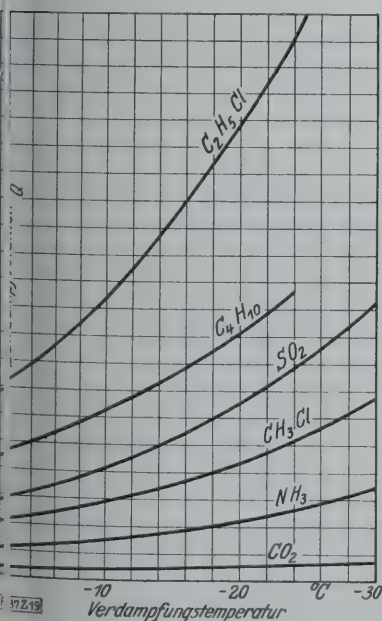


Abb. 19
Sattdampfvolumen verschiedener
Kälte-träger

volumina höher liegen, z. B. schweflige Säure, Butan oder Chloräthyl, die bei 0° für die gleiche Kälteleistung das 2,7-, 4,4- und 7fache Volumen erfordern. Mit Wasser-dampf als Kälte-träger ließe sich die Anwendbarkeit des Turbokompressors nach unten noch weit mehr steigern, weil sein Sattdampfvolumen für eine Kältekalorie bei 0° 1300mal größer ist als dasjenige von Kohlensäure; aber ein derart großes Volumen würde die Wettbewerbfähig-keit des Turbokompressors gegenüber den mit Kälte-trägern von kleinen Volumen betriebenen Kolbenkom-pressoren ausschließen. Nach dem heutigen Stande der Technik dürften die Mindestkälteleistungen für Turbo-kompressoren ungefähr sein:

Kälte-träger	Mindest-kälteleistung kcal/h
CO ₂	3 000 000
NH ₃	1 300 000
CH ₃ Cl	600 000
SO ₂	500 000
C ₄ H ₁₀	300 000
C ₂ H ₅ Cl	250 000
H ₂ O	8 000

Obschon mit sinkenden Verdampftemperaturen die Ansaugvolumen für den Verdichter steigen, kann man die Mindestkälteleistung nicht kleiner ansetzen, weil sich mit zunehmendem Verdichtungsverhältnis das Endvolu-men unzulässig verkleinern würde. Die Aufstellung zeigt, daß der Turbokompressor selbst bei Anwendung von Chloräthyl, dessen Volumen für eine Kältekalorie bei 0° 24mal größer als das von Kohlensäure ist, erst von rd. 250 000 kcal/h an mit dem Kolbenkompressor in Wett-bewerb treten kann. Hingegen ist der Turbokompressor nach oben in seiner Anwendbarkeit sozusagen unbegrenzt. Für rd. 1300 mm Raddurchmesser sind die oberen Grenzen der Leistung ungefähr in Zahlentafel 1 gegeben:

Zahlentafel 1
Größte Kälteleistung in Mill. kcal/h

Kälte-träger	Verdampftemperatur			
	0 °C	-10 °C	-20 °C	-30 °C
CO ₂	200	160	120	80
NH ₃	60	40	27	17
CH ₃ Cl	30	20	14	9
SO ₂	22	15	9	6
C ₄ H ₁₀	14	10	7	5
C ₂ H ₅ Cl	9	6	3,6	2,2
H ₂ O	0,17	—	—	—

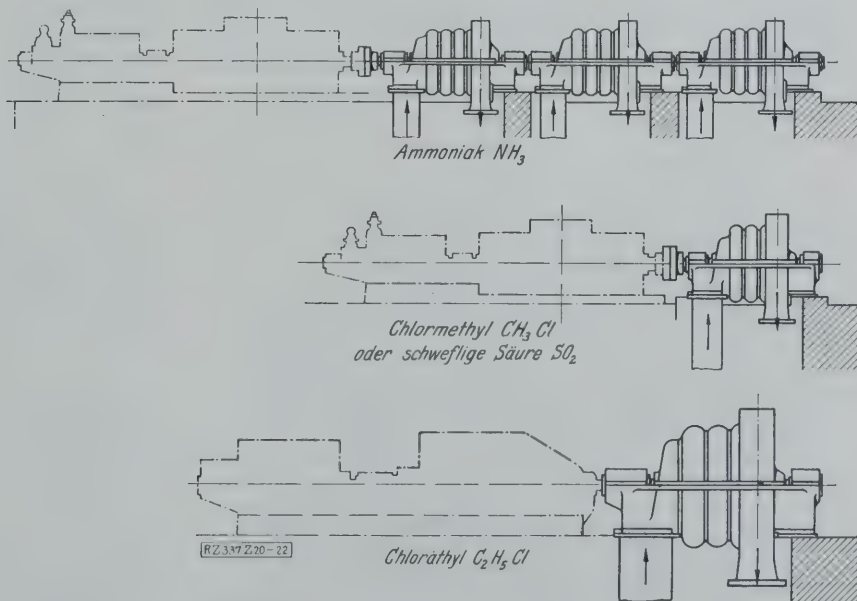


Abb. 20 bis 22
Vergleich von Turbokompressoren für Ammoniak,
Chlormethyl, schwefliger Säure und Chloräthyl bei
gleicher Kälteleistung von 3 Mill. kcal/h

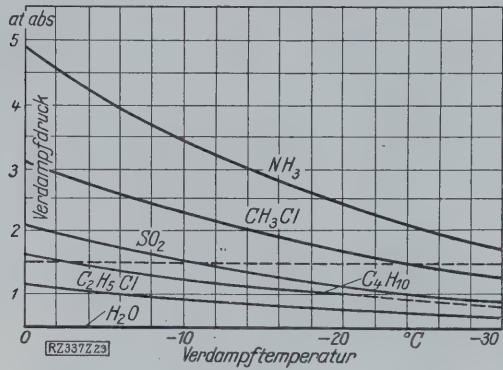


Abb. 23
Verdampfdrücke von Kälte-trägern

Für so hohe Kälteleistungen braucht man aber nicht Kälte-träger mit großem Sattdampf-volumen, sondern CO₂ oder NH₃, wobei der Vorteil des Turbokompressors zu voller Wirkung kommt.

Erforderliche Radzahl

Für ein bestimmtes Druckverhältnis ist die Radzahl um so kleiner, je größer das spezifische Gewicht des Dampfes im Verhältnis zum Druck ist. In Zahlentafel 2 sind die bei 200 m/s Umfangsgeschwindigkeit ungefähr notwendigen Radzahlen für Verdampf-temperaturen von 0 bis -30° und die Verflüssigungstemperatur von +25° zusammengestellt, wobei besonders auffällt, daß NH₃ die rd. dreifache und H₂O die rd. sechsfache Radzahl gegenüber andern Kälte-trägern verlangt.

Zahlentafel 2
Notwendige Radzahlen bei 200 m/s Umfangs-
geschwindigkeit

Verdampf- temp. °C	Kälte-träger						
	CO ₂	NH ₃	CH ₃ Cl	SO ₂	C ₄ H ₁₀	C ₂ H ₅ Cl	H ₂ O
0	2	6	3	3	3	3	17
-10	3	11	4	4	4	4	—
-20	4	15	5	5	5	5	—
-30	5	20	6	6	6	6	—

Durch Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit auf z. B. 400 m/s (Räder mit Radialbeschauflung) könnte man für mittlere Temperaturen mit Ausnahme von Ammoniak und Wasser mit einem einzigen Rad auskommen, so daß sich der Verdichter, allerdings unter Einbuße am Wirkungsgrad, äußerst einfach gestalten würde. Ein Chlor-äthylverdichter für die Mindestleistung von 250 000 kcal/h

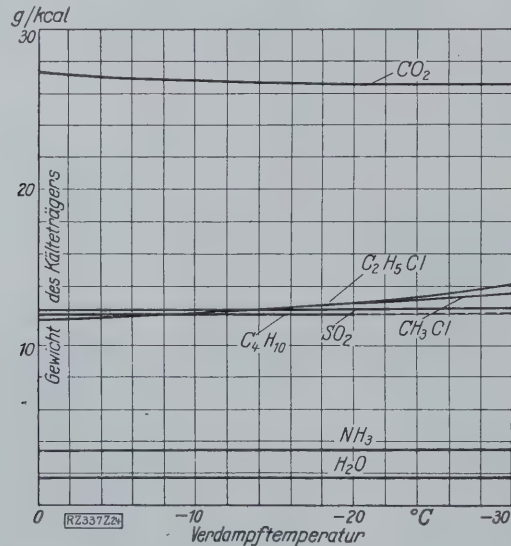


Abb. 24
Notwendige Gewichte der Kälte-träger für
1 Kältekalorie

könnte so mit einem Rad von 200 mm Dmr., das flieh- an das Zahnradvorgelege angebaut ist, ausgeführt wer- Ein gleichwertiger Ammoniak-Kolbenkompressor, der siebenmal weniger Volumen zu fördern hätte, müßte 120 Uml./min doppeltwirkend einen Hubraum von rd. aufweisen. Dieser Kolbenkompressor würde also trotz siebenmal kleineren Dampf-volumens einen größeren Ra- beanspruchen als der Chloräthyl-Turboverdichter.

In Abb. 20 bis 22 sind drei Turbokompressoren 3 000 000 kcal/h für Ammoniak, Chlormethyl oder sch- lige Säure und Chloräthyl maßstäblich verglichen.

Für die Wahl des Kälte-trägers kommen nicht a- die besprochenen Verhältnisse, sondern noch andre s- sichtspunkte in Frage, von denen hier nur einzelne l- gestreift werden können. So verdampfen bei den gebrä- lichen Kühltemperaturen gerade diejenigen Kälte-träger i- sich ihres großen Volumens wegen für Turbokompress- eignen, z. B. schweflige Säure, Butan und Chloräthyl, u- 1 at. Verdampfer und Niederdruckseite des Verdich- müssen daher zur Verhütung von Störungen des Wä- überganges sorgfältig gegen Luft-eintritt geschützt ver- Aus Abb. 23 ist ersichtlich, daß Ammoniak im ge- Gebiet der Verdampf-temperaturen über 1 at liegt, wäh- die andern Kälte-träger, wie Chlormethyl, Butan und sch- lige Säure, teils über, teils unter 1 at und Chloräthyl st- ständig unter 1 at liegt.

Wenn das in der Zeiteinheit umzuwälzende Gew- des Kälte-trägers ein Maß ist für die Menge der einmal- Füllung, so könnte das für 1 Kältekalorie notwendige G- wicht des Kälte-trägers, Abb. 24, in bezug auf den t- schaffungspreis eine Rolle spielen.

Die zum Teil unangenehmen, zum Teil gesundh- schädlichen Wirkungen einzelner Kälte-träger und ihre B- flüsse auf die verschiedenen Baustoffe werden oft von A- hängern bisheriger Bauarten übertrieben. Alle K- träger können, in zu großen Mengen eingeatmet, gef- lich werden, aber man darf auch behaupten, daß ke- dieser Stoffe bei den in Kältemaschinen praktisch vorh- menden Undichtigkeiten die Gesundheit der Bedienung- fährden kann. Dieser Umstand wäre also kein G- gegen die Einführung technisch berechtigter Neuerun-

Wichtig für die Wahl des Kälte-trägers ist dessen v- dichtungsexponent, der nach dem Boltzmannschen Ge- eine Funktion der Atomzahl ist. Bei zweiatomigen Ge- wie Luft, beträgt er 1,4, bei dreiatomigen, wie O- SO₂ usw., rd. 1,25, und bei mehratomigen, z. B. Chlorä- C₂H₅Cl, sinkt er bis auf rd. 1,10, also beinahe auf e- Exponenten 1 der Isotherme. Die infolge der Verdich- eintretende Erwärmung ist deshalb bei den mehratome- Dämpfen kleiner, man hat also hier die sonst nur n- Zwischen- oder Zylinderkühlung erzielbare Vermind- der Verdichtungsarbeit umsonst. Die Anwendung m- atomiger Kältemittel, z. B. des für Turbokompressoren- sonders geeigneten Chloräthyls, ist daher auch in d- Beziehung günstig.

Andre allgemein kältetechnische Vor- und Nach- einzelner Kälte-träger, z. B. die Wirkung der Unterküh- der Kälteflüssigkeit, die Abscheidung von Flüssigkeit u- dem Dampf vor dem Verdichter, die Zusatzverdichtunge- Kälteflüssigkeit bei Kohlensäure, die Zwischendamp- nahme am Drosselventil, die Überflutung des Verdamp- usw., kann man in einschlägigen Quellen nachsehen³⁾.

Schlußfolgerungen

Die Erwartungen, mit denen man an die Bestell- dieses ersten Ammoniak-Turbokältekompressors he- ging, haben sich in nunmehr siebenmonatigem Dau- betrieb erfüllt. Die Ergebnisse der Abnahmevers- sollen später veröffentlicht werden.

Die Grenze, von der ab für Ammoniak als Kälte- die Turbomaschine gegenüber der Kolbenmaschine ü- haupt in Frage kommen kann, scheint etwa bei 1,5 kcal/h zu liegen⁴⁾. Benutzt man jedoch einen in der R-

³⁾ Hirsch, Die Kältemaschine, Götsche, Die Kältemas- Ostertag, Kälteprozesse, Reif, Störungen an Kältemaschinen, s- schrift f. d. ges. Kälteindustrie.

⁴⁾ Lorenz, Die Möglichkeit der Verwendung von Kreiselge- als Kühlmaschinenverdichter; Z. f. die ges. Kälteindustrie 1910.

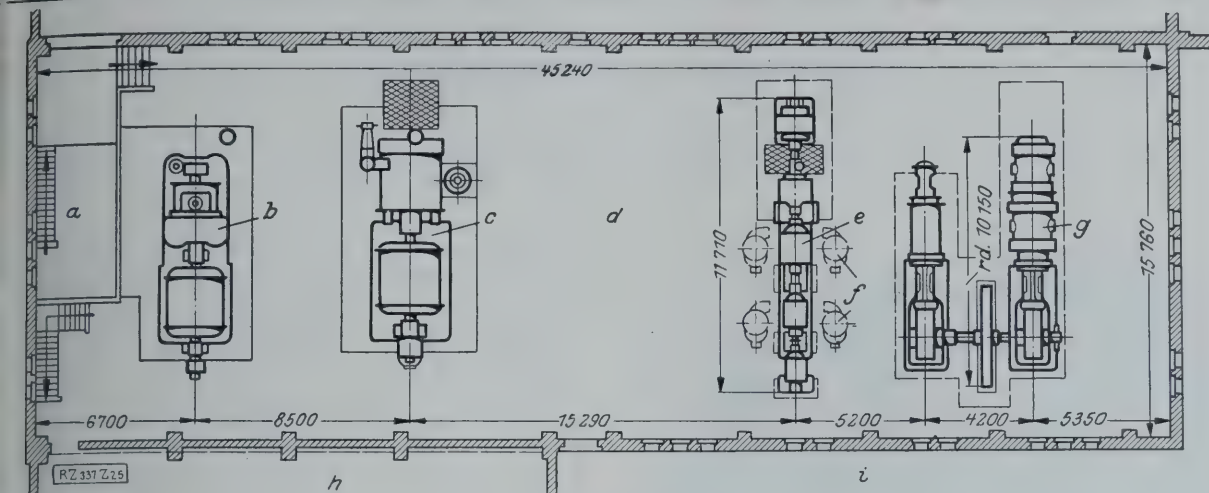


Abb. 25
Grundriß der Kompressor-Anlage

- | | |
|--|---|
| a Kondensation | f Zwischenkühler |
| b Anzapf-Kondensations-Turbodynamo 2500 kW | g Sulzer-Kolbenkompressor, 3,4 Millionen kcal/h |
| c Gegenstrom- | h Schaltanlage |
| d Raum für einen weiteren Turbokompressor | i Ammoniakkondensator |
| e BBC-Turbokompressor, 8 Mill. kcal/h | |

Ansaugvolumen hochstehenden Kälteträger, wie Chloräthyl, schweflige Säure oder Chloräthyl, so könnte man wirtschaftliche Grenze für Turbokompressoren noch erheblich herunterdrücken, wenn nicht andere Bedenken die Verwendung dieser Gase sprächen. Gegen Ammoniak besteht kein Bedenken, nachdem es gelungen ist, der Sperrölstopfbuchse eine einwandfreie Lösung der Abdichtung zu finden.

Die Anlagekosten betragen bei Turbokompressoren 6 bis 8 Mill. kcal/h etwa 50 bis 60 vH der Kosten von starken Kolbenkompressoren einschließlich des Antriebs, der Bedarf an Grundfläche beträgt etwa ein Drittel des Bedarfs eines Kolbenkompressors, Abb. 25. Die Wirtschaftlichkeit einer Turbokompressoranlage gegenüber einer Kolbenkompressoranlage muß aber in jedem einzelnen Fall gewissenhaft untersucht werden, wobei außer den Kühlwasserverhältnissen in erster Linie die Frage eine Rolle spielt, ob die Dampfseite mit Hochdruck oder mit Kondensation betrieben werden soll. In besonderen Fällen können auch Verbindungen von Turbokompressoren für Niederdruck und Kolbenkompressoren für Hochdruck wirtschaftliche Vorteile bieten.

Für den Praktiker wichtig ist, daß die von ganz großen Kältemaschinen (über 2 Mill. kcal/h), gleichzeitig, ob Turbo- oder Kolbenkompressor, gelieferten Kältemengen zur Zeit nur unter gewissen Voraussetzungen beherrscht werden können. Sobald an einen großen

Kompressor mehrere Verdampfergruppen angeschlossen sind, die aus Betriebsrücksichten abwechselnd ein- und ausgeschaltet werden, während andere gleichzeitig durchlaufen, treten Ammoniakverschiebungen von Gruppe zu Gruppe und damit Regelschwierigkeiten ein. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, daß man große Kälteleistungen nur dann in einer einzigen Maschine vereinigen darf, wenn es möglich ist, diese Maschine mit gleichartigen Verdampfern zu belasten, die unter möglichst gleichen Betriebsverhältnissen arbeiten.

Ein großes Arbeitsfeld wird neuerdings dem Turbokompressor bei der Herstellung von Wasserstoff für die Ammoniaksynthese aus den Kokereigasen erschlossen; auch dürften Turbokompressoren von großen Leistungen für die jetzt in Entwicklung begriffenen Pläne der Gasfernversorgung in Frage kommen. Es kann daher gesagt werden, daß die Arbeit, die die Hersteller und die Ingenieure des bestellenden Werkes beim Bau und bei Inbetriebnahme dieser größten Kältemaschine geleistet haben, auch auf andern Gebieten ihre Früchte tragen wird. Vielleicht ist auch die Zeit nicht mehr allzufern, wo man ähnlich der zentralen Städteheizung im Winter an eine zentrale Kühlung im Sommer herangehen kann, um die Belastung der großen Wärmekraftwerke wirtschaftlicher zu gestalten. Da es sich hierbei um erhebliche Kälteleistungen handeln dürfte, wird gerade hier der Turbokompressor den Anforderungen genügen können. [B 337]

Anordnung und Ausgestaltung von Petroleumhäfen

Bei der Feuergefährlichkeit vieler Ölsorten ist es erforderlich, besondere Häfen oder Hafenteile für den Ölschlag vorzusehen, um einer Ausbreitung von Bränden zu begegnen. Diese Häfen bezeichnet man im allgemeinen als „Petroleumhäfen“. Bei ihrem Ausbau ist besonders zu beachten, daß die Brandgefahr nach Möglichkeit eingeschränkt wird und entstehende Brände im Keim erstickt werden können. Hierzu dient einmal eine zwecksparende Anordnung der Ölbehälter, ferner Sicherheits- und Feuerlöcheinrichtungen.

Wie man im Einzelfalle vorgegangen ist, hat Dr. Siebert der Hand von 13 Ausfuhr- und 16 Einfuhrhäfen verschiedener Bauart untersucht¹⁾.

Eine mustergültige Anlage ist hiernach der Petroleumhafen von Richemond, ein offener, nur für die Ölverschiff bestimmter Hafen bei San Francisco, der durch eine niedrige Hügelkette vom Hinterland getrennt ist. Beson-

dere Hafenteile für den Ölschlag mit vorbildlichen Einrichtungen findet man in einer ganzen Anzahl von Welthäfen. In den neueren europäischen Ölhäfen hat man zum Teil die Ein- und Ausfahrt verschließbar ausgeführt. In dieser Hinsicht ist der Petroleumhafen von Amsterdam, ein hufeisenförmiger Hafen mit zwei schmalen Zufahrten, bemerkenswert. Die Hufeisenform hat allerdings den Nachteil, daß die starke Krümmung des Ufers für lange Dampfer unbequem ist.

Beim neuen Hamburger Petroleumhafen, der 1914 fertiggestellt worden ist, hat man als Abschluß eiserne Pontons vorgesehen. Da diese die Ein- und Ausfahrt der Schiffe jedoch sehr behindern, hat man sie in den letzten Jahren nicht mehr verwendet, hält sie jedoch für den Bedarfsfall in greifbarer Nähe.

Die Behälter selbst hat man mit Erdwällen umgeben und mit Sicherheitsvorrichtungen wie Abflußrohren, Lüftungsanlagen, Blitzableitern und Berieselungsanlagen versehen.

Für die Feuerlöschung von Ölbränden hat man in letzter Zeit Schaumlöschverfahren ausgebildet; es fehlen hierbei jedoch noch die praktischen Erfahrungen. Zur Brandverhütung in den Petroleum-Hafenanlagen sind polizeiliche Bestimmungen erlassen. [N 631] W. S.

¹⁾ Dr. Siebert, Anordnung und Ausgestaltung von Petroleumhäfen. Dissertation der Technischen Hochschule Danzig. Berlin 1926, Ernst Sohn.

Kreisplatte mit Rippenstern

Von Dr.-Ing. M. Schilhansl, München.

Anwendungsbeispiele für als Kreisplatte mit Rippenstern bezeichnete Konstruktionsteile — Näherungslösung für den Kamm eines Axialdrucklagers und Vergleich mit der strengen Lösung — Näherungsverfahren, bei dem die von den versteifenden Rippen aufzunehmenden Stützkkräfte durch Einzelkräfte ersetzt werden.

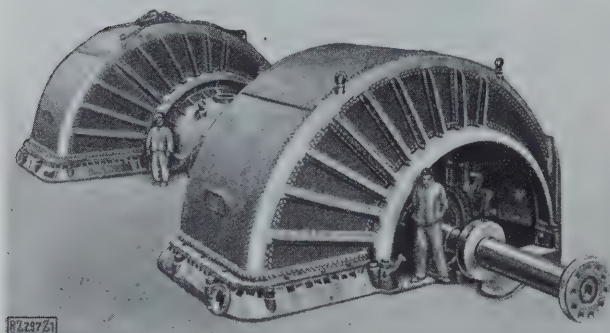


Abb. 1

Spiralförmiges Einlaufgehäuse zu den Turbinen des Kraftwerkes Finsing der Mittleren Isar-A.-G.

Bei vielen plattenförmigen Bauteilen ist es naheliegend, durch Hinzufügung von Rippen eine größere Steifigkeit zu erreichen. In manchen Fällen führt dies auch zum Ziel, in andern Fällen dagegen wird nichts gewonnen oder eine nur mangelhafte Entlastung erreicht. Es sind sogar Fälle denkbar, wo durch die Anbringung von Rippen wertvolle Eigenschaften eines Bauteiles wie z. B. die gleichmäßige Wärmeleitfähigkeit nach allen Seiten verloren gehen. Ferner ist zu bedenken, daß die Spannungen in unmittelbarer Nähe der Rippe bei unrichtiger Verteilung der Rippen größer sein können als in der Mitte des zwischen den Rippen gelegenen Plattenfeldes.

Die rechteckige, durch Rippen versteifte Platte wurde von Nádaï¹⁾, Marcus²⁾ und Müller-Wien³⁾ behandelt. Diese Arbeiten sind hauptsächlich auf die Bedürfnisse des Bauingenieurs zugeschnitten. Für eine kreis- oder kreisringförmige, durch als starr angenommene Rippen versteifte Platte habe ich in der Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik⁴⁾ ein allgemeines Lösungsverfahren mitgeteilt, mit ihm können solche und ähnliche Maschinenteile, wie sie in Abb. 1 bis 4 gekennzeichnet sind, auf ihre Festigkeit hin untersucht werden.

Bei der gedungenen Ausführung des Lagers, Abb. 4, ist die Versteifung durch Rippen gerade noch zulässig; der besondere Verwendungszweck dieses Maschinenteiles erfordert nämlich, daß die elastische Verschiebung der Mitte

¹⁾ Vergl. Nádaï, Die elastischen Platten, Berlin 1925, S. 130 u. f., ein umfassendes Literaturverzeichnis findet sich auf S. 324 u. 325.

²⁾ Vergl. Marcus, Die Theorie elastischer Gewebe, Berlin 1924.

³⁾ Vergl. Müller-Wien, Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 6 (1926) S. 355.

⁴⁾ Vergl. Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 6 (1926) S. 484.

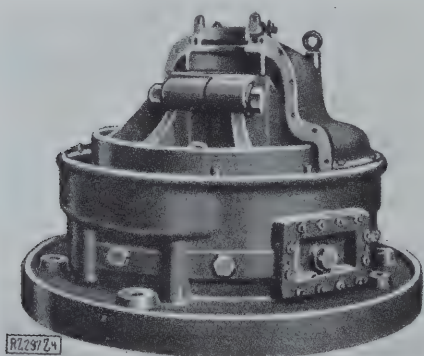


Abb. 4

Segmentdrucklager mit eingesetztem Druckkamm (Außenansicht)

eines zwischen den Rippen liegenden Plattenfeldes, das durch die Rippen versteiften Streifen kleiner sei als die Dicke der Ölschicht zwischen Kamm und Spursegment. Diese Dicke wird zu etwa 0,002 bis 0,003 cm angegeben. Wollte man beispielsweise den Kamm für ein Drucklager mit höherer Belastung durch geometrische Vergrößerung der Ausführung nach Abb. 4 entwerfen, so wäre zu befürchten, daß infolge der zu groß werdenden Durchbiegungen der „Felder“ die durch die Rippen versteiften radialen Streifen die Übertragung der axialen Belastung mehr und weniger allein übernehmen und so in metallische Berührung mit den Spursegmenten kommen. In einem mir bekannten gewordenen Falle hat Prof. Dr. D. Thoma, München, derartige Bedenken geäußert.

Es ist nun in einem solchen Fall, wo es sich nicht um die Feststellung der Größenordnung handelt, nicht um die ziemlich zeitraubende strenge Lösung durchzurechnen, sondern man wird sich zunächst mit einem Näherungsverfahren begnügen. Erst wenn dies zu dem Ergebnis führt, daß die so ermittelte Durchbiegung in der Nähe der als zulässig erkannten Grenze liegt, wird es nötig, die strenge Lösung aufzusuchen.

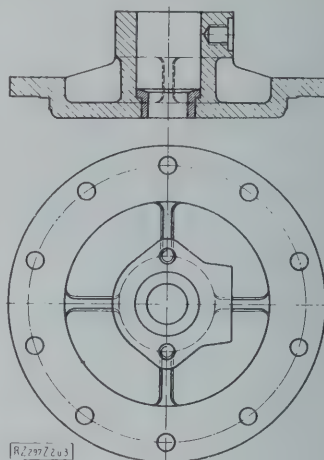


Abb. 2 und 3
Zylinder einer Schmalspurlokomotive

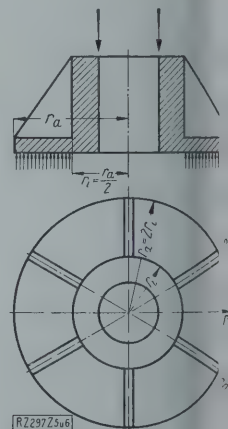


Abb. 5 und 6
Ringplatte mit Rippenstern

Ein für die zahlenmäßige Auswertung manchmal als un bequem scheinender, aber im Vergleich zu der bei strengen Lösungen meistens aufzuwendenden Rechenarbeit als kurz zu bezeichnender Weg ist der, einen Ansatz mit einem oder mehreren Freiwerten für die Gestalt der elastischen Fläche zu machen, der der zu erwartenden Form nach ihren Merkmalen und Grenzbedingungen möglichst vollständig entspricht, und den oder die Freiwerte durch die Anwendung des Satzes vom Kleinstwert der Formänderungsarbeit zu bestimmen⁵⁾. In unserem Fall empfiehlt sich der Ansatz

$$w = A \cdot (r - r_i)^k (1 + \cos k\varphi) \dots \dots \dots (1)$$

hierin bedeutet w elastische Verschiebung senkrecht zur Plattenmittelebene, r und φ Polarkoordinaten, r_i Nabenhalmmesser, k Zahl der Rippen und A Integrationsfreiwert. Gl. (1) genügt zwar weder der Differentialgleichung für die elastische Fläche, noch der Grenzbedingung, daß die Ringplatte infolge ihres Zusammenhanges mit der Nabe am Innenrand ($r = r_i$) als eingespannt zu betrachten ist und am Außenrand ($r = r_a$) die Scherkräfte und damit auch die radialen Biegungsspannungen verschwinden müssen. Dagegen sind folgende Grenzbedingungen erfüllt

⁵⁾ Vergl. Föppl, Drang und Zwang, Bd. 1 S. 130.

$$w' = R_0' + \sum_{nk=1}^{nk=\infty} R_n' \cos nk\varphi \quad \dots \quad (3);$$

$$w = R_0 + \sum_{nk=1}^{nk=\infty} R_n \cos nk\varphi \quad \dots \quad (4).$$

Mit den Grenzbedingungen dieses Sonderfalles erhält man:

$$R_0' = c_0 \left\{ (r^2 + \sigma^2) \ln \frac{\sigma}{a} + \frac{(a^2 + r^2)(a^2 - \sigma^2)}{2a^2} \right\} \dots \dots \dots (5)$$

$$R_n' = c_n \left\{ \frac{r^{nk}}{a^{2nk}} \left[(nk-1)\sigma^2 - nk a^2 + \sigma^2 \frac{a^{2nk}}{\sigma^{2nk}} \right] + (nk-1) \frac{r^{nk+2}}{a^{2nk}} \left[1 - \frac{nk}{(nk+1)} \frac{\sigma^2}{a^2} - \frac{1}{(nk+1)} \frac{a^{2nk}}{\sigma^{2nk}} \right] \right\} \dots \dots \dots (6)$$

$$R_0 = c_0 \left\{ (r^2 + \sigma^2) \ln \frac{r}{a} + \frac{(a^2 + \sigma^2)(a^2 - r^2)}{2a^2} \right\} \dots \dots \dots (7)$$

$$R_n = c_n \left\{ \frac{r^{nk}}{a^{2nk}} \left[(nk-1)\sigma^2 - nk a^2 + (nk-1)r^2 - \frac{nk(nk-1)\sigma^2}{nk+1} \frac{r^2}{a^2} \right] + \frac{1}{r^{nk}} \left(r^2 - \frac{nk-1}{nk+1} \sigma^2 \right) \right\} \dots \dots \dots (8)$$

Für die in diesen Formeln noch vorkommenden Freiwerte c_0 und c_n findet man:

$$c_0 = \frac{k P_\sigma}{8\pi N} \dots \dots \dots (9),$$

$$c_n = c_0 \frac{\sigma^{nk}}{nk(nk-1)} = \frac{k P_\sigma \sigma^{nk}}{8\pi N nk(nk-1)} \dots \dots \dots (10).$$

Ich setze nun P_σ gleich der Lasteinheit und berechne die elastischen Flächen für verschiedene Angriffstellen σ der Lasteneinheiten, die in Abb. 9 bis 13 für $\sigma = 0,1a$, $\sigma = 0,3a$, $\sigma = 0,5a$, $\sigma = 0,7a$ und $\sigma = 0,9a$ eingezeichnet sind. In Abb. 14 ist ein Schnitt durch die elastische Fläche mit der Ebene $\varphi = \varphi_0$ gezeichnet, und zwar für die k Lasteneinheiten auf dem Halbmesser $\sigma = 0,9a$, wobei die Größe der einzelnen Summanden R_0 , R_1 , R_2 usw., bzw. R_0' , R_1' , R_2' usw. gestrichelt eingetragen ist.

Die Rechnung läßt sich unter Zuhilfenahme des Maxwell'schen Satzes von der Gegenseitigkeit der Verschiebung erheblich abkürzen, der aussagt, daß die an der Stelle i sitzende Lasteneinheit an der Stelle m eine Einsenkung hervorruft, die gerade so groß ist, als die Einsenkung an der Stelle i , die durch eine an der Stelle m sitzende Lasteneinheit erzeugt wird. Setze ich an die Stelle der Lasteneinheit die Kraft P_σ , so sind die unter Zugrundelegung der Lasteneinheit berechneten Einsenkungen mit P_σ zu vervielfachen.

Durch geeignete Wahl der P_σ als Funktion des „Parameters“ σ kann man erreichen, daß an den Stellen der Lastenangriffe die Einsenkungen w mit umgekehrten Vorzeichen gerade so groß sind, wie die aus Gl. (2) zu berechnenden Durchbiegungen w_0 . Bei einer strengen Lösung müßte auf diesem Halbmesser eine stetige Linienbelastung $P_\sigma = f(\sigma)$ angenommen werden und könnte dementsprechend auch verlangt werden, daß die Einsenkung längs der Halbmesser $\varphi = \pm \varphi_0$ nach Überlagerung des Verformungszustandes w_0 verschwindet⁸⁾. Gerade weil die stetige Linienbelastung durch mehrere Einzelkräfte ersetzt wird, kann das vorgeschlagene Verfahren nur als Näherungslösung bezeichnet werden.

Man erhält durch Zusammenzählen der von den Einzelkräften P_1 , P_2 , P_3 usw. an einer Stelle hervorgerufenen Einsenkungen und durch ihren Vergleich mit der Größe $-w_0$ an derselben Stelle ein System von ebensovielen linearen Gleichungen, als man Kräfte P_σ angesetzt hat. Im allgemeinen kommt man mit sehr wenig Einzelkräften aus, ohne daß die Ergebnisse besonders ungenau werden. Man erhält:

$$\left. \begin{aligned} 0,453\,993\,P_1 + 0,339\,157\,P_2 + 0,198\,532\,P_3 + 0,079\,213\,P_4 + 0,009\,554\,P_5 &= -0,9801 \frac{\pi p a^2}{48} \\ 0,339\,157\,P_1 + 0,279\,103\,P_2 + 0,173\,369\,P_3 + 0,071\,158\,P_4 + 0,008\,754\,P_5 &= -0,8281 \frac{\pi p a^2}{48} \\ 0,198\,532\,P_1 + 0,173\,369\,P_2 + 0,125\,580\,P_3 + 0,056\,053\,P_4 + 0,007\,261\,P_5 &= -0,5625 \frac{\pi p a^2}{48} \\ 0,079\,213\,P_1 + 0,071\,158\,P_2 + 0,056\,053\,P_3 + 0,034\,901\,P_4 + 0,005\,568\,P_5 &= -0,2601 \frac{\pi p a^2}{48} \\ 0,009\,554\,P_1 + 0,008\,754\,P_2 + 0,007\,261\,P_3 + 0,005\,568\,P_4 + 0,003\,153\,P_5 &= -0,0361 \frac{\pi p a^2}{48} \end{aligned} \right\} \quad (11).$$

Aus diesem Gleichungssystem sieht man sofort, daß auf der linken Seite nur die Glieder links von den gedruckten) Diagonalgliedern zu berechnen hat, rechts davon stehenden folgen aus dem bereits erwähnten Satz von Maxwell. Die Ausrechnung dieses Gleichungssystems stößt auf keinerlei Schwierigkeiten, zur Berechnung der endgültigen Durchbiegung sind u

noch lineare Kombinationen von bereits bekannten Zahlen nötig.

Man wird sich vielleicht gewundert haben, daß bei dem Gleichungssystem (11) mit so vielen Dezimalstellen gerechnet habe, obschon ich das Verfahren als Näherungsrechnung bezeichnet habe. Dies ist jedoch nicht und nicht zu umgehen; denn bei der schließlichen Überlagerung der durch die gleichmäßige Flächenlast p in der durch die fünf Einzelkräfte als Ersatz der Rippen hervorgerufenen Verformungen handelt es sich um kleine Unterschiede nahezu gleich großer Zahlen, wie am obigen Beispiel gezeigt werden möge. Im Punkte $r = 0,1a$ ist

$$\begin{aligned} w_0 &= 0,9801 \frac{p a^2}{64 N} \\ w_{P_1} &= -0,067\,68 \frac{p a^2}{64 N} \\ w_{P_2} &= -0,458\,10 \quad \text{,,} \\ w_{P_3} &= -0,308\,32 \quad \text{,,} \\ w_{P_4} &= -0,140\,94 \quad \text{,,} \\ w_{P_5} &= -0,005\,02 \quad \text{,,} \quad -0,980\,06 \quad \text{,,} \\ f &= 0,000\,04 \frac{p a^2}{64 N} \end{aligned}$$

Für f_{\max} erhält man schließlich

$$f_{\max} = 0,000\,31 \frac{p a^2}{N}.$$

Das geschilderte Verfahren liefert an den Angriffspunkten der Einzelkräfte unendlich große Biegungsspannungen. Dies ist nur eine Folge der Annahme, daß die Einzelkräfte auf einen Punkt wirken. Nimmt man dagegen auf dem Kreis mit dem Halbmesser σ stattdessen Einzelkräfte eine Linienbelastung p' an, die auf einen Bogen von der Länge e von $\varphi = +\varphi_0$ oder $-\varphi_0$ wirkt, so bleibt $p'' = \text{konst}$ erreicht und dazwischen null ist, wobei $p'' = P/2e$ ist, so bleiben die Biegungsspannungen endlich. Zweckmäßigerweise setzt man hierbei $2e$ gleich der Dicke der Rippen. Es ist jedoch nicht nötig, dies von vornherein zu berücksichtigen. Man kann nach dem Vorgang von Nádai⁹⁾ die Einzelkraft p auf einen Kreis vom Halbmesser e eingeteilt ansehen und nachträglich für den Mittelpunkt des Kreises die endlich bleibenden Spannungen berechnen.

⁸⁾ Die weitere Verfolgung dieses Gedankens führt auf eine Integralgleichung erster Art (vergl. v. Mises, Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 5 (1925) S. 150 ff.), in der die Lösungen 2 und 3 als Spezialfälle unter dem Integral erscheinen und die Lösung 1 als linke Seite der Integralgleichung auftritt.

⁹⁾ s. Fußnote ⁶⁾.

Die Abhängigkeit der Vorgänge im Hochofen von der Stückgröße der Beschickungsstoffe

Von Prof. Diepschlag, Breslau

Beziehungen zwischen Erzbeschaffenheit, Windmengen und Ofenabmessungen — Feinerzbeschickung — Wirtschaftliche Aussichten der Erzzerkleinerung — Beheizung der Beschickungsstoffe — Verteilung der Stoffe durch die Aufgabevorrichtungen

Im Studium alter Schriften über die Hochofentechnik kann man wahrnehmen, daß jene alten Praktiker mit den mannigfaltigen Erscheinungen der Vorgänge des Hochofenbetriebes genau vertraut waren. Ihre Beobachtungen und Erfahrungen über das Verhalten der Beschickung im Hochofen, über die Eigenschaften der Beschickungsstoffe, über die Eigentümlichkeiten der Verbrennung und Schmelzung und über die Güte der erzeugten Roheisensorten gehen bis in alle Einzelheiten. Sie wissen z. B. ganz genau, welche Erze für die Erzeugung eines bestimmten Roheisens günstig sind und welche sich in geringerem Maße eignen. Ihnen ist bekannt, daß im Hochofen eine hohe Temperatur im Gestell erzeugt werden muß und daß man das erreicht, indem man das Gestell möglichst eng baut, das Feuer gewissermaßen konzentriert, daß man dagegen im Stückofen niedrige Temperaturen anwendet und daher ein weites Gestell braucht. Sie wußten ferner, daß eine Beeinflussung des Ofenganges mittels Regelung der Zufuhr durch die Düsen derart möglich war, daß nach dem Betriebszustand die Düsen weiter in den Vorwärts- oder zurückgezogen wurden, daß man auch mit verschiedenen Düsenquerschnitten arbeiten und durch diese Maßnahme die Windpressung regeln konnte. Falls war die Erkenntnis Allgemeines, daß gewisse Beziehungen zwischen Schmelzvorgängen, Gestellweite, Windmengen und Windpressung bestanden.

Karsten¹⁾ schreibt 1827 darüber wörtlich: „Ohne zweckmäßige, nach der Wirksamkeit des Gebläses, der Eigenschaft der Erze und nach der Verbrennung der Kohlen eingerichtete Konstruktion des Schacht- und Gestelles und ohne eine der Beschaffenheit des Rohmaterials angemessene Geschwindigkeit der Gasströmung ist ein unnötig hoher Kohlenaufwand beim Hochofenbetrieb nie zu vermeiden.“ Man ersieht daraus, wie man damals über den Zusammenhang vorwiegend mechanischer Vorgänge und Zustände im Hochofen unterrichtet war. Erklärlich ist dieser Zustand vielleicht dadurch, daß die damals genau beobachteten Erscheinungen des Ofenganges wegen der kleinen Ofeneinheiten viel deutlicher hervortraten und daß die Überwachung der Vorgänge im Hochofen mehr auf Einzelheiten eingestellt war. Damals war die von einem einfachen Gebläse gelieferte Windmenge und Windpressung das Maßgebende, die Ofenabmessungen mußten dem angepaßt sein.

Erst mit der Einführung der Dampfgebläse waren die Windmengen nicht mehr so eng begrenzt, und dadurch, worauf auch Johannsen²⁾ hinweist, eine wichtige Vorbedingung für die bedeutende Vergrößerung der Hochofen erfüllt. Allerdings haben noch andere Einflüsse eingewirkt, die eine Vergrößerung der Öfen veranlaßten. Nachdem die Verwendbarkeit von Koks erwiesen war, wurde Brennstoff in jeder beliebigen Menge zur Verfügung gestellt werden, im Gegensatz zur Holzkohle, die eine ausreichende Beschaffung zunehmende Schwierigkeiten bereitete. Der Eisenbedarf wurde infolge der Verwendung der Dampfkraftmaschinen sehr stark gesteigert, schließlich wurde die industrielle Entwicklung durch die Schaffung leistungsfähiger Fördermittel, Eisenbahn, Schiffahrt, am meisten gefördert.

Infolge der Vergrößerung der Hochofen ist zweifellos die unmittelbare Beobachtung der Vorgänge im Hochofen sehr erschwert worden, als die verschiedenen Vorgänge und Erscheinungen nicht so augenfällig hervortreten und die Aufmerksamkeit durch neu erwachsende Aufgaben, wie Förderfragen und wirtschaftliche Ange-

legenheiten größeren Ausmaßes, von den Vorgängen im Hochofen abgelenkt wurde.

Jedenfalls ist in der Folgezeit nicht mehr die klare Erkenntnis der Zusammenhänge der Betriebsgrößen des Hochofens wahrzunehmen. Die Hochofenpraxis entwickelte sich mehr nach der Richtung durch Anschauung begründeter Erfahrung, man erblickte die Ursache des erfolgreichen Ofenbetriebes vorwiegend in der richtigen Wahl der inneren Abmessungen des Ofens und ließ die hiermit in Zusammenhang stehenden anderen Punkte zu sehr außer acht. Es gab Vorschriften für das Ofenprofil, die vielfach geheim gehalten wurden und die man nur mit Widerstreben änderte. So hatte fast jeder Betrieb besondere Ofenabmessungen. Das Ergebnis der Erfahrungen aus jener Zeit war wohl, daß eine gewisse Abhängigkeit zwischen der Erzbeschaffenheit und dem Ofenprofil besteht, daß auch die erzeugte Roheisensorte hiermit im Zusammenhang steht und daß der Ofengang bei einer gewissen Betriebsgeschwindigkeit am regelmäßigsten ist; über eine rein erfahrungsmäßige Bewertung dieser Vorgänge kam man aber nicht hinaus.

Erst die neue Hochofenpraxis, die durch wirtschaftlichen Zwang die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit eines Hochofens derart vermehrte, daß eine weitgehende Steigerung der bisherigen Betriebsgeschwindigkeit notwendig wurde, hat erzwungenermaßen das Aufeinander-einstellen der zusammenwirkenden Vorgänge des Ofens erbracht. So ist heute bekannt, daß eine Erweiterung des Ofenprofils möglich ist, wenn gleichzeitig die Windmenge und der Winddruck entsprechend geändert werden. Erfreulicherweise ist, wie aus dem neueren in- und ausländischen Schrifttum ersichtlich, die Aufmerksamkeit auf die mechanischen Vorgänge im Ofen in erhöhtem Maße gelenkt worden, nachdem lange Zeit die Untersuchung und Erörterung der chemischen Vorgänge viel zu sehr im Vordergrund gestanden hat.

Bei Betrachtung der Vorgänge im Hochofen muß man zwischen den chemischen Umsetzungen der aufeinanderwirkenden Stoffe, die mehr oder weniger ohne willkürliche Beeinflussung vor sich gehen, und den vielfachen Vorgängen mechanischer Art unterscheiden, die die Bedingungen für einen günstigen Verlauf der Umwandlungen schaffen. Wenn z. B. die Eisenoxyside vornehmlich durch Kohlenoxyd reduziert werden sollen, so ist als Vorbedingung die Aufgabe zu erfüllen, daß das Kohlenoxyd mit der gesamten Menge Eisenoxyd unter den besten Reaktionsverhältnissen in Berührung kommt. Bei dem heutigen Betriebe des Hochofens ist das nur sehr unvollkommen der Fall³⁾; man hat den Reaktionsablauf viel zu sehr zufälligen Vorgängen preisgegeben, und daraus sind die starken Abweichungen der einzelnen Betriebsergebnisse bezüglich Brennstoffaufwand und Ofenleistung zu erklären. Aus dieser Erkenntnis ist ein Untersuchungsplan entstanden, der sich die Beobachtung der Beschickung und der Gase während des Durchsatzes zur Aufgabe macht, um die bisher vorliegenden Bewertungen der Güte nach, die sich in der Erfahrung des Hochofners bekunden, genauer festzustellen.

Man kann, die Vorgänge im Hochofen nach diesen Gesichtspunkten betrachtet, die Bedingungen kennzeichnen, die zur Erreichung eines günstigen Verlaufes zu erfüllen sind. Dicke Erzstücke werden sich sowohl in der Erwärmung als auch in dem Angriff der Reduktionsgase im Gegensatz zu feinkörnigen Beschickungsstoffen nicht so schnell verändern, sondern rückständig bleiben. Es wäre daher erstrebenswert, dem Hochofen nur feinkörnige Schmelzstoffe zuzuführen. Die einzelnen Körner sind dann im Verhältnis zu ihrem Inhalt mit einer großen

¹⁾ Karsten, Handbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. 3, S. 139, 1827.

²⁾ Johannsen, Geschichte des Eisens S. 116, Düsseldorf 1925.

³⁾ Diepschlag, „Stahl und Eisen“ Bd. 44 (1924) S. 430.

Oberfläche den Einflüssen der Heiz- und Reaktionsgase ausgesetzt und werden den von diesen ausgelösten Veränderungen nur wenig nachhinken. Diese günstigste Beschaffenheit kann man aber nicht ohne weiteres anwenden, weil eine Beschickung aus Feinstoffen den Widerstand des Gasstromes derart vergrößert, daß der Gebläsewinddruck ein zulässiges Maß übersteigt, weil ein erheblicher Teil der Beschickung als Gichtstaub herausgeschleudert werden würde und schließlich die meisten Erze in grobstückiger Form gewonnen werden und ihre weitgehende Zerkleinerung wirtschaftliche Möglichkeiten überschreiten würde.

Immerhin ist eine Zerkleinerung grober Erzstücke vor der Begichtung erstrebenswert und wird auch zum Teil in der heutigen Hochofenpraxis durchgeführt. Es fragt sich nur, bis auf welche Korngrößen soll die Zerkleinerung erfolgen? Die Entscheidung wird sowohl von technischen als von wirtschaftlichen Gesichtspunkten beeinflusst und ist von Fall zu Fall verschieden.

Gewisse Erze, namentlich Brauneisenerze, haben die Eigenschaft, bei der Erwärmung zu zerspringen. Wenn sie daher auch in Stücken dem Hochofen zugeführt werden, so verwandeln sie sich doch bald dadurch, daß sie Hydratwasser abgeben, in einen feinkörnigen Beschickungsstoff. In solchen Fällen ist weitgehende mechanische Zerkleinerung vor der Begichtung nicht nötig. Beruht jedoch der Zerfall auf dem Verlust der Kohlensäure aus Karbonaten, so tritt er erst in tieferen Zonen des Ofens ein und darum ist es in diesem Falle möglich, daß die Beschickungssäule von hier bis zur Gicht wegen der Durchsetzung mit dicken Erzstücken ungleichmäßig vorgewärmt wird. Eine Vorzerkleinerung dicker Erzstücke erscheint dann vorteilhaft.

Bei der Verwendung sehr harter Stückerze, z. B. zahlreicher Rot- und Magneteisenerze, die sich bei der Erhitzung nicht verändern, ist die Zerkleinerung grober Stücke notwendig. Der Grad der Zerkleinerung wird heute durch wirtschaftliche Bedingungen vorgeschrieben. Es läßt sich nicht zahlenmäßig angeben, welcher Gewinn bei der Erzeugung des Roheisens durch eine Zerkleinerung des Erzes erreicht wird, man muß lediglich darauf bedacht sein, daß sich die Erzbrechkosten in den Roheisengestehungskosten nicht ungünstig bemerkbar machen. Die Erzbrechkosten sind von der Stückgröße des Roherzes sowie von seiner Härte und sonstigen Beschaffenheit abhängig. Daraus geht hervor, daß für die verschiedenen Erzsorten auch verschieden hohe Erzzerkleinerungskosten in Ansatz gebracht und daß sie bei der Gesamtbewertung des Erzes berücksichtigt werden müssen. Technisch ist die Frage geklärt, die Entwicklung geht in Richtung einer zunehmenden Zerkleinerung der Stückgrößen bis herunter zu den Abmessungen, die eine Gasundurchlässigkeit der Beschickungssäule zur Folge haben würde. Wirtschaftliche Unübersichtlichkeit der Erfolgsmöglichkeiten hemmen diesen Fortschritt.

Wenn die Erze auf eine bestimmte Korngröße vor der Verwendung im Hochofen zerkleinert werden sollen, so ist diese Aufgabe nur durchführbar, solange alle Erzbestandteile in grobstückiger Form geliefert werden. Wie aus den nachstehenden Beispielen hervorgeht, ist das jedoch nicht der Fall. Zur Bestimmung der Stückgröße einiger Erzsorten sind z. B. von Lent⁴⁾ größere Proben durch aufeinanderfolgende Absiebungen in mehrere Korngrößengruppen geschieden und die Gewichtanteile jeder Gruppe gewogen worden.

Zahlentafel 1. Gewichtanteile der Korngrößengruppen verschiedener Erze

Korndurchmesser mm	Erzsorte			
	Gränges- berg vH	Roteisen- erz vH	Kirma- D-Erz vH	Sieger- länder Rotspat vH
größer als 100 . . .	23	38	8	4
80 bis 100 . . .	6	4	8	4
60 „ 80 . . .	12	2	10	5
40 „ 60 . . .	2	2	12	8
20 „ 40 . . .	15	23	18	15
10 „ 20 . . .	6	7	12	13
0 „ 10 . . .	36	24	32	51

⁴⁾ Lent, Betriebsversuche Rheinische Stahlwerke, unveröffentlicht.

Die Zahlen in vH des Gesamtgewichtes der Erzprobe in der Zahlentafel 1, geben ein anschauliches Bild von der Verteilung der Korngrößen im angelieferten Erz. Auch allgemein als Stückerze angesprochenen Magnet- und Brauneisenerzproben haben einen erheblichen Anteil an Bestandteilen. Eine Zerkleinerung auf eine einheitliche Stückgröße ist bei keiner der vorliegenden Erzproben möglich, weil bei allen feinsten Korngrößen in großer Menge vorhanden sind. Würde man z. B. als wünschenswerteste einheitliche Korngröße 20 mm Korndurchmesser wählen, würde ein großer Teil Feinerz entfallen, bei 10 mm Körgröße wäre dieser Anteil wohl schon kleiner, Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2. Gewichtanteile an entfallendem Feinerz

bei Korngröße	Gränges- berg vH	Roteisen- erz vH	Kirma- D-Erz vH	Sieger- länder Rotspat vH
20 mm Dmr.	42	31	44	6
10 „ „	36	24	32	6

In jedem Falle sind die Mengen ausfallenden Feinerzes jedoch so groß, daß sie nicht durch Absieben beseitigt werden können, ohne daß die Frage ihrer wirtschaftlichen Wiederverwendung geklärt ist.

Bei der Zerkleinerung der Stückerze entstehen uneinmeidlich ebenfalls feine Bestandteile, die den Anteil am Gesamtfeinerz noch beträchtlich erhöhen können. Die Menge und die Feinheit der durch das Brechen der Stückerze entfallenden feinen Splitter und Staube sind von der Natur der Erze und dem Brechvorgang abhängig. Je nachdem das in den Erzen vorliegende, fest verwachsene Erzralkonglomerat aufgebaut ist, zerspringen die einzelnen Stücke in zahlreiche kleine und kleinste Teile, oder sie bleiben in wenigen größeren Stücken zusammen. Entscheidend kommt es für dieses Verhalten darauf an, ob der Brechvorgang auf einer zerdrückenden oder zerreibenden Beanspruchung beruht, wie er z. B. einerseits von dem Backenbrecher und andererseits von dem Kreiselbrecher ausgeübt wird.

Auch der Grad der Beanspruchung der Erzstücke spielt bei der Zerkleinerung eine Rolle. Nach Untersuchungen beim American Institute of Mining and Metallurgical Engineers⁵⁾ ist bei der Zerkleinerung heterogener Mineralien der Entfall an feinen Bestandteilen klein, wenn das Brechen stufenweise in mehreren Arbeitsgängen vor sich geht. Infolge all dieser Vorgänge bleibt schließlich der Entfall an Feinerz doch so groß, daß er schätzungsweise unter Berücksichtigung der in obigen Beispielen mehrerer Erzsorten schon von Natur vorhandenen Feinerzbestandteile nach dem Brechen insgesamt 50 vH und mehr ausmachen würde, das heißt, nur die Hälfte der Erze könnte in gewünschter Stückgröße dem Hochofen zugeführt, die andere Hälfte müßte vor der Verwendung erst künstlich stückig gemacht werden.

Ein Hochofenbetrieb, der die Hälfte oder noch mehr an Feinerz durch besondere Verfahren stückig machen müßte, würde voraussichtlich eine derartige Erzhöherhöhung seiner Erzkosten erleiden, daß die durch solche Maßnahmen erreichten Betriebsvorteile nicht in gleichem Verhältnis nachgewiesen werden könnten. Daraus ergibt sich, daß voraussichtlich der Betrieb eines Hochofens mit einer einheitlichen Erzstückgröße von 20 oder auch 10 mm Korndurchmesser in wirtschaftlicher Hinsicht nicht in Frage kommt. In der Bilanz stehen auf der Ausgabenseite die Kosten für die Zerkleinerung der Stückerze sowie die Kosten für die Stückmachung der Feinerze, demgegenüber steht ein Gewinn infolge eines geringeren Brennstoffverbrauchs, der nicht genau gemessen werden kann, Es kommen unbestimmbare Gewinne infolge gleichmäßiger Eisenerzeugung der Güte und Menge nach. Der Vergleich würde in wirtschaftlicher Hinsicht ein Wagnis darstellen.

Wenn hier die Gleichstückigkeit der Erze näher betrachtet ist, so bezieht sich diese grundsätzliche Forderung in gleicher Weise auf den Koks, da die Koksstücke in Hinblick auf die Eigenart der Beschickungssäule bezüglich

⁵⁾ „Revue de Métallurgie“ Bd. 23 (1926) S. 664.

Erwärmungsvorgänge ebenfalls in Betracht kommen. Beim ist im allgemeinen der durch die Zerkleinerung ent- de Anteil an Kleinkoks mit Korndurchmessern unter- der gewünschten Größe kleiner als bei den Erzen. zdem ist die Aufgabe hier noch schwieriger, weil man Feinkoks für den Schachtofen nicht verwenden kann er ein minderwertiges Abfallerzeugnis sein würde. Es wäre denkbar, daß man künftig den Hochofen mit kleineren Erzstückgrößen, wie die angegebenen Korn- messer von 20 oder 10 mm, betreiben lernte. Der An- un ungeeigneten Feinerzen ginge dann erheblich her- . Man hätte dann höhere Kosten für die Erzzerklei- ng und geringere für die Stückigmachung. Immerhin noch ein weiter Spielraum zwischen dem 10 mm-Korn einer Größe, die mit dem Gasstrom als Gichtstaub ab- wie folgendes Zahlenbeispiel zeigt. Ein unmittelbar dem Ofen im ersten Staubsammler aufgefangener staub hatte die Zusammensetzung:

SiO ₂	14,20 vH	P ₂ O ₅	1,79 vH
FeO	11,25 "	Al ₂ O ₃	14,50 "
Fe ₂ O ₃	29,35 "	CaO	8,90 "
MnO	0,59 "	C	4,31 "

Korngrößen, die durch aufeinanderfolgendes Absieben nmt wurden, lagen zwischen 0 und 0,5 mm Dmr., und war der Gewichtanteil jeder Absiebung:

Korngrößen	Gewicht- anteil vH	Summe der Gewicht- anteile vH
größer als 0,47 mm	1,74	—
0,283 bis 0,47 mm	7,60	9,34
0,195 " 0,283 "	17,50	26,84
0,163 " 0,195 "	23,78	50,62
0,122 " 0,163 "	21,88	72,50
0,093 " 0,122 "	9,81	82,31
kleiner als 0,093 mm	17,69	100,00

Nach dem Untersuchungsergebnis werden erst Korn- n von 0,3 mm Dmr. und weniger in größeren Mengen rüststaub abgeführt. Die Gefahr des Heraussschleu- der Beschickung wäre daher auch bei kleinen Korn- n bis zu 0,3 mm herunter nicht bedeutend, wenn sie gleich sind. Eine andere Schwierigkeit entstände in- n durch das starke Anwachsen des Strömungswider- es, daraus ergäben sich ungeeignet hohe Wind- e, wenn nicht die Höhe der Beschickungssäule zeitig verkleinert würde. Die Beschickungssäule aber um so niedriger gehalten werden, je gleich- er und je schneller sich die Beschickungsstoffe er- en.

Die Erwärmung der Beschickung ist lediglich von der ilung des Heizgasstromes auf den Querschnitt und von der Stückgröße der Stoffe abhängig. Die gleichmäßige Ver- teilung der Heizgase wird durch gleich große Stückigkeit der Be- schickungsstoffe begünstigt. Die Beschickungsstoffe erwärmen sich um so schneller, je geringer die Stückgrößen oder je größer die Temperaturunterschiede zwi- schen Heizgasen und Beschickung in jedem wagerechten Quer- schnitt sind. Im Grenzfall, bei unendlich kleinen Korngrößen, ist in jedem wagerechten Quer- schnitt der Temperaturunter- schied zwischen Heizgas und Be- schickungsstoffen gleich null, d. h. es findet vollkommener Wärmeaustausch statt. Für die- sen vorbildlichen Fall hat Le Chatelier⁶⁾ den Temperatur- verlauf bei den beteiligten Stof- fen festgestellt. In Abb. 1 ist schematisch die Art der Behei- zung dargestellt.

Abb. 1
Wärmeaustausch im
Schachtofen
(Le Chatelier)

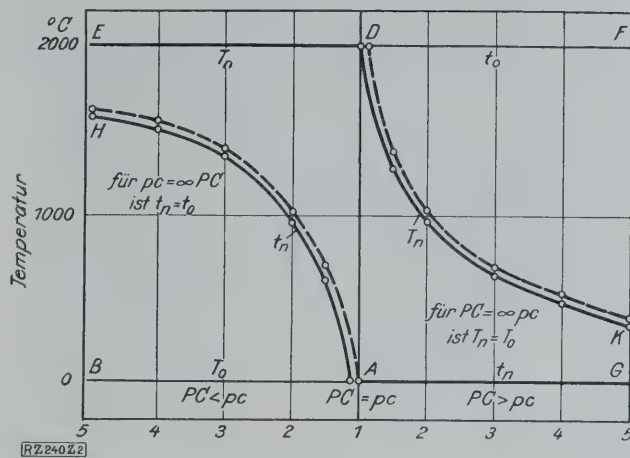


Abb. 2
Gichtgastemperatur in Abhängigkeit von PC : pc

In den Schacht gelangen in der Zeiteinheit P kg Schmelzstoffe mit der Temperatur T_0 , diese treten unten, wenn zunächst angenommen wird, daß sie in Menge und Zusammensetzung unverändert bleiben, mit der Tempera- tur T_n aus. Der Heizgasstrom tritt unten mit der Tempera- tur t_0 ein, seine Menge betrage p kg je Zeiteinheit. Unter der Voraussetzung, daß er im Schacht unverändert bleibt, tritt er oben in derselben Menge bei einer Temperatur t_n aus. Ist die mittlere spezifische Wärme der festen Stoffe im gesamten Temperaturbereich C und entsprechend die der Heizgase c , so ist, da die Summe der in den Schachtofen eintretenden Wärmemengen gleich der austretenden Wärme- menge ist, und vorausgesetzt, daß im Ofen durch chemi- sche Umsetzungen oder andere Vorgänge kein Wärme- verbrauch oder Wärmegeinn auftritt und daß keine Wand- verluste vorhanden sind,

$$PCT_0 + pct_0 = PCT_n + pct_n \dots (1)$$

Findet im Ofen ein Wärmeverbrauch Q statt, so ist

$$PCT_0 + pct_0 = PCT_n + pct_n - Q \dots (2)$$

Ist nun z. B. $PC = pc$, so ist

$$T_n = t_0 \text{ und } t_n = T_0.$$

Die Austrittstemperatur der festen Stoffe ist nach Glei- chung (1) gleich der Eintrittstemperatur der Heizgase, und die Austrittstemperatur der Heizgase ist gleich der Ein- trittstemperatur der festen Stoffe. Es hat also vollkom- mener Wärmeaustausch stattgefunden. Ist $PC > pc$, so ist aus Gleichung (1) zu entnehmen, daß $T_n < t_0$ wird, da t_n nicht kleiner als T_0 werden kann, es ist demnach $t_n = T_0$.

Ist dagegen $PC < pc$, so kann T_n nicht größer als t_0 werden, es ist daher $T_n = t_0$ und $t_n > T_0$.

Auf der unteren Geraden BG , Abb. 2, entspricht Punkt A der Beziehung $PC = pc$, nach links sind alle Wertverhältnisse $PC < pc$ maßstäblich aufgetragen, nach rechts alle Wertverhältnisse $PC > pc$. Die Senk- rechte AD entspricht maßstäblich einem Temperaturabstand $t_0 - T_0$, indem die Wagerechte EF die Temperaturhöhe t_0 und die Wagerechte BG die Temperatur T_0 bezeichnet. Im Punkte A , in dem das Wertverhältnis $PC = pc$ herrscht, ist die Gichtgastemperatur $t_n = T_0$, sie ist also durch den Punkt A gekennzeichnet. Für alle Wertverhält- nisse $PC > pc$ bleibt $t_n = T_0$, die Gichtgastemperatur fällt also mit der Strecke AG zusammen.

Rechnet man für die verschiedensten Wertverhältnisse $PC < pc$ die Werte für t_n aus, indem man $T_n = T_0$ setzt, so ergibt sich für die Gichtgastemperatur eine Kurve AH , die zuerst steil ansteigt, dann flacher wird und DE im Unendlichen erreicht, d. h. ist der Wert der Heizgase pc unendlich größer als der Wert PC der festen Stoffe, so treten die Gichtgase mit der Eintrittstemperatur t_0 wieder aus. Rechnet man ebenfalls für alle Wertverhältnisse $PC > pc$ unter Einsetzung von $t_n = T_0$ die Werte für T_n aus, so ergibt sich rechts von AD eine Kurve DK für T_n , die besagt, daß die Austrittstemperatur T_n der festen Stoffe um so kleiner wird, je größer PC gegenüber pc ist.

⁶⁾ „Revue de Métallurgie“ Bd. 23 (1926) S. 629.

Links von AD bleibt die Austrittstemperatur der festen Stoffe gleich der Eintrittstemperatur der Heizgase, während die Gichtgastemperatur von dem Anfangswert T_0 wächst. Rechts von AD bleibt die Gichtgastemperatur gleich der Eintrittstemperatur der festen Stoffe, dagegen sinkt die Austrittstemperatur der festen Stoffe. Der günstigste Betriebsfall entspricht dem Wertverhältnis $PC = pc$, hier findet vollkommener Wärmeaustausch statt.

Wird $PC < pc$, so steigt sofort die Gichtgastemperatur stark an; wird $PC > pc$, so sinkt die Austrittstemperatur der festen Stoffe und unterschreitet leicht ein Maß, das für den jeweils vorliegenden Schachtofenbetrieb unanwendbar ist. Der Spielraum in dem Wertverhältnis PC zu pc darf sich daher nur in sehr engen Grenzen um $PC = pc$ bewegen. Findet in dem Schachtofen ein Wärmeverbrauch entsprechend Gleichung (2) statt, so verschieben sich die Kurven, Abb. 2, etwas nach rechts, die gestrichelten Linien entsprechen den Verhältnissen der Gleichung (2). Die Art der Linien wird dadurch nicht verändert. Diese Darstellung gibt eine anschauliche Beziehung zwischen dem Wärmehalt der Heizgase, ihrer Temperatur und der Gichtgastemperatur. Allerdings ist eine rechnerische Anwendung auf die Vorgänge im Hochofen nicht ohne erhebliche Schwierigkeiten möglich, da die Benutzung richtiger Werte für die spezifischen Wärmen und die Berücksichtigung der durch die Ofenvorgänge entstehenden Veränderungen schwierig ist.

Die Benutzung kleiner Korngrößen als Beschickungstoffe von Schachtofen ist möglich, wenn die Beschickungssäule nicht zu hoch ist, und wenn die Stoffe in einer einheitlichen Korngröße vorliegen. Die Stoffsäule kann niedriger gehalten werden, weil unter solchen Bedingungen die Erwärmung schneller vonstatten geht infolge der Kleinheit der Korngrößen und gleichmäßiger, infolge der Gleichstückigkeit und der dadurch verursachten guten Verteilung des Heizgasstromes. Die Beziehung zwischen dem Gaswiderstand und den Abmessungen der Beschickungssäule geht aus einer Gleichung hervor. Wenn P_1 der Anfangsdruck des Gasstromes und P_2 dessen Enddruck ist, ferner V das wahre Gasvolumen, H die Beschickungshöhe und F den Beschickungsquerschnitt bedeutet, so kann man schreiben $P_1 - P_2 = k \frac{V H}{F}$; k ist eine Zahlengröße, die in erster Linie von der Teilchengröße der Beschickung in der Weise abhängig ist, daß sie mit abnehmender Korngröße anwächst. Beim Hochofen ist die Beziehung zwischen Druckgefälle und Gasvolumen nicht linear, weil sich das Volumen infolge chemischer Vorgänge und der Abkühlung verändert.

Die Zahl k muß durch Versuche ermittelt werden, sie ist allerdings nicht auf andere Versuchsfälle übertragbar, da ihr Wert nicht von den Korngrößen allein, sondern auch von der Gestalt der einzelnen Körner abhängt. Je nachdem sie angenäherte Kugelgestalt oder unregelmäßig geformte Oberflächen haben, sind die Hohlräume zwischen den Teilchen in der Beschickungssäule verschieden groß. Der Strömungswiderstand ist am kleinsten, wenn die einzelnen Stoffteile Kugelform haben und unendlich groß, wenn sie bei sonst gleichen Abmessungen kubische Form aufweisen, sich so zusammen schichten, daß keine Hohlräume entstehen.

Die verschiedenen zerkleinerten Erzsorten haben unregelmäßige, zerklüftete Oberflächen, die sich entweder unter Bildung von größeren Hohlräumen in Annäherung an den in der Kugelform vorliegenden günstigsten Fall zusammenschichten oder sich, namentlich wenn sie infolge ihrer Struktur plättchenförmig ausgebildet sind, ohne erhebliche Hohlraumbildung zusammenlegen. Solche Stoffe zeigen ganz allgemein ein deutlich unterschiedliches physikalisches Verhalten. Die ersteren kann man als körnige, rieselnde Stoffe bezeichnen, sie zeigen eine gewisse Gesetzmäßigkeit ähnlich den Flüssigkeiten mit hoher innerer Reibung. Die andern sind mehligte Stoffe, sie neigen zu Zusammenballungen und weisen nur einen geringen Unterschied zwischen dem scheinbaren und dem wahren spezifischen Gewicht auf.

Mit dieser auf die Oberflächenbeschaffenheit zurückzuführenden Verschiedenartigkeit des Verhaltens in bezug

auf den Widerstand dem Gasstrom gegenüber steht die Festlegung der unteren Grenze der Korngrößen für den Schachtofenbetrieb in unmittelbarem Zusammenhang. In der obigen Gleichung erhält in dieser Erscheinung der Faktor k seinen Wert, die Höhe H wird nach dem Wärmeaustauschvermögen, das mit den Korngrößen wieder in unmittelbarer Beziehung steht, bemessen und die Querschnittsfläche F des Schachtofens nach der Heizgasmenge und dem Wertverhältnis PC zu pc .

Das Druckgefälle ist insgesamt der Höhe der Beschickungssäule verhältnismäßig, aber umgekehrt verhältnismäßig dem Quadrate des Durchmessers. Wächst die Beschickungssäule 1 das Wertverhältnis PC zu pc so verändert sich dieses durch Verdopplung des Durchmessers zu $4 PC : pc$. Daraus geht der starke Einfluß des Durchmessers und seiner Änderung auf den Heizvorgang hervor. Es ist aber auch ersichtlich, in welchem Maße bei Veränderung des Ofendurchmessers sich in der Zeiteinheit erzeugten Heizgasmenigen dieser Änderung angepaßt werden müssen, damit wieder ein richtiges Verhältnis PC zu pc erreicht wird. In diesem Zusammenhang steht auch die Erscheinung der hohen Leistungsfähigkeit der Öfen mit weitem Gestell.

Wenn die Größe der Hohlräume für die Höhe des Strömungswiderstandes eine Rolle spielt, so ist zu beachten, daß die in den Erzen enthaltenen feinen und feinsten Bestandteile eine Verengung und Verstopfung verursachen und daher ganz besonders auf die Gasdurchlässigkeit ungünstig einwirken. Es wäre daher angebracht, gegen diese Bestandteile vor der Verhüttung auszuscheiden. Bei Erzen, die nur geringe Mengenanteile dieser Feinststoffe haben, wie Rot- und Magnateisenerze, vielleicht auch andere, erscheint es wirtschaftlich möglich, sie nach dem Brechen durch eine Windaufbereitung von dem Stau zu befreien. Die Staube sind metallarm und geringwertige Brauneisenerze, die im Hochofen schon durch die Erwärmung staubein zerfallen, kommen für die beschriebene Betriebsweise nicht in Betracht, sie gehören zu den feinsten Stoffen, die die Beschickungssäule stark verengern.

Das Ergebnis der Untersuchungen kann folgendermaßen zusammengefaßt werden. Eine Zerkleinerung der Beschickungstoffe auf einheitliche Stückgrößen bis Korngrößen herunter auf 20 oder 10 mm Dmr. kommt nicht in Frage, weil der Entfall an Feinerz einen großen Teil der gesamten Erzmenge ausmachen würde. Zu den Zerkleinerungskosten kämen hohe Stückbarmachungskosten für entfallenden Feinerz. Bei dem Versuch, mit noch kleineren Korngrößen zu arbeiten, würde der Entfall an Feinerz geringer werden, insbesondere wenn das Erz teilweise zerkleinert wird. Die Zerkleinerungskosten liegen. Mit abnehmenden Korngrößen wächst der Strömungswiderstand des Heizgasstromes im Ofenschacht stark an, infolge besserer Wärmeübertragung kann die Beschickungssäule aber niedriger gehalten werden, so daß die Möglichkeit besteht, daß Druckgefälle wieder zu geringen.

Wesentlich für die Höhe des Strömungswiderstandes ist neben der Korngröße die Oberfläche der einzelnen Körner und der Mengenanteil an spindelförmigen Bestandteilen. Die Staube können durch Windaufbereitung vor der Verhüttung entfernt werden. Korngrößen von weniger als 0,3 mm kommen für Schachtofenbetrieb nicht in Frage, da sie von dem Heizgasstrom mitgerissen werden. Bei beschränkter Beschickungshöhe wird ein günstiges Verhältnis PC zu pc durch richtige Bestimmung des Querschnittes erreicht. Dadurch sind die fragekennzeichnenden Zusammenhänge zwischen Erzesart, Ofenquerschnitt und Heizgasmenge festgestellt, sei denn, daß man dazu übergehen wird, ähnlich wie bei einem neuen Gaserzeugungsverfahren⁷⁾, die Luft von dem derart einzublasen, daß das feinkörnige Gut in der Gase Schütthöhe sich in einer auf- und abwirbelnden Bewegung befindet.

Die Verkleinerung der Korngröße der Beschickungstoffe ermöglicht heiztechnisch eine Verringerung der Beschickungshöhe. Die Reduktionsvorgänge werden dadurch

⁷⁾ DRP 437970 und 438843.

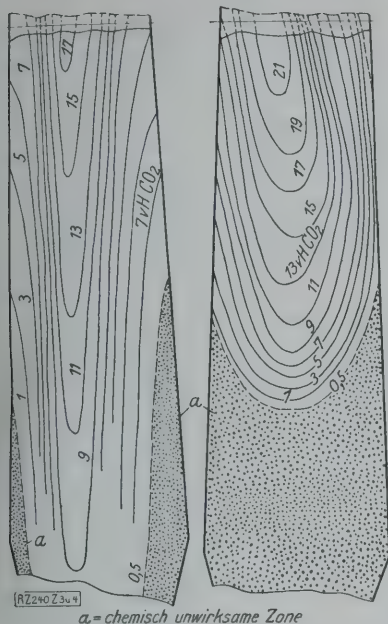


Abb. 3
Reduktionsgebiet
im Schachtofen,
großstückiges Erz

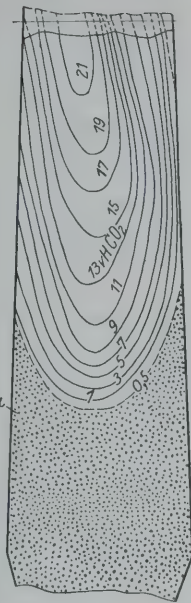


Abb. 4
Reduktionsgebiet
im Schachtofen,
Feinerz

beeinträchtigt; denn auch hier gilt, daß die Reaktionsflächen größer werden und der Umfang des Reaktionslaufes ansteigt. Die Reaktionsgeschwindigkeiten sind so groß, daß die chemischen Umsetzungen sich in der heute erheblich kürzeren Zeit vollziehen können.

Nach Versuchen^{7a)}, die an einem Versuchshochofen vom Bureau of Mines ausgeführt worden sind, reduzieren sich Eisenoxyde unter Bildung von CO_2 im Schacht, und die Reduktionszone liegt höher, das heißt, die Reduktion ist früher beendet, wenn die Beschickung kleinstückig ist. In Abb. 3 sind die Versuchsergebnisse jener Untersuchungen in der Weise bildlich dargestellt, daß in einem Senkrechtschnitt des Schachtofens Punkte gleichen Kohlenensäuregehaltes miteinander verbunden sind. Die Beschickung bestand aus Erzen von 8,3 bis 12 mm Korngröße. Demgegenüber ist in Abb. 4 der Versuchsbefund in gleicher Weise dargestellt, wenn die Korngröße der Beschickung kleiner als 3,2 mm ist. Hier ist die CO -Reduktion viel früher beendet und unterhalb dieser Reduktionszone befindet sich ein ausgedehnter Raum, in dem chemische Umsetzungen nicht stattfinden. Daraus folgt, daß, wenn die Beheizung kleinstückiger Beschickung in kürzerer Zeit beendet ist, als großstückiger, mit Rücksicht auf die chemischen Vorgänge ebenfalls eine Verkürzung der Beschickungssäule durchführbar ist.

Voraussetzung für den einwandfreien Betrieb eines Hochtofens mit kleinstückiger Beschickung, größerem Ofendurchmesser und geringerer Beschickungshöhe ist die Möglichkeit, den Heizgasstrom auch tatsächlich gleichmäßig über den ganzen Querschnitt zu verteilen. Das ist bei einer Beschickung gleicher Korngröße nicht ohne weiteres der Fall, weil durch die aneinanderliegenden kleinstückigen Beschickungsstoffe die durch sie gebildeten Hohlräume an den Wandungen größer sind als im Innern eines Ofens (s. Wagerechtschnittes⁸⁾). Infolgedessen entsteht in der Randzone an den Wandungen eine höhere Strömungsgeschwindigkeit als in der Mitte. Die Randzonen werden früher und schneller aufgeheizt als die in der Mitte liegenden Beschickungsstoffe. Auf diese Erscheinung ist wahrscheinlich die bei den erwähnten amerikanischen Versuchsbefunden beobachtete Tatsache zurückzuführen, daß bei dem Betrieb des Versuchsofens sehr unregelmäßig war, die Beschickungsstoffe unvorbereitet und kalt im Gestell ankamen und das Roheisen schwefelhaltig war. Der Heizgasstrom war wahrscheinlich die Beschickungssäule nicht im ge-

wünschten Umfange durchdringen können, sondern ist in der Hauptsache an den Rändern nach oben gestiegen. Wenn man die Abmessungen jenes Versuchsofens betrachtet, so kann man feststellen, daß der Ofen im Vergleich zu seiner Höhe einen sehr kleinen Durchmesser hatte, 0,9 zu 9,0 m, und da das Verhältnis der hier in Frage kommenden Randzone zum Innenquerschnitt bei der Verteilung des Gasstromes sicher eine Rolle spielt, ist anzunehmen, daß nur wegen seiner schlanken Form der Versuchsofen eine so schlechte Aufheizung der Beschickungssäule zeigte. Mit zunehmendem Ofendurchmesser wird das Verhältnis Randzone zu Ofeninnern kleiner und dadurch wird der Anteil an Porenraum für das Ofeninnere im Verhältnis zum Ofenrand günstiger. Es ist also anzunehmen, daß die Beeinträchtigung der gleichmäßigen Verteilung durch die Eigenart der Randzone mit zunehmendem Ofendurchmesser gemildert wird.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Erreichung einer gleichmäßigen Beheizung des gesamten Ofenquerschnittes entsteht dadurch, daß mit Verkleinerung der Korngrößen auch die Verbrennungszone vor den Formen kleiner wird, weil die an der Verbrennung teilnehmende Brennstoffoberfläche stark zunimmt. Nach Le Chatelier⁹⁾ kann man annäherungsweise annehmen, daß der Abstand der Zone vollständiger Verbrennung von der Eintrittsstelle des Windes in den Ofen der Größe der Kohlenstücke verhältnismäßig ist. Durch die Zusammenziehung der Verbrennungszone entsteht eine höhere Verbrennungstemperatur, nach dem Ofeninnern dagegen ein Temperaturabfall, so daß infolge großer Temperaturunterschiede in der Schmelzzone Unregelmäßigkeiten im Ablaufe der Schmelz- und Umsetzungen leicht eintreten. Die Verbrennungszone läßt sich nur dadurch vergrößern, daß entsprechend der Vergrößerung der Brennstoffoberfläche die Windmengen gesteigert sind.

Auch bei neueren Untersuchungen an deutschen Hochöfen¹⁰⁾ hat sich herausgestellt, daß ähnlich wie bei dem amerikanischen Versuchshochofen in der Randzone eine schnellere Aufheizung der Beschickung und eine frühere Beendigung der Reduktion als in den Ofenschichten im Innern stattfindet. Dieser Fehler würde auch bei gleicher Stückgröße der Beschickungsstoffe nicht ohne weiteres verschwinden, wenn nicht der Ofendurchmesser sehr groß ist. Bei Vergrößerung des Ofendurchmessers entsteht aber noch eine Schwierigkeit in der gleichmäßigen Verteilung der Beschickungsstoffe durch die Aufgabevorrichtung, den Gichtverschluß. Je größer der Ofendurchmesser wird, desto unzulänglicher werden die Gichtverschlüsse. Der Verschluß hat nicht nur die Aufgabe, die Beschickungsstoffe in gleichmäßiger Schüttung auf den ganzen Querschnitt des Ofens zu verteilen, sondern auch die verschiedenartigen Schmelzstoffe des Möllers in gleichmäßiger Mischung dem Ofen zuzuführen. Bei der Begichtung mit Stoffen sehr ungleicher Korngrößen, wie sie heute noch allgemein erfolgt, muß verhütet werden, daß während der Begichtung eine Trennung der Korngrößen stattfindet. Die Berücksichtigung dieser Aufgaben spielt bei den heute bekannten Bauarten der Gichtverschlüsse eine hervorragende Rolle. Man kann bei den Gichtverschlüssen die Beobachtung folgender Grundsätze unterscheiden:

1. Gleichmäßige Verteilung der Beschickungsstoffe im Aufgabetrichter des Verschlusses
 - a) durch entsprechende Bemessung der Doppelverschlüsse,
 - b) durch bewegliche Vorrichtungen am Außenverschluß.
2. Gleichmäßige Verteilung der Beschickungsstoffe durch Vorrichtungen unter dem Verschluß
 - a) durch feststehende,
 - b) durch bewegliche Vorrichtungen.

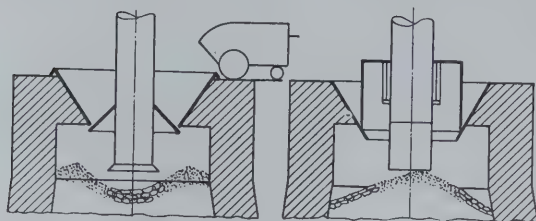
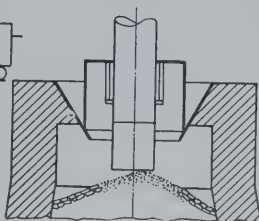
Zur Kennzeichnung sind die Grundzüge dieser Bauarten in einigen Abbildungen schematisch dargestellt. Alle Verschlußbauarten sind bisher von dem in Abb. 5 dargestellten Kegelschluß oder dem Glockenschluß

⁹⁾ Le Chatelier, Die industrielle Feuerung (1922) S. 34.

¹⁰⁾ Buile und Lennigs, Hochofenuntersuchungen und ihre technische Auswertung. Berichte der Fachausschüsse des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Hochofenausschuß Bericht 78. Stahlisen G.m.b.H., Düsseldorf.

^{7a)} „Stahl und Eisen“ Bd. 44 (1924) S. 391, 793, 986, 1081.

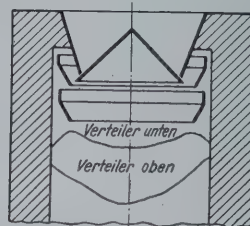
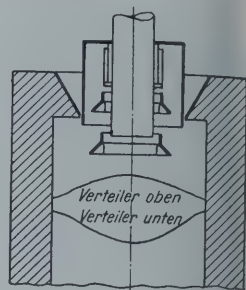
⁸⁾ Spannbauer, „Stahl und Eisen“ Bd. 46 (1926) S. 8.

Abb. 5
KegelverschlußAbb. 6
Glockenverschluß

nach Abb. 6 abgeleitet. Ein andres Konstruktionselement ist bisher mit Erfolg nicht angewendet worden. Wenn man außer den oben gekennzeichneten Aufgaben eines Gichtverschlusses noch die hinzunimmt, feste Stoffe in einen Druckraum überzuführen, also zu schleusen, so wären an sich auch andere technische Lösungen dieser Aufgabe möglich. Die Schwierigkeit, die verschiedenartigen Aufgaben mit einer Vorrichtung auszuführen, haben anscheinend bisher das Festhalten an dem Kegel- oder Glockenverschluß oder einer Vereinigung beider bewirkt.

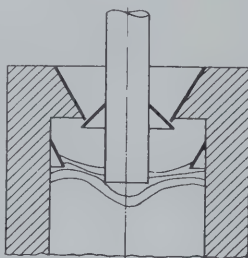
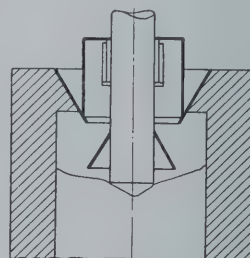
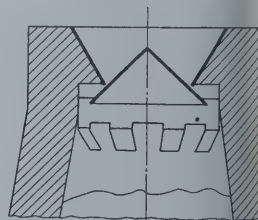
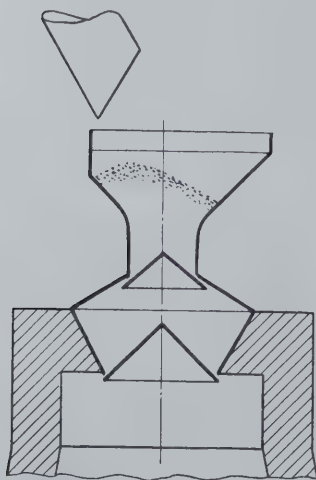
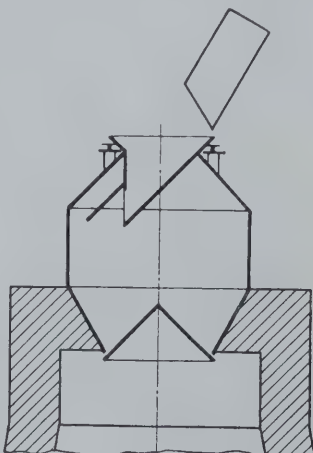
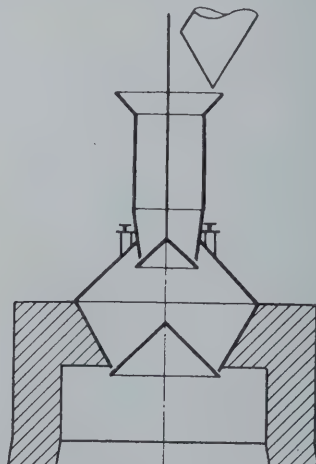
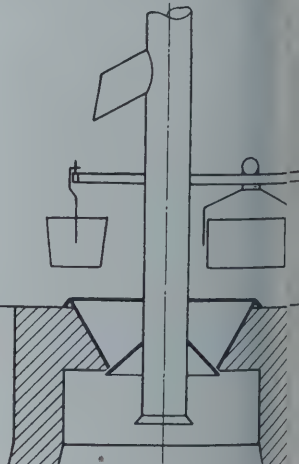
Es wäre immerhin denkbar, die Aufgabe der Schleusung und der Verteilung zu trennen. Ein Vergleich zwischen der Wirkungsweise des Kegelverschlusses und der des Glockenverschlusses zeigt ohne weiteres, daß die Verteilung verschiedenartig sein muß. Beim Kegelverschluß werden die Beschickungstoffe beim Gichten nach außen gedrängt, um so mehr, je größer die Stücke sind, beim Glockenverschluß nach innen.

Bei den in den Abb. 7 bis 10 wiedergegebenen Gichtverschlässen wird auf eine gleichmäßige Verteilung und Vermischung der Beschickungstoffe der Nachdruck gelegt. Nach der Bauart, Abb. 7, erfolgt sie in der Weise, daß der kleine obere Verschluß die Stoffe beim Gichten gleichmäßig auf den Umfang des unteren Verschlusses fallen läßt, selbst wenn durch die Begichtung eine ungleichmäßige Anhäufung im oberen Verschluß stattfindet. Der Verschluß, Abb. 8, bewirkt dadurch eine gleichmäßige Verteilung in dem unteren Trichter, daß durch Drehung des oberen Trichters jede Ladung auf eine bestimmte Stelle des unteren Verschlusses gebracht wird. Diesen Verschluß hat man bei amerikanischen Hochofen häufig (McKee-Verschluß) angewendet, findet aber auch bei einzelnen deutschen Öfen. Eine Bauweise, bei der in ähnlicher Art diese Ausführung vorliegt, ist der Thümler-Neumark-Verschluß, Abb. 9. Dieser Verschluß stellt gewissermaßen eine Vereinigung der Grundsätze, Abb. 7 und 8, dar.

Abb. 14
Beweglicher Verteiler
beim KegelverschlußAbb. 15
Beweglicher Verteiler
beim Glockenverschluß

Die Beschickungstoffe unter dem Verschluß werden durch in dem Ofen eingebaute Verteiler, wie sie in Abb. 11 bis 13 dargestellt sind, verteilt, und zwar ist bei dem Kegelverschluß, Abb. 11, ein Anschlagring auf dem Umfang des Ofenraumes eingebaut, während bei dem Glockenverschluß, Abb. 12, ein solcher Anschlagring unter der Glocke angeordnet ist. Die aus dem Verschlußtrichter beim Gichten abströmenden großstückigen Beschickungstoffe eilen an und werden von dem Verteiler zurückgeworfen. Der Verteiler, Abb. 13, hat man durchbrochen, so daß die großen Stücke nicht an allen Stellen des Umfanges zurückgeworfen werden.

Verschlüsse mit beweglichen Verteilern zeigen Abb. 14 und 15, u. zw. Abb. 14 die Anordnung eines Verteilers für einen Kegelverschluß und Abb. 15 entsprechend dem Glockenverschluß. Der Anschlagring, der die großen und voreilenden Beschickungstoffe zurückwirft, kann in beliebiger Höhe gestellt werden, so daß durch diese Maßnahme ein weiterer Einfluß auf die Art der Verteilung ausgeglichen werden kann. Diese Vorrichtung sachgemäß zu handhaben

Abb. 11
Verteiler beim
KegelverschlußAbb. 12
Verteiler beim
GlockenverschlußAbb. 13
Verteiler mit unterteilte
AnschlagleistenAbb. 7
Gichtverschluß mit Verteilung
durch kleinen Ober-
und großen UnterverschlußAbb. 8
Gichtverschluß mit Verteilung
durch drehbaren Auf-
gabetrichterAbb. 9
Gichtverschluß mit Verteilung
durch drehbaren kleinen
OboverschlußAbb. 10
Gichtverschluß mit Verteilung
durch fahrbare Auf-
gabefäße

nur dadurch erschwert, daß die tatsächliche Verteilung nicht beobachtet werden kann.

In Abb. 16 bis 18 sind schließlich noch Führungsmöglichkeiten dargestellt, die falls unter Benutzung beweglicher Verschlüsse eine gleichmäßige Ausbreitung der Beschickung auf den Querschnitt bewirken soll. Diese Ausführungsformen bilden die Teile gleichzeitig Bestandteile des Versuches.

Der Verschuß, Abb. 16, besteht aus einem Kegelschluß, bei dem zwei ineinander gefügte Kegel auf dem Umfange mehrere Öffnungen haben, die ineinander stecken. Wenn beim Gichten der untere Kegel gesenkt wird, so fallen Beschickungstoffe durch die Öffnungen des oberen Kegels in den Ofen. Beim Senken des oberen Kegels gelangen dann die noch zurückgebliebenen Beschickungstoffe an den Rand des Ofenquerschnittes. Bei der Bauweise, Abb. 17, liegt der mittlere Verschußkegel in einem beweglichen Verschußring, und die Wirkungsweise ist so, daß entweder durch Senken des gesamten Versuches oder durch Heben des mittleren Kegelschlosses die Beschickung teils an den Rand, teils in die Mitte des Ofenquerschnitts gebracht wird. Eine wechselnde Beschickung der Randzone und der Mittelzone wird durch den Verschuß nach Abb. 18 erreicht, wenn ein Kübel mit einer Bodenöffnung den oberen Kegel senkt und das nächste Mal ein Kübel mit großer Bodenöffnung den Gesamtschluß öffnet.

Durch alle diese Ausführungsformen wird zwar eine gleichmäßige Verteilung über den Querschnitt des Ofens angestrebt, aber nicht in so genauer Weise erreicht, daß noch Verbesserungsmöglichkeiten in Aussicht ständen.

Aus technischen Gründen wird voraussichtlich die Entwicklung des Hochofenbetriebes nach der Richtung einer Verkleinerung der Stückgrößen der Beschickungstoffe

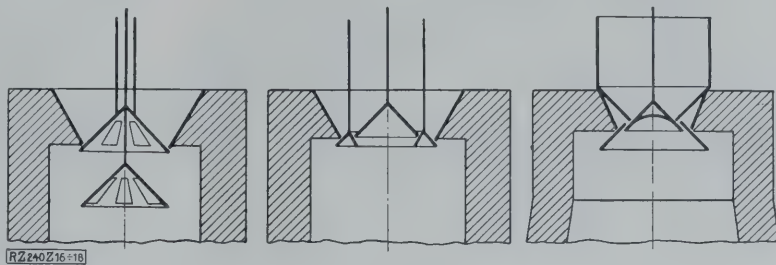


Abb. 16 bis 18
Begichtung durch Teilung des Verschußkegels

führen. Ein Heruntergehen auf mittlere Korngrößen kommt dabei weniger in Betracht als auf solche schon geringer Korndurchmesser. Die Beheizungs- und Reduktionszeiten können dadurch erheblich abgekürzt werden. Daraus ergibt sich eine geringere Bauhöhe des Ofens. Die Bemessung der Windmenge und dementsprechend der Heizgasmenge müssen den veränderten Verbrennungsvorgängen in der Brennzone angepaßt werden. Der Ofendurchmesser steht in Beziehung zur Heizgasmenge und zur Heizgasverteilung. Die Aufgabevorrichtung muß die Beschickungstoffe gleichmäßig verteilen, eine richtige Mischung der verschiedenen in einem Möller enthaltenen Stoffe gewährleisten und den Gasdruckraum von der Außenluft dicht abschließen. Diese Anforderungen werden bisher unvollkommen erfüllt, weil dazu, so verschiedenartig sie auch sind, nur ein einziger Bauteil verwendet wird.

[B 240]

Neue Zwillingverbund-Dampfmaschine für Schiffe

Die Entwicklung der Dieselmachine im letzten Jahrzehnt hat zur Folge gehabt, daß man heute mehr als früher verlangt ist, Neuerungen bei Dampfmaschinen in der Praxis zu probieren, um die Dampfmaschine gegenüber dem Dieselmotor wettbewerbfähig zu erhalten. In dieser Hinsicht ist die von der Firma Christiansen & Meyer, Harburg (Elbe), heute Heißdampf-Zwillingverbundmaschine Wolfscber Art bemerkenswert, die in den Fischdampfer „Claus Bolten“ eingebaut und mit gutem Erfolg erprobt worden ist¹⁾.

Den thermischen Wirkungsgrad hat man hierbei auf vielerlei Art verbessert, einmal indem man zwischen den Hoch- und Niederdruck-Zylinderpaaren je einen von einer Klug-Steuerung angetriebenen Kolbenschieber einbaut, der zwei Zylinder bedient, Abb. 1 und 2, und außerdem, indem man den Niederdruckzylinder für Gleichstrombetrieb eingerichtet hat. Hierdurch sind die schädlichen Flächen im Hochdruckzylinder auf 63 vH, im Niederdruckzylinder auf 60 vH der mittleren theoretischen Zylinderfläche vermindert worden.

Die Dampfwege sind in Abb. 1 durch Pfeile angedeutet. Der Restdampf im Niederdruckzylinder nach dem Schließen der Auspuffschlitze ergäbe eine zu hohe Vorverdichtung, man läßt ihn zum Teil durch die Schlitze *a* der Schieber einsätze nach *b* und von dort durch ein Hilfsabfuhr zum Kondensator entweichen.

Bei der Vierzylindermaschine für „Claus Bolten“ haben die Hochdruckzylinder 315 mm und die Niederdruckzylinder 636 mm Dmr.; der Hub beträgt 660 mm. Die Kurbelwellen der beiden Maschinenhälften sind um 90° gegeneinander gestellt. Auf der Probefahrt ergab sich bei 525 PS_i, 100 Uml./min und 84 vH Luftleere ein Kohlenverbrauch von 1,5 kg/PS_ih. [M 644]

W. S.

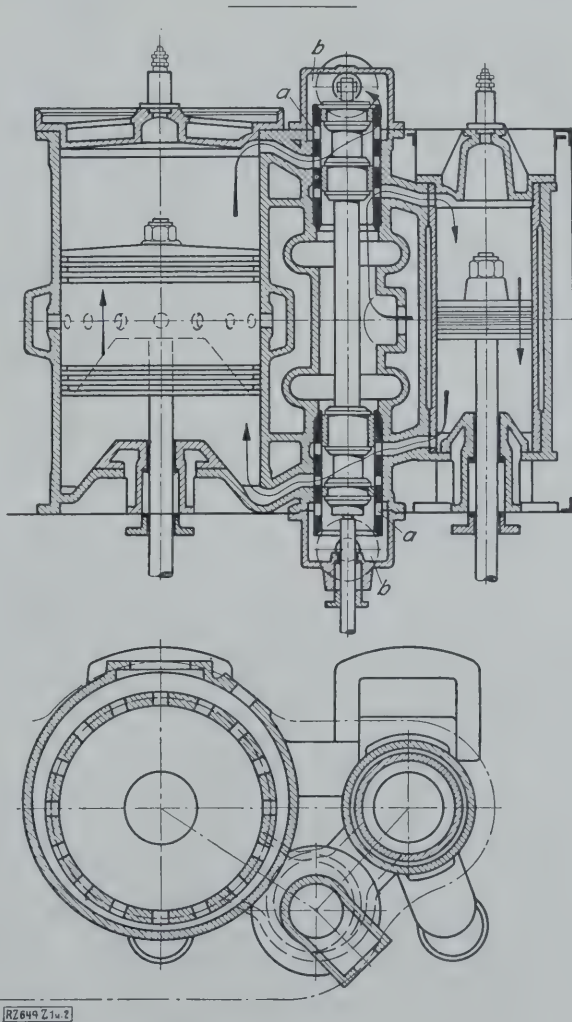


Abb. 1 und 2
Heißdampf-Doppelverbundmaschine
a Schlitze der Schieber einsätze *b* äußerer Schieberaum

¹⁾ Dr.-Ing. C. Commentz, Fortschritte im Schiffsdampfmaschinenbau, „Werft-Reederei-Hafen“ Bd. 8 (1927) S. 149.

Fachsitzung Verbrennungsmotoren

gelegentlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg 1927

Die Fachsitzung fand am 28. Mai unter dem Vorsitz von Prof. Dr.-Ing. Nägel statt und war, wie in früheren Jahren, außerordentlich stark besucht. In einer kurzen Ansprache des Vorsitzenden wurde betont, daß gerade in der Gegenwart die Entwicklung im Maschinenbau, besonders auf dem Gebiete des Verbrennungsmotors, gehemmt werde durch einen gewissen Mangel an Erkenntnis grundsätzlicher Vorgänge, der grundlegender Forschung Erfolg verspreche. Die Bedeutung der Forschung werde vielleicht in der schaffenden Industrie nicht immer genügend gewürdigt. Es sei außerordentlich wichtig, dem neuen Geschlecht von Ingenieuren, das in die Praxis eintritt, wieder neue Erkenntnis mitzugeben, die im Laufe der Jahre den Erfolg zeitigt.

Als erster sprach sodann Prof. R. Stribeck über Versuche auf dem Gebiete der schnelllaufenden Dieselmotoren.

Der Vortrag ist in Z. Bd. 71 (1927) S. 765 erschienen.

Hierauf sprach Prof. P. Langer über

Kritische Betrachtungen über Wertungen von Verbrennungsmotoren.

Der Vortrag ist in Z. Bd. 71 (1927) S. 914 erschienen.

Im Anschluß hieran bestätigte Dir. F. Schultz, daß heute in der Bewertung von Verbrennungsmotoren eine große Verwirrung herrsche und beinahe jedes Werk ein eigenes Verfahren anwende. Um diesem Übelstand abzu- helfen, habe der Verein deutscher Ingenieure vor zwei Jahren die Anregung gegeben, neue Regeln für die Verbrennungsmotoren als Ersatz für die aus dem Jahre 1906 aufzustellen. Wie dringend dies sei, gehe daraus hervor, daß der heute alles beherrschende Dieselmotorenbau erst 1906 begonnen habe.

Bei der Bewertung von Verbrennungsmotoren sind gewisse grundlegende Gesichtspunkte notwendig, die die neuen Regeln geben sollen. Außerdem sind die einzelnen Motorenarten, die sich schwer gemeinsam behandeln lassen, Öl- motoren, Gasmotoren, Schiffsmotoren, Großdieselmotoren, schnelllaufende Motoren, getrennt bearbeitet worden, indem man gemeinsame Grundsätze aufgestellt, aber für jede Gattung noch zusätzliche Erläuterungen gegeben hat; dazu kommen noch Gaserzeuger und Abwärmeverwerter. An die Spitze der Regeln sollen die allgemeinen vertraglichen Bestimmungen und Hinweise auf die Maße gestellt werden. Gewisse Meßverfahren werden besonders empfohlen, so daß in Berichten über Abnahmeversuche darauf verwiesen werden kann. Das waren die Gedanken, die den Unterausschuß bei seinen bisherigen Arbeiten leiteten, und die Arbeiten sind soweit fortgeschritten, daß man sie dem Ausschuß bald vorzulegen hofft.

Die Ausführungen des Langerschen Vortrages zielen darauf hin, die Regeln auch für wissenschaftliche Versuche zu verwenden. Obgleich bei der Aufstellung der Regeln in erster Linie an die Auseinandersetzung zwischen Kunden und Lieferer gedacht war, war es schon vielfach üblich, daß man sich auch bei wissenschaftlichen Arbeiten auf diese Regeln stützte. In den Regeln kann aber nur das Aufnahme finden, was sich im praktischen Gebrauch eingebürgert hat. Die Anregungen des Vortrages seien auch wohl nicht für die in Arbeit befindliche Ausgabe der Regeln bestimmt, sondern sollen einen Weg weisen, wie man weitere Maßstäbe für die Bewertung finden kann, um das Durcheinander im Schrifttum und in den meisten Köpfen zu vermeiden. Wenn die Wissenschaft diesen Mangel beseitigen und feste Grundmaßstäbe schaffen wolle, so sei das zu begrüßen.

Der Einwand, daß der Vergleich mit dem Ottoschen Prozeß eine Utopie sei, weil die danach berechneten Drücke und Temperaturen bei den heutigen Verbrennungsgeschwindigkeiten nie erreichbar wären, sei hinfällig; denn man könne nicht wissen, ob die heute unmöglich scheinenden Werte nicht eines Tages Wirklichkeit werden. Im Dampfkesselbau habe man ähnlich überraschende Erfahrungen gemacht. Ob allerdings der Vergleich mit dem Otto-Prozeß vollen Einblick gewährt und jedem Verbrennungsverfahren Gerechtigkeit widerfahren läßt, muß dahingestellt bleiben. Bei der Bewertung von Dieselmotoren muß man z. B. die verbrennungstechnisch-chemische und die mechanisch-spülungsmäßige Seite auseinanderhalten. Eine so zergliederte Wertung ermöglicht dem Konstrukteur, aus den Ergebnissen der Forschungen die richtigen Schlüsse zu ziehen.

Prof. K. Neumann sprach sodann über

Die Dieselmachine als Kraftfahrzeugmotor.

Die Arbeit ist in Z. Bd. 71 (1927) S. 775 veröffentlicht.

Nach der Mittagspause wurde die Aussprache über Vorträge von Stribeck und Neumann durch Dr.-Ing. dersohn eröffnet. Er erinnerte an das Bild des teiligen Verdichtungsraumes, s. Abb. 1 S. 765.

Die Streitfrage sei, ob der Raum *a*, der „Luftspeicher“ eine Vorkammer sei oder nicht. Man unterscheide zwei Vorkammerverfahren, das heute gebräuchliche mit der Durchström-Vorkammer und einen Vorläufer mit der Rückschlag-Vorkammer. Die Durchström-Vorkammer ist dadurch gekennzeichnet, daß sich die Vorkammer zwischen Einspritzdüse und Hauptbrennraum befindet, also der Brennstoff zunächst durch die Vorkammer strömen muß, bevor er in den Brennraum gelangt. In die Rückschlag-Vorkammer dagegen zunächst ein kleiner Teil des Brennstoffs durch verdichtete Luft mitgerissen und verpufft darin. Die in die Vorkammer eintretende Druckerhöhung kehrt dann die Stromrichtung um, und die Luft strömt aus der Vorkammer in den Brennraum, wobei weiterer Brennstoff zugeführt wird.

Der Acro-Motor verkörpert das Verfahren der Durchström-Vorkammer. Er ist eine selbständige und wertvolle Weiterbildung des Gedankens, den Steinbecker in Z. Bd. 67 (1923) S. 780, jahrelang vergeblich verfolgt hat. Das Acro-Verfahren benutzt eine in den Kolben verlegte Steinbecker-Retorte. Das von Prof. Stribeck verwendete Verfahren sei scharfsinnig, könne aber zu gewissen Tagesschlüssen führen, weil der Wärmeübergang an das Thermoelement von den Strömungen der Maschine beeinflusst wird, insbesondere von dem „Orkan“, der in dem als „Pforte“ bezeichneten Querschnitt herrscht.

Die Ergebnisse der Messungen sind kein Beweis dafür, daß der Acro-Motor das Wesen der Vorkammermaschine nicht berührt; vielmehr lassen sie sich gerade im Sinne der Vorkammer deuten. Dabei ist die wichtigste Frage: wie kommt das Druckgefälle, das die Strömung der Luft aus dem Luftspeicher in die Flamme bewirkt? Eine Druckwelle, die sich vom Zylinder in die Vorkammer fortplant, wird bald abklingen und könnte nicht die Energie haben, während der ganzen Einblas- und Einspritzzeit zu wirken. Vielmehr ist anzunehmen, daß wenigstens zu Beginn des Einspritzvorganges ein kleiner Teil des Brennstoffes in die Vorkammer mitgerissen wird und dort eine, wenn auch nur schwache Verpuffung eintritt, die ein Druckgefälle gegenüber den übrigen Räumen erzeugt.

Die Messungen bestätigen diese Annahme insofern, als der größte Druckunterschied zwischen den Räumen *c* und *a* kurz vor der Totlage eintritt. Dieser erzeugt eine Strömung aus dem Raum *c* in den Raum *a*; wird nun der Brennstoff in Richtung der nach dem Innern des Kolbens gerichteten Luftströmung eingespritzt, so reißt die Luft einen Teil des Brennstoffes mit.

Wird die Maschine von außen angetrieben, so tritt nach den Messungen die höchste Temperatur 60 bis 80 mm unter dem Deckel, d. h. in der Kolbenkammer auf. Da man annehmen muß, daß die Zündung immer dort am leichtesten stattfindet, wo die höchste Temperatur herrscht, so bestärkt dies die Annahme, daß die Zündung zunächst im Kolbenhohlraum eintritt. Das arme Gemisch, das dort verpufft, braucht keine große Druck- und Temperatursteigerung vorzurufen. Beim Indizieren einer Vorkammer findet man, daß das größte Druckgefälle nur rd. 3 at beträgt. Im Acro-Motor rechnet Prof. Stribeck selbst nur mit rd. 1 at. Die damit verbundene Temperatursteigerung ist so unbedeutend (rd. 40°), daß sie in den aufgenommenen Temperaturkurven kaum in der Erscheinung treten kann. Somit stimmen die Ergebnisse der Stribeckschen Versuche geradezu mit der Annahme, daß im Kolbenhohlraum die erste Zündung, verbunden mit Vorkammerwirkung, eintritt.

Hr. Ostwald: Die stroboskopische Temperaturmessung zeigt, daß die Reaktion in der Pforte stattfindet. Es fehlt jedoch der Nachweis, auf welcher Seite der Flamme fläche Sauerstoffüberschuß herrscht. Man braucht aber nur nach dem gleichen Verfahren stroboskopische Gasanalysen durchzuführen, um festzustellen, ob im hohlen Kolben jemals im Raum *c* Sauerstoffüberschuß vorhanden ist.

Geh. Reg.-Rat Büchner: Es ist fraglich, ob bei der geringen Entfernung der Pforte vom Zylinderdeckel die Zeit überhaupt für das Eindringen von Brennstoff in den Kolbenhohlraum ausreicht. Bei der Maschine von Steinbecker liegen ganz andere Maßverhältnisse vor, die man weiteres nicht vergleichbar sind. Der Acro-Motor ist seiner historischen Entwicklung nach eine Maschine mit Druckerstäubung. In diese ist der Hohlraum im Kolben eingegliedert worden, der Luftspeicher genannt wird. Man kann den Acro-Motor als eine Maschine mit Druckerstäubung ansehen, mit einem Verdrängerraum des Kolbens, der die Luft nach dem Kolbeninnern treibt und den Brennstoff im Gleichstrom der Pforte entgegenführt, wobei der Verbren-

raum in dem sogenannten Zündtrichter im Verhältnis Kolbendurchmesser verengt ist und sich daran ein Hohlraum im Kolben anschließt, dessen Wirkung verschieden sein kann. Ob daher jeder Acro-Motor ein Luftspeicher wie der Versuchsmotor ist, läßt sich nicht endgültig entscheiden.

Dir. F. Schultz: Die mitgeteilten Ergebnisse beziehen sich nur auf die Temperaturen; aus diesen allein Rückschlüsse auf verbrannte Brennstoffmengen zu ziehen, scheint ohne weiteres zulässig. In der Kammer a findet die Verbrennung unter gewaltigem Luftüberschuß, in der Pforte b Luftmangel oder unter geringem Luftüberschuß statt. braucht also aus den Versuchen nicht zu folgern, daß weitaus größte Brennstoffmenge oberhalb der Pforte verbrennt. Es ist nicht einzusehen, wie die Flamme in der Pforte aus dem Luftspeicher im Kolben gespeist werden und warum der Druck im Luftspeicher höher als im Zylinder ist. Diese Schlussfolgerung wäre berechtigt, wenn die Verbrennung weiter in den Kolbenhub hineinreichen würde. Druckdiagramme hätten Aufschluß darüber geben können, ob der Motor mit Gleichdruck oder mit abfallendem Druck arbeitet. Bei abfallendem Druck wäre eine Strömung aus dem Raum a begründet.

Prof. Striebeck (als Schlußwort eingesandt): Insofern die Messungen mit feinen Thermoelementen erfolgten und nur aus diesen habe ich auf die Arbeitsweise geschlossen — liegt kein Anlaß vor, an der Richtigkeit der Ergebnisse zu zweifeln. Ich habe diesen Messungen solche mit einem Thermoelement gegenübergestellt und an Abb. 29 S. 30, Z. Bd. 71 (1927) S. 773, erläutert, wie bei dem von einem angetriebenen Motor die Temperatur des trägen Thermoelements mit zunehmendem Abstand vom Deckel zunimmt, obwohl dabei die Gastemperatur an allen Stellen nahezu gleich ist, und daß die Temperaturunterschiede zwischen Thermoelementen lediglich dem Einfluß der Gasströmung zuzuschreiben seien. Indem Dr.-Ing. Modersohn nicht zwischen der Temperatur des trägen Thermoelements und der mittleren Gastemperatur unterscheidet, also den Einfluß der Gasströmungen außer acht läßt, gelangt er zu dem Schluß, die höchste Temperatur herrsche in der Kolbenkammer. Daraus folgert er dann weiter, die Zündung trete im Kolbenhohlraum ein.

Ich will auch die Frage nur streifen, ob eine Retorte der Größe des Luftspeichers beim Acro-Motor (70 vH des ganzen Verdichtungsraums) als Steinbecker-Retorte überhaupt einen Sinn hätte, ob sie deren Zweck erfüllen könnte. Ich will auch nicht auf die Temperatur-Feinmessungen zurückgreifen, sondern einen weiteren Versuch anordnen, der ebenfalls zu dem Schluß berechtigt, daß die Zündung nicht in der Kolbenkammer, sondern im Trichter erfolgt.

Für eine Zündhilfe, bestehend aus einem Glühdraht, der bei niedriger Temperatur des Zylinders und der Ansaugluft ein schnelles Anlassen ermöglichen soll, war die geeignete Lage eindeutig zu machen. Um der Selbstzündung des Gemisches zu vermeiden mit Sicherheit vorzubeugen, verwendete man ein Kühlwasser eine Kältemischung. Die Temperatur, bei der sie den Kühlmantel verließ, betrug zwischen -1 und $+3^{\circ}$. Die Temperatur der Ansaugluft schwankte zwischen 5 und 7° . Der Motor wurde mit der Hand angedreht. Bei den drei Lagen der Glühleiße zwischen Zylinderkopf und Pforte, Abb. 1, stellte sich die Zündung regelmäßig bei der zweiten Umdrehung ein. Lag dagegen die Glühleiße inmitten des Kolbenhohlraums und nahe beim Pleuell, so wurde die Pleuellwelle 14mal gedreht und doch in keinem Fall Zündung erzielt. Es hatte sich also ein schweres Gemisch selbst senkrecht unter der Pforte in der Mitte der Pleuellkammer nicht gebildet. Hiernach dürfte auch die weiteren Erwägungen von Dr.-Ing. Modersohn über die Entstehung des Druckgefälls nicht aufrechterhalten werden können. Sie wären auch unvereinbar mit dem Tem-

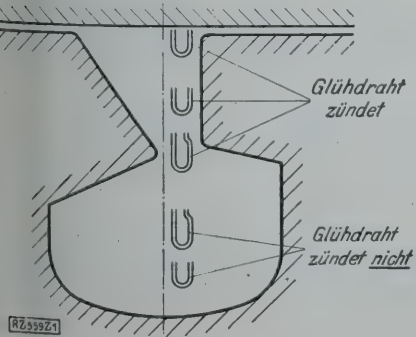


Abb. 1 Versuch mit einer Zündhilfe für niedrige Zylinder-temperaturen im Acro-Motor

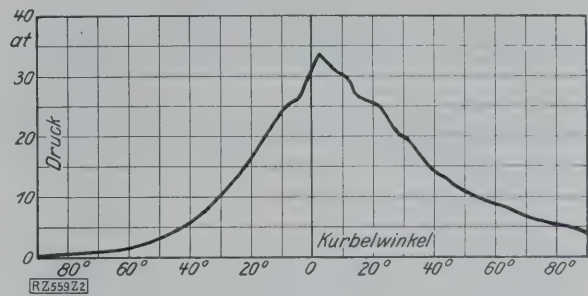


Abb. 2 Verlauf des abfallenden Druckes im Acro-Motor

peraturverlauf über der Meßstrecke, aus dem hervorgeht, daß nach Ablauf des sogenannten Störungsvorgangs die Temperatur oberhalb der Pforte schroff ansteigt. Würde die Verbrennung auch dann noch in die Kammer hineinreichen, so müßte der Temperaturübergang allmählich sein.

Auf die Bemerkung von Dir. Schultz, daß die Flamme im Trichter aus dem Luftspeicher nur gespeist werden könnte, wenn die Verbrennung weiter in den Kolbenhub hineinreichen und die Maschine mit abfallendem Druck arbeiten würde, ist zu sagen, daß beides tatsächlich der Fall ist. Über die Ausdehnung der Verbrennung geben die Temperatur-Diagramme, Abb. 9 u. f., Z. Bd. 71 (1927) S. 767 u. f., Aufschluß. Den Abfall des Drucks zeigt beistehendes Druckdiagramm, Abb. 2.

Dr.-Ing. L. Richter sprach dann noch über

Probleme der Zündermotoren für flüssige Brennstoffe.

Der Vortrag wird demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

Prof. P. Meyer erwähnte im Anschluß hieran Versuche von Dr. J. van Dorp¹⁾, die das Ziel hatten, die Genauigkeit der Bestimmung des Luftüberschusses mittels der chemischen Gasanalyse nachzuprüfen. Diese wurden derart durchgeführt, daß man den ganzen Vergaser einschloß und mit zwei Luftzuleitungen versah; die eine kam von außen, die andere von einem Druckluftkessel. Nachdem der Automobilmotor Beharrungszustand erlangt hatte, schloß man die von außen kommende Leitung und öffnete die aus dem Kessel gespeiste Leitung so weit, daß in der Umhüllung des Vergasers der gleiche Druck herrschte, wie bei Betrieb mit der anderen Leitung. Aus dem Druckverlust des Kessels konnte man dann die verbrauchte Luftmenge bestimmen. Die Versuche ergaben, daß die chemische Analyse auf Kohlensäure und Sauerstoff zur Bestimmung des Mischungsverhältnisses nur so lange zuverlässig ist, als man mit Luftüberschuß arbeitet. Da die Automobilmotoren zumeist nicht mit Luftüberschuß, sondern mit Brennstoffüberschuß arbeiten, so hat die Gasanalyse nur beschränkten Wert.

Prof. Dr.-Ing. M. Jakob erwähnte sodann kurz die spektroskopischen Beobachtungen am Zündraum von Motoren als Mittel zur Aufklärung des Klopfens, vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1000.

Dr.-Ing. J. Sauter berichtete über Messungen der von Spritzvergasern gelieferten Zerstäubung im Laboratorium für technische Physik der Technischen Hochschule München. Mit dem im Forschungsheft 279 und Z. Bd. 70 (1926) S. 1040 beschriebenen Verfahren wurde die Feinheit der Zerstäubung bei verschiedenen Betriebsbedingungen und besonders auch der an der Wand der Gemischleitung entstehende flüssige Niederschlag beobachtet. Von den vier Vergasern waren zwei neuzeitliche Vergaser mit Mehrfachzerstäubung für Schweröl.

Die Versuche haben ergeben, daß die Feinheit der Zerstäubung in sehr hohem Maße von der Luftgeschwindigkeit in der Luftpfeife, d. h. vom Unterdruck in der Gemischleitung abhängt. Am ungünstigsten war die Zerstäubung von Petroleum in dem einen Benzolvergaser, am besten nicht die in den Schwerölvergasern, sondern die in einem einfachen Spritzvergaser, der nur aus einer Luftpfeife und einer senkrecht zu ihrer Achse gestellten Brennstoffpfeife besteht. Bei 20 mm Q.-S. Unterdruck in der Gemischleitung betrugen für die drei letzten Vergaser die mittleren Tröpfchenhalbmesser von Petroleum 0,023 bis 0,033 mm, bei 100 mm Q.-S. betrugen sie 0,005 bis 0,0075 mm und bei 200 mm Q.-S. 0,003 bis 0,005 mm. Die Zerstäubung ist also bei hohen Unterdrücken sehr fein.

Bei niedrigem Unterdruck schlugen sich aus dem Gemisch über 50 vH der zerstäubten Brennstoffmenge flüssig an den Wänden einer 40 cm langen, wagerechten Gemisch-

¹⁾ De analyse der outlaatgassen voor de bepaling van het luchtverbruik van een automobielmotor. Diss. Delft 1925.

leitung nieder. Bei geeigneter Luftdüse und hoher Luftgeschwindigkeit ging dieser Anteil auf wenige vH der zerstäubten Flüssigkeitsmenge zurück. Die Weite der Gemischleitung hatte dabei verhältnismäßig geringen Einfluß, wohl aber die Weite der Luftdüse. Zu enge Luftdüsen ergeben schlechtere Zerstäubung. Innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen übte auch das Mischverhältnis und die Menge der Zusatzluft (Bremsluft) keine merkliche Wirkung auf die Zerstäubung aus.

Neuartige selbsttätige Feineinstellung für Aufzüge

Selbst bei sehr langsamlaufenden Lasten- und Personenaufzügen bietet das genaue Anhalten des Fahrkorbes an den einzelnen Haltestellen Schwierigkeiten. Die Schwierigkeiten wachsen erheblich, sobald die Fahrgeschwindigkeit der Aufzüge größer wird und die Belastungen verschieden sind, so daß der Fahrkorb entweder zu hoch oder zu tief hält und infolgedessen das Ein- und Ausfahren von Wagen mit Lasten unter Umständen unmöglich ist. Vielfach wird das ungenaue Anhalten des Fahrkorbes an den Haltestellen auch durch Längung der Seile beim Beladen und Verkürzung beim Entladen des Fahrkorbes hervorgerufen. Bei Personenaufzügen sind die Unterschiede beim Anhalten an den einzelnen Geschossen meist so groß, daß bei Nichtbeachtung dieser Stufen beim Ein- und Aussteigen häufig Unfälle vorkommen.

In die in Z. Bd. 69 (1925) S. 1396 beschriebene Treibscheiben-Aufzugmaschine ist neuerdings eine selbsttätige Feineinstellung eingebaut, die den erwähnten Übelständen abhelfen soll, Abb. 1 bis 4.

Die Treibscheibe oder Seiltrommel der Aufzugmaschine besteht aus zwei Teilen, und zwar einem festen Teil *a*, der mit der Trommelwelle *b* fest verbunden ist, und einem beweglichen, drehbaren Teil *c* zur Aufnahme der Tragseile, der auf dem festen Teil *a* gelagert ist. Der drehbare Teil hat im Innern zwei gefräste Zahnkränze *d* mit Innenverzahnung. In diese beiden Zahnkränze greifen zwei gefräste Zahntriebe *e* ein, auf deren Wellenende ein Schneckenrad *f* mit gefrästen Zähnen befestigt ist. Mit diesem Schnecken-

rad arbeitet eine selbstsperrende Schnecke *g*, auf deren Wellenende wiederum ein gefrästes Bronzeschneckenrad *h* befestigt ist. Dieses steht in Verbindung mit einer mehrgängigen Schnecke *i*, die im Ölbad läuft; *i* ist mit einem Hilfsmotor *k* von rd. 1,2 PS und 1280 Uml./min elastisch verbunden. Der Motor *k* ragt zu $\frac{3}{4}$ in den feststehenden Teil *a* hinein und ist mit diesem fest verschraubt. Der Hilfsmotor *k* erhält seinen Strom von einem Schleifring *l*, der auf der Trommelwelle *b* befestigt ist. Die Sperre zwischen dem drehbaren Teil *c* und dem auf der Trommelwelle *b* befestigten Teil *a* übernimmt das Schneckenrad *f*, so daß beim normalen Lauf der Maschine beides ein Ganzes bildet.

Während der Fahrt des Aufzuges läuft das Gehäuse mit der Trommelwelle *b* um. Erhält der Hilfsmotor *k* Strom, was auch während der Bewegung des Hubmotors der Fall sein könnte, so dreht sich der drehbare Teil *c* auf dem Teil *a*. Er kann sich im Sinne des Hubmotors bewegen, kann aber auch dem Hubmotor entgegenarbeiten, so daß mit dieser Einrichtung unter Umständen dem Aufzug eine zusätzliche Geschwindigkeit gegeben oder aber eine Verzögerung erreicht werden kann. Mit Rücksicht auf die geringe Geschwindigkeit, die der Hilfsmotor *k* dem Fahrkorb verleiht, und mit Rücksicht auf die selbstsperrende Schnecke *g* ist ein Abbremsen des Hilfsmotors nicht erforderlich. Der gesamte mechanische Teil der Feineinstellung ist vollkommen innerhalb der Treibscheibe von 800 mm Dmr. untergebracht. Die übrigen elektrischen Teile befinden sich im Aufzugsschacht und bestehen in der Hauptsache aus einem Stromwender, der auf dem Fahrkorb *m*, Abb. 5 und 6, befestigt wird, den Stockwerk-Schaltkurven und einem Magneten *n*, der die Stockwerk-Schaltkurven *o* betätigt. Die Steuerorgane des Hubmotors *p*, der die Aufzugmaschine antreibt, sind derart eingestellt, daß sie bereits vor der Haltestelle den Motor abschalten.

Der Arbeitsvorgang der Feineinstellung ist folgender: Der Magnet *n* wird stromlos, sobald die Steuerung abschaltet; er gibt dann das Gewicht *q* frei und schließt dabei am Kontakt *r* den Stromkreis der Hilfssteuerung. Gleichzeitig werden durch das Zugseil *s* die Stockwerk-Schaltkurven *o* eingelegt. Die Stellung der Schaltkurven zu dem Haltepunkt des Fahrkorbes *m* bedingt, daß je nach der Einfahrtrichtung des Fahrkorbes ein Rollenhebel *c* oder *d* des auf dem Fahrkorb angeordneten Stromwenders, Abb. 7 bis 9, auf der Kurve aufläuft und den Hilfsmotor einschaltet, so daß der Fahrkorb mit verringerter Geschwindigkeit, ohne vorher zum Stillstand zu kommen, nach im Haltepunkt weiter fährt. Beim Abfließen des eingeregulierten Rollenhebels von der Kurve wird der Hilfsmotor *k*, Abb. 2, stillgesetzt. Die Rollenhebel liegen stets schaltbereit an den Stockwerk-Schaltkurven *o*, Abb. 5, an. Sie stehen mit einem Schaltgerät *a*, Abb. 7, in Verbindung, das den Hilfsmotor vor- und rückwärts steuert. Das Zwischenglied *b* stellt die Abhängigkeit beider Rollenhebel her. Tritt beim Entladen des Fahrkorbes eine Entspannung der Tragseile ein, so

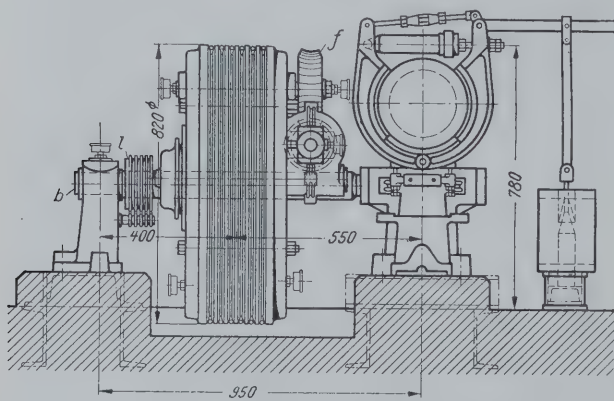


Abb. 1 und 2

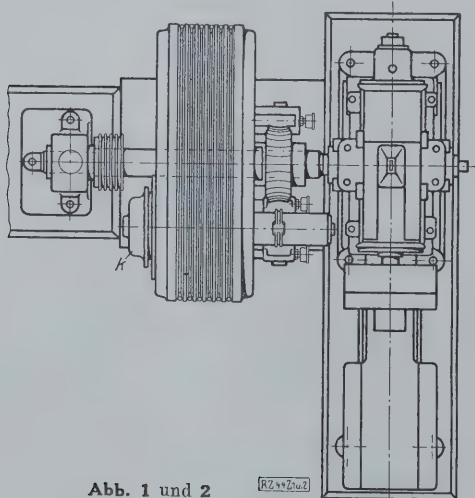


Abb. 3 und 4

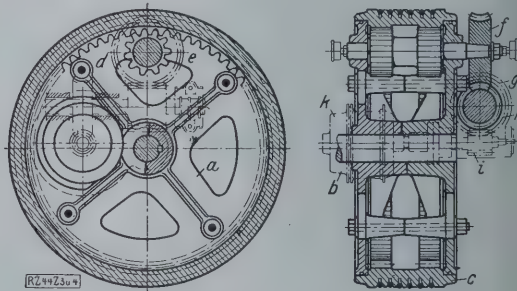


Abb. 5 und 6

Trommel der Treibscheiben-Aufzugmaschine
a fester Teil der Treibscheibe *b* Trommelwelle *c* drehbarer Teil der Treibscheibe *d* Zahnkränze *e* Zahntriebe *f* Schneckenrad *g* selbstsperrende Schnecke *h* Bronzeschneckenrad *i* mehrgängige Schnecke *k* Hilfsmotor *l* Schleifring

Abb. 1 bis 4. Aufzugmaschine mit Treibscheiben-Feineinstellung

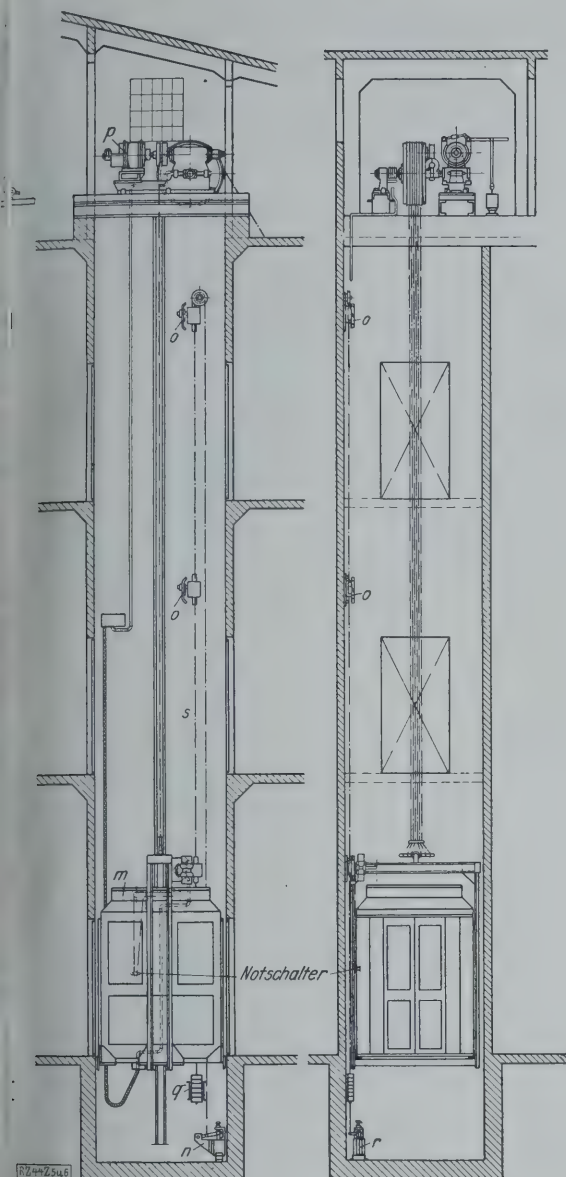


Abb. 5 und 6

Anordnung der Feineinstellung bei Aufzügen

Fahrkorb *n* Magnet zum Betätigen der Stockwerk-Schaltkurven *o*
Hubmotor *q* Gewicht *r* Kontakt für den Stromkreis der Hilfs-
steuerung *s* Zugseil zum Einlegen der Stockwerk-Schaltkurven

ändert sich die Stellung des Fahrkorbes zur Haltestelle.
Infolgedessen wird von der Schaltkurve ein Druck auf
die Rolle *d* ausgeübt, die auf der Kurve aufläuft und den
Hubmotor auf „Abwärts“ einschaltet. Der Hilfsmotor
läuft so lange unter Strom, bis der Fahrkorb den ge-
richteten Haltepunkt wieder erreicht hat, der durch das An-
kommen der Rollen *c* und *d* an den Anlaufstellen der Stock-
werk-Schaltkurven bedingt ist.

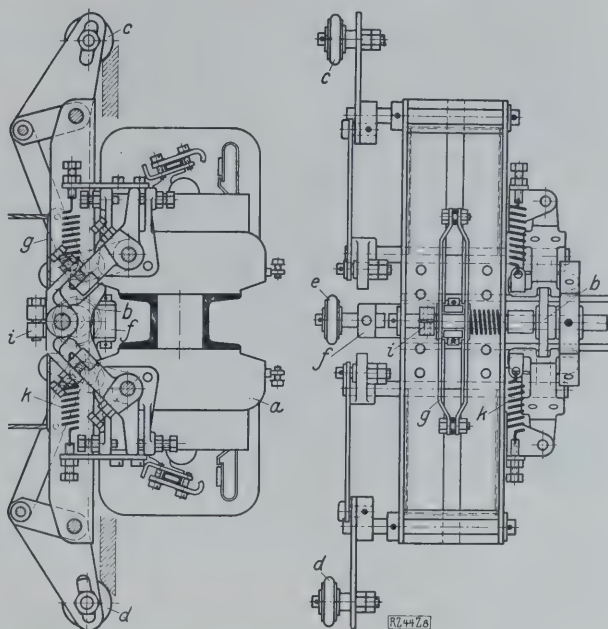
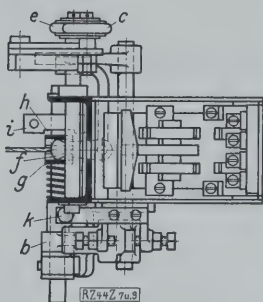


Abb. 7 bis 9
Stromwender

a Schaltgerät
b Zwischenglied
c, d Rollenhebel
e Mittelrolle
f Gabelstück zur Lagerung von *e*
g Seilhebel
h Nut des Mitnehmers *i*
k Federung



Die Feineinstellung liegt in einem besonderen Strom-
kreis und ist von der Steuerung unabhängig. Der Haupt-
motor wie auch der Feineinstellungsmotor liegen in voll-
kommen getrennten Stromkreisen. Infolgedessen kann die
Feineinstellung bei jeder Steuerungsart angewendet werden.
Bei Störung am Hauptmotor oder an der Steuerung läßt sich
der Aufzug auch mit der Notsteuerung benutzen.

Mit dieser Feineinstellung ist noch eine weitere nüt-
zliche Einrichtung verbunden. Wenn bisher der Fahrkorb
durch irgendeine Ursache, z. B. Durchbrennen der Hub-
motorsicherungen, zwischen zwei Haltestellen stehen blieb,
war keine Möglichkeit, vom Fahrkorb aus bis zur näch-
sten Haltestelle zu gelangen. Entweder mußte man mit
fremder Hilfe durch Drehen der Maschine von Hand bis
zur nächsten Haltestelle fahren, oder wenn niemand zu
erreichen war, durch die Fahrkorbdecke bis zur nächsten
Schachttüre zu gelangen versuchen, was meist sehr schwie-
rig, teilweise unausführbar ist. Die neue Einrichtung
(Notsteuerung) hat es ermöglicht, daß man durch Bedienung
eines kleinen Handhebels im Fahrkorb ohne weiteres bis
zur nächsten Haltestelle mit Hilfe des Hilfsmotors fahren
kann. Ein Weiterfahren über die nächstgelegene Haltestelle

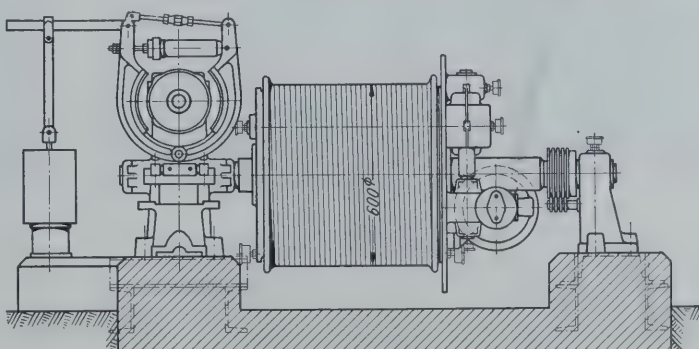
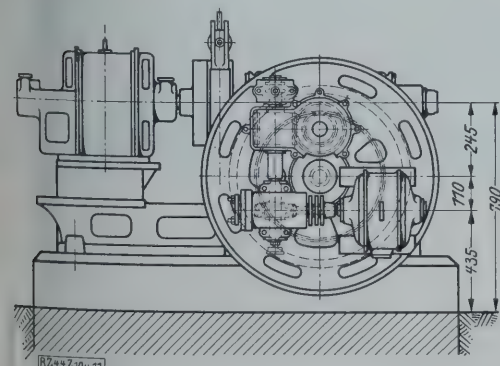


Abb. 10 und 11

Aufzugmaschine mit Trommel-Feineinstellung

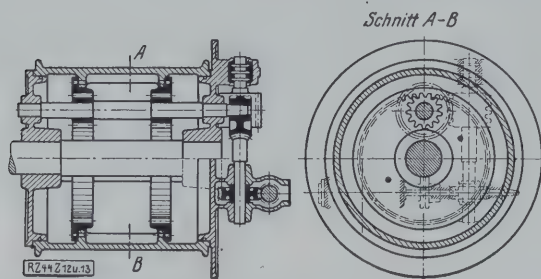


Abb. 12 und 13
Trommel der Aufzugmaschine mit Trommel-Feineinstellung

hinaus ist nicht möglich, wie auch eine Betätigung der Notsteuerung im Fahrkorb während der normalen Fahrt wirkungslos ist. Mit dem im Fahrkorb angeordneten Handgriff kann der Hilfsmotor beim Versagen der Hauptsteuerung in Gang gesetzt werden. Für das selbsttätige Abschalten sorgt die betreffende Stockwerkskurve. Sie legt sich gegen eine Mittelrolle *e*, die an einem Gabelstück *f* gelagert ist, und rückt den Seilhebel *g* aus der Nute *h* des Mitnehmers *i*. Nach dem Ablauf der Schaltrolle *d* wird der Motor stromlos und stellt den Fahrkorb derart am Halte-

punkt ein, daß beide Rollen *c* und *d* in ihrer Nullstellung die durch Federung *k* erreicht wird, an den Enden der Kurve *o* anliegen, Abb. 5 und 6. Am Haltepunkt ist es unmöglich, den Aufzug am Handgriff der Notsteuerung in Abb. 5 und 6, in Gang zu setzen, da an der Haltestellung der Schalter nicht mehr über die Kurven *o*, Abb. 5 und 6, in Eingriff mit dem Stromwender steht. Eine weitere Erhöhung der Sicherheit wird durch das Zwischenglied in Abb. 7, erreicht. Dieser Teil des Stromwenders zwingt den Haltepunkt des Fahrkorbes die jeweilige Schaltrolle in die Nullstellung zurück. Beim Einschalten des Hauptmotors hebt zur gleichen Zeit der Magnet *n*, Abb. 5 und 6, das Gewicht *q* an. Am Kontakt *r* ist die Hilfssteuerung unterbrochen. Das Zugseil *s* legt mit Hilfe der Kniegelenke die Kurven *o* in die Anfangsstellung zurück, wodurch ein gehindert Durchfahren des Fahrkorbes ohne Einwirkung auf die Rollenhebel erreicht wird.

Diese Einrichtungen wurden von der Firma Urr Liebig, Akt.-Ges., Leipzig-Plagwitz, ausgeführt. In der gleichen Weise werden auch Trommelmaschinen mit Feineinstellungen ausgeführt. Wie aus Abb. 10 bis 12 zu ersehen ist, liegt bei der Trommelmaschine mit Feineinstellung das ganze Triebwerk außerhalb der Trommel. Die Triebwerkteile sind die gleichen wie bei der Treibschnecken Aufzugmaschine. Die Einrichtung läßt sich ohne Schwierigkeiten auch bei bereits bestehenden Anlagen einbauen. Leipzig [M 44] Obering. Ph. Giehl

Modellschleppversuche im Wellengang

Bis jetzt hat man in den Schiffbau-Versuchsanstalten alle Versuche im glatten Wasser ausgeführt. Da die Seeschiffe zumeist im Wellengang fahren, wobei sie ganz andern hydrodynamischen Voraussetzungen begegnen, sind die am Modell gewonnenen Werte nicht ohne weiteres übertragbar.

Für den Reeder ist aber die erreichbare mittlere Reisegeschwindigkeit äußerst wichtig; zum Ausgleich des Geschwindigkeitsabfalls im Seegang bestimmt man daher beim Versuch die Maschinenleistung von vornherein für eine höhere Geschwindigkeit. Dieser Verlust an Geschwindigkeit hängt in erster Linie von der Schiffsform ab, so daß der notwendige Leistungszuschlag bei jedem Schiff verschieden ist. Für die Wirtschaftlichkeit ist anzustreben, daß die Maschinenleistung den Anforderungen genügt, ohne daß eine übermäßige Reserve vorhanden ist. Es ist daher wichtig, das bisherige Abschätzen dieses Zuschlages durch eine genauere Bestimmung zu ersetzen.

Um die Modelle im Seegang untersuchen zu können, hat die Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt einen Wellenerzeuger, Abb. 1, in Betrieb genommen. Durch Auf- und Niedergehen des Tauchkörpers werden die Wellen erzeugt, die wegen der besonderen Formgebung, Abb. 2, nur auf der vorderen, unten abgerundeten Seite entstehen. Der Körper wird an drei Stellen senkrecht geführt und durch einen Motor über ein Zahnradgetriebe, zwei Kurbeln und Pleuelstangen angetrieben. Der Kurbelhalbmesser ist von 0 bis

25 cm verstellbar, damit man die im Fahrtbereich des Schiffes auftretenden Wellen im Modellmaßstab erzeugen kann. Beim größten Hub von 50 cm beträgt die Wellenhöhe 30 cm bei 5 m Länge. Die Wellenperiode wird durch die Umfahrgeschwindigkeit des Tauchkörpers bestimmt. Die Umfahrgeschwindigkeit wird durch die Umfahrgeschwindigkeit des Tauchkörpers bestimmt. Die Umfahrgeschwindigkeit wird durch die Umfahrgeschwindigkeit des Tauchkörpers bestimmt.

Außer der genauen Ermittlung der Widerstands- und Geschwindigkeitsverhältnisse im Wellengang ist die Bestimmung der Eigenschwingung eines Schiffes wesentlich. Die Übereinstimmung der Stampf- und Tauchschwingung mit der Wellenperiode treten besonders hohe Beanspruchungen der Schiffverbände auf. Durch entsprechende Verteilung der Trimmgewichte beim Modell kann man in der Trägheitsmoment dem Trägheitsmoment des Schiffes nach dem Ähnlichkeitsgesetz angleichen. Ergibt sich daher im Versuch eine Übereinstimmung zwischen der Eigenschwingung und der Wellenperiode, so hat man nunmehr einen Anhalt, um diese Übereinstimmung beim Entwurf des Schiffes durch Änderung der Gewichtverteilung zu vermeiden.

Die Versuchseinrichtung der Hamburger Versuchsanstalt durch den Wellenerzeuger wesentlich bereichert worden. Die Versuchstechnik paßt sich immer mehr den wirklichen Verhältnissen an und ermöglicht, die für den Entwurf eines wirtschaftlichen Schiffes wichtigen Größen genau zu bestimmen. [M 689] Luchsing



Abb. 1
Wellenerzeuger über der kleinen Schlepprinne
Die Wellen entstehen auf der im Bild ersichtlichen Seite gleichmäßig über die ganze Breite und laufen über die ganze Länge bis zum Ende der beiden hintereinander liegenden Schlepprinnen.

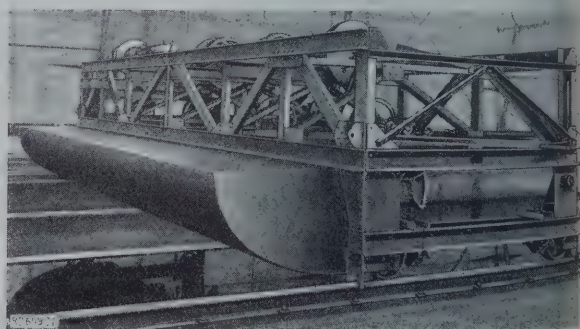


Abb. 2
Tauchkörper um 90° gedreht für die Durchfahrt der Modelle
Der an einer Führungsschiene sitzende Zahnbogen und der Handkurbelantrieb zum Drehen des Tauchkörpers sind rechts auf dem Bild ersichtlich.

R U N D S C H A U

Wasserkraftanlagen

Die Speicherpumpenanlage des Tremorgio-Kraftwerkes

Das Anfang des Jahres 1925 dem Betrieb übergebene Zentralkraftwerk Tremorgio der Officine Elettriche Ticinesi in Bodio (Schweiz), einem Unternehmen der Motor-umbus A.-G. in Baden, wurde im vergangenen Jahr der Einbau eines Speicherpumpensatzes von ungewöhnlichen Ausmaßen vergrößert. Dieser Pumpensatz ist dazu, das Wasser des Tessin etwa 900 m hoch in den Stausee des Gotthards über 1800 m hoch liegenden Tremorgio zu pumpen und mittels der Turbine zu Zeiten des hohen Strombedarfs wieder auszunutzen.

Der Pumpensatz wurde von der Firma Escher, Wyß & Cie., Zürich, für eine größte Arbeitsaufgabe von 13 600 PS ausgeführt. Der Konstrukteur sah hierbei vor eine vollständig neue Aufgabe gestellt, da die Pumpen für eine manometrische Förderhöhe von 920 m bis nur für relativ kleine Leistungen gebaut worden waren. Wegen der hohen Werkstoffbeanspruchungen der Konstruktion und die Gewichtsgrenzen, die durch die Tragfähigkeit des vorhandenen Krans von höchstens 30 t gezogen waren, war die Ausnützung der ganzen Leistung in einer einzigen Pumpe als unzweckmäßig erscheinen. Eine Unterteilung der Leistung auf zwei Pumpen war auch deswegen notwendig, weil die jeweils zur Verfügung stehende elektrische Energiemenge bedeutenden Schwankungen unterliegt, die Bedingung gestellt wurde, daß auch bei einer relativ kleinen elektrischen Leistung ein guter Wirkungsgrad erzielt werden müsse.

Die gegebene Lösung war unter diesen Verhältnissen die, daß an den bestehenden Turbinen-Stromerzeugersatz ein Pumpen- und ein Turbinen-Generator angebaut wurde, das die Energie mittels zweier Pumpen auf zwei Turbinen überträgt. Diese Anordnung ermöglicht den gleichen Pumpenwirkungsgrad bei Halbelast wie bei Vollast, bietet eine gute Zugänglichkeit der Turbinen und hat den weiteren Vorteil, daß stets eine Ausnützung für die halbe Leistung vorhanden ist.

Die Haupttriebwellen sind mittels einer bei Stillstand ein- und einrückbaren elastischen Kupplung mit der mit 1000 Uml./min. laufenden Turbinenwelle verbunden. Die Pumpenwellen laufen mit 1000 Uml./min. und zwar ist die eine Pumpe mit einer leicht auskuppelbaren elastischen Kupplung, die andere mit einer im Betrieb aus- und einrückbaren elektromagnetischen Kupplung angeschlossen.

Die Pumpen sind für je 410 l/s Förderleistung bei einer manometrischen Förderhöhe gebaut. Das Wasser wird aus einer durch eine Betonrohrleitung vom Tessin gespeisten Saugkammer entnommen, der eine Sandabscheideanlage und ein Klärbecken vorgebaut sind.

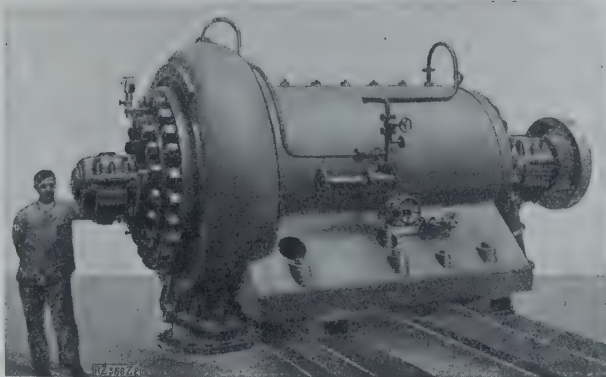


Abb. 2

Äußerer Aufbau einer der beiden neunstufigen Pumpen für das Tremorgio-Kraftwerk

Die Saugleitungen enthalten keine Rückschlagventile, die Pumpen werden daher vor der Inbetriebnahme mit Wasserstrahlektoren entlüftet. Die Druckleitungen, die an die Turbinenleitung anschließen, sind mit je einem mittels Druckwasser gesteuerten Regulierring und einer Rückschlagklappe von besonderer Bauart ausgerüstet, die keine unzulässigen Druckstöße beim Außerbetriebfallen des Umformersatzes entstehen läßt. Durch zahlreiche Abschaltversuche bei den verschiedensten Belastungen wurde festgestellt, daß diese Organe im Betrieb gut arbeiteten. Während des Anlaufens der Pumpen gegen die geschlossene Druckleitung werden selbsttätig gesteuerte Leerlaufschieber geöffnet, damit die Maschinen sich nicht erwärmen. Das Getriebe und die Pumpenlager werden von einer im Keller-raum angeordneten zentralen Ölversorgungsanlage aus selbsttätig geschmiert.

Der konstruktive Aufbau der Pumpen geht aus Abb. 1 hervor. Das Wasser tritt auf der Antriebsseite ein und der Axial Schub der neun einseitig beaufschlagten Laufräder wird durch die hydraulische Escher-Wyß-Entlastung aufgenommen. Diese besteht aus einer am letzten Laufrad angebauten gleichbleibenden äußeren und einer veränderlichen inneren Drosselstrecke. Durch die letztere tritt ein Teil des Spaltwassers der letzten Druckstufe ins Freie über und beeinflußt den Druck in der Kammer zwischen den beiden Drosselstrecken derart, daß der Axial Schub des Laufrades aufgehoben wird. Den äußeren Aufbau der Pumpen zeigt Abb. 2.

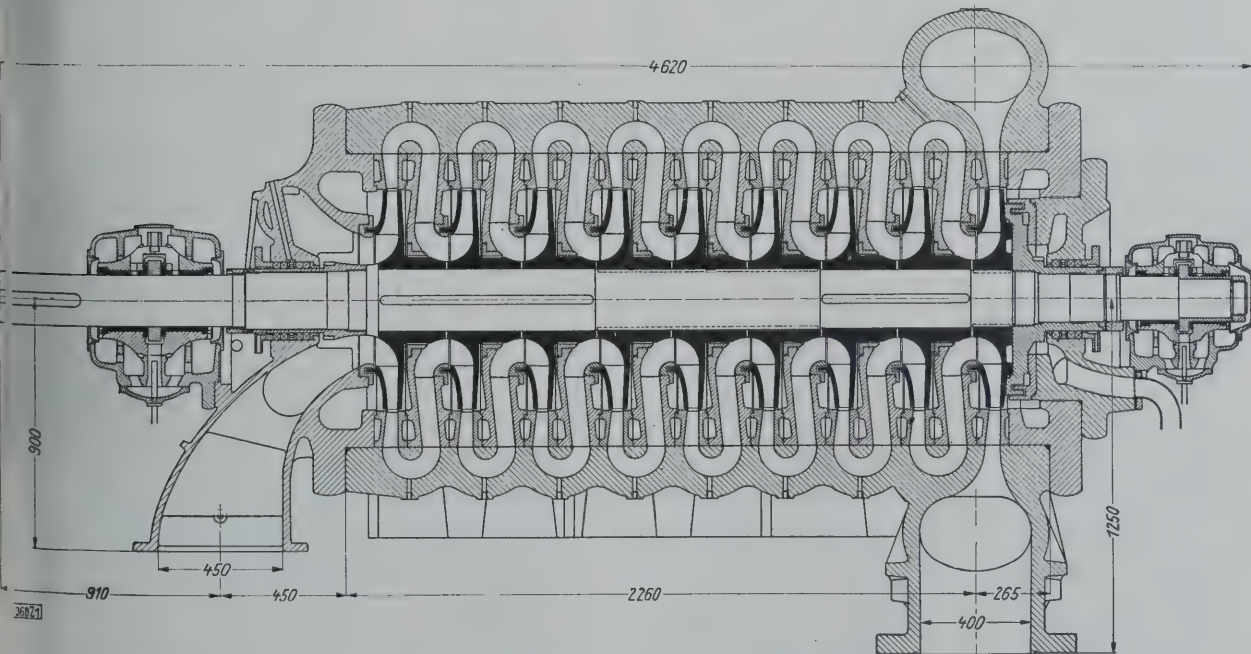


Abb. 1

Hochdruckpumpe für 410 l/s Fördermenge bei 920 m manometrischer Förderhöhe und 1000 Uml./min für das Tremorgio-Kraftwerk

Die Anlage wurde in der außerordentlich kurzen Zeit von sechs Monaten gebaut und im Sommer 1926 in Betrieb genommen. Sie hat den gehegten Erwartungen voll entsprochen, und bei der kürzlich vorgenommenen Nachprüfung waren die Innenteile der Maschinen trotz eines angestrengten Betriebes, während dessen rd. 4 Mill. m³ gefördert wurden, einwandfreiem Zustand. [M 368]

Zürich

Kühne

Werkzeugmaschinen

Schwere Großdrehbank von 1500 mm Spitzenhöhe

Der Bau von Großdrehbänken stellt an den Konstrukteur nicht nur die Anforderung, diese Maschinen zu hoher Leistungsfähigkeit in bezug auf Spandicke im Rahmen der vorgeschriebenen Hauptabmessungen zu entwickeln, sondern er stellt ihm auch die Aufgabe, die Bedienung dieser oft riesigen Maschinen so leicht wie möglich zu gestalten. Während man früher beispielsweise die Supporte wegen ihres hohen Gewichtes nur schwer an den Betten verschieben konnte, ist man heute längst zur maschinellen Verstellung übergegangen. Heute werden die Motoren durch einen leichten Fingerdruck ein- und ausgeschaltet, früher mußte sich der Dreher zwecks An- oder Abstellens des Motors zum Anlasser an den Spindelstock begeben.

Eine mit den neuesten Verbesserungen ausgestattete Drehbank der Firma Schieß-Defries A.-G., Düsseldorf, ist in Abb. 3 bis 7 veranschaulicht. Sie hat 1500 mm Spitzenhöhe und 13 m Spitzenweite und ist mit einem Doppelbett von 2800 mm Gesamtprismabreite ausgestattet.

Allgemeine Bauanordnung. Auf den vorderen Bettwangen gleiten zwei Supporte, auf den hinteren Wangen führt sich ein besonderer Kurbelwellensupport, dessen schmales Oberteil aus Stahlguß angefertigt ist. Der Reitstock ist auf der hinteren Bettbahn verschiebbar, Abb. 4, während der Spindelstock, Abb. 4, am linken Bettende feststehend angeordnet ist.

Zum Antrieb dient ein am Spindelkasten angebrachter regelbarer Gleichstrom-Nebenschlußmotor von 40 PS mit 300 bis 900 Uml./min, der nach Einschalten einer Rutschkupplung das Rädergetriebe derart betätigt, daß entweder vom Motorritzel über doppelte Rädervorgelege ein auf der Hauptspindel (neben deren hinterem Lager) sitzendes Rad oder der mit der Planscheibe fest verschraubte Stahlzahnkranz mit Innenverzahnung angetrieben wird. Dieser letzte Antrieb erfolgt über mehrere Rädergruppen und Kupplungen auf das Zahnkranzritzel. Mit dieser Anordnung werden folgende Drehzahlen erzielt:

1. Rädergruppe	26,4 bis 79,2 Uml./min
2. "	9,07 " 27,2 "
3. "	3,26 " 9,78 "
4. "	1,02 " 3,06 "
5. "	0,37 " 1,1 "

Die Hebel *a* bis *c* und Handrad *d*, Abb. 4, dienen zur Einstellung dieser Geschwindigkeiten, gegenläufige Geschwindigkeiten können nicht eingerückt werden.

Die aus bestem Schmiedestahl hergestellte, durchbohrte Hauptspindel ist in nachstellbaren zylindrischen Lagern aus Phosphorbronze sicher geführt und hat im Vorderlager 350 mm Dmr. bei 520 mm Lagerlänge, im rückwärtigen Lager einen solchen von 235 mm bei 365 mm Lagerlänge. Die Hauptlager werden durch breite, viel Öl fördernde Schmierringe gesichert, die Antriebswellen und deren Lagerungen von einem Zentraldrucköler, Abb. 3 links oben, der den einzelnen Schmierstellen zwangsläufig reichliche Ölmengen zuführt.

Die gut verrippte, breitgehaltene Planscheibe 2520 mm Durchmesser trägt vier verschiebbare Klappen mit stählernen Spannklaue, die durch schwere Schenkelbündeln verstellbar sind. Die Spindeln werden in den gehobelten T-Schlitten geführt; die Klappen sind durch eingelegte Querkeile gegen Verschieben gesichert. Der Drehen auftretende axiale Druck wird durch besonders tiefe, an der Innenseite des hinteren Lagers befindliche Kugellager aufgenommen. Der Spindelkasten hat eine Länge von 2400 mm, die Hauptspindel ist über das hintere Lager hinaus zwecks Aufnahme einer Gegengewichtsscheibe mit Auswuchtgewichten verlängert, die notwendig werden, wenn unrunde Werkstücke, wie z. B. Kurbelwellen, bearbeitet sind. Am Spindelkasten sind zwecks bequemer Bedienung Arbeitsbühnen vorgesehen; auf seiner Rückseite befindet sich noch eine Schrägleiter, die zu der oberen Bettbahn für die Motorbedienung führt.

Die Supporte. Die Verschiebung der Supporte wird von dem hinteren Ende der Zahnkranz-Ritzelwelle, von der auf dieser Welle sitzenden schnellaufenden Spindelhülse abgenommen. Ein auf der Welle sitzendes loses Zahnrad kann nach Bedarf mit der Welle oder mit der Hülse durch Klauenkupplung verbunden werden; im ersten Fall wird die Schaltbewegung, im letzten die maschinelle Schaltbewegung eingerückt. Hebel *e*, Abb. 4, dient zur Betätigung der Kupplung; da diese hierbei nur mit der Welle oder der Hülse verbunden werden kann, ist ein gleichzeitiges Einrücken beider Bewegungen von selbst ausgeschlossen. Ein durch Kupplung wechselweise einrückbares Rädergetriebe treibt die beiden, längs der Vorder- und Hinter-

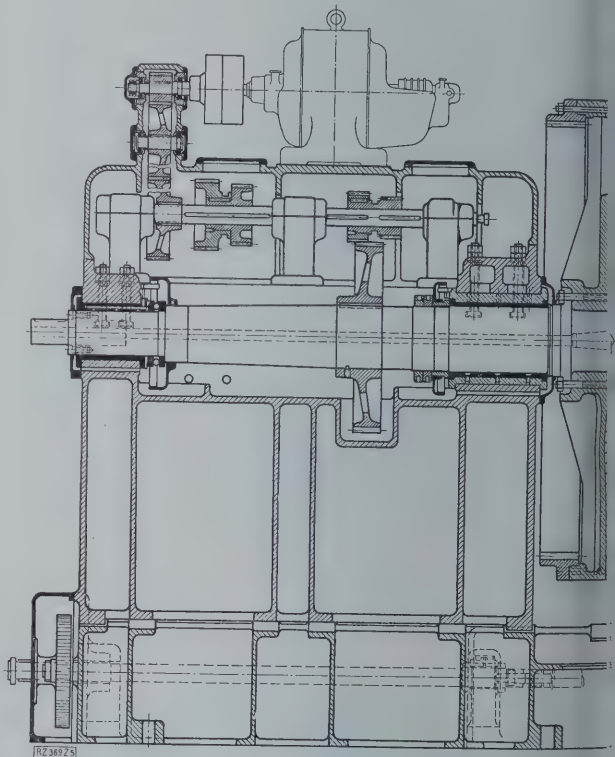


Abb. 7. Spindelstock

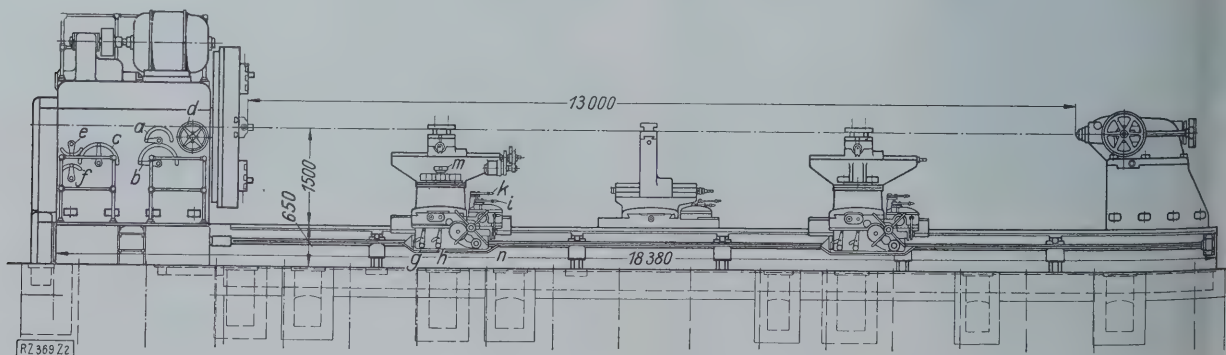


Abb. 4 und 5. Support Drehbank für 1500 mm Spitzenhöhe

a bis *c* Hebel) zum Einstellen
d Handrad) der Geschwindigkeit

e, *f* Kupplungshebel
g, *h* Einrückhebel für Schaltungsgeschwindigkeit

i Umsteuerhebel
k Hebel für Schnellverstellung
l Griffhebel (Abb. 5)

m Umschalthebel
n Schuh für den Support, als schiefe Ebene wirkend

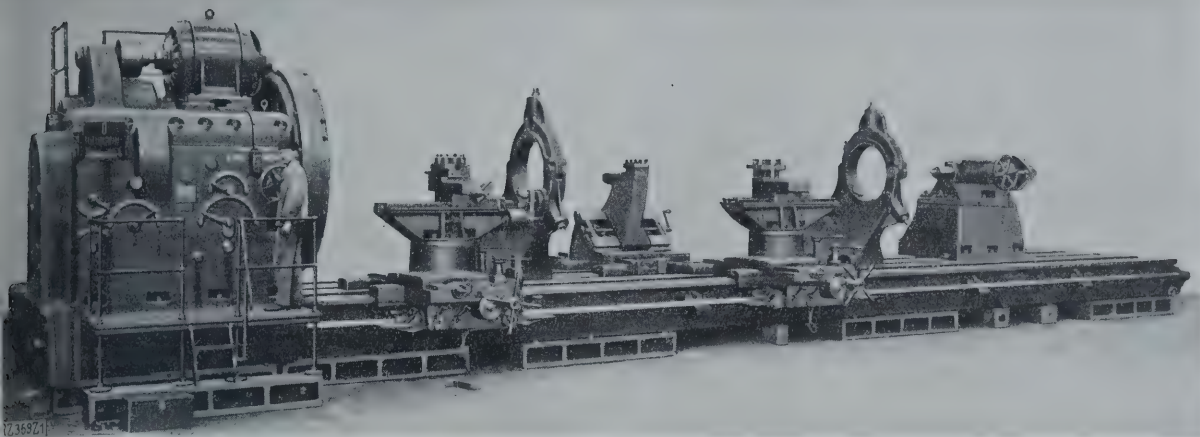


Abb. 3
Schwere Großdrehbank von 1500 mm Spitzenhöhe, erbaut von Schieß-Defries A.-G., Düsseldorf

des Bettes liegenden Schaltwellen von 95 mm Dmr., entsprechende Kupplung wird mit dem Hebel *f* betätigt. Stillsetzen einer der beiden Schaltwellen ist das aufstehende, an einem Langkeil verschiebbare Trieb-
rad ab-
heben.

Die beiden, in schwerer Bauart gehaltenen Vorder-
orte sind in ihrer Konstruktion gleich, nur hat der
Support noch eine Einrichtung am Drehteil zum Ge-
schneiden. Die Schaltung der Supporte, die in üblicher
e aus Bettschlitten, Schlittenschieber und Drehteil mit
ziehbarem Kreuzsupport bestehen, wird von der Räder-
e am Bettschlitten und dem in diesen eingebauten
rkasten abgeleitet. Durch Stufenrädergetriebe, die
1 Kupplungen wechselweise eingerückt werden, lassen
in der Längsrichtung bei einer Umdrehung der Plan-
be Vorschübe von 0,48, 0,72, 1,08, 1,6, 2,3 und 3,4 mm
in der Planrichtung von 0,31, 0,46, 0,68, 1,01 und
m erreichen. Die maschinelle Eilbewegung der Sup-
in Längs- und Planrichtung beträgt etwa das 12fache
genannten Schaltungsgrößen. Durch ein in die Bett-
e eingebautes Kegelräder-Wendegetriebe können die
chübe nach beiden Richtungen betätigt werden. Eine
l-Reibrutschkupplung, die in das Schaltgetriebe ein-
t ist und von außen leicht nachgestellt werden kann,
zt den Vorschubantrieb vor Überlastung. Die Längs-
tung erfolgt an einer im Bett eingesetzten Zahnstange
senkrechten liegenden Zähnen. Das Zahnstangenritzel
ppelt gelagert. Den Vorschub in der Planrichtung be-
eine im Bettschlitten angeordnete Schraubenspin-
prechende Verblockeinrichtungen verhindern, daß
s- und Plangang oder Schalt- und Eilbewegung zu-
her Zeit eingerückt werden können. Von den aus
4 ersichtlichen, an der Supportplatte befindlichen
In dienen *g* und *h* zum Einrücken der verschiedenen
tgeschwindigkeiten, *i* zum Umsteuern des Kegel-
r-Wendegetriebes und *k* für die Schnellverstellung. Mit
groß gewählten Handkreuz kann der Support in der
richtung an der Zahnstange von Hand verschoben
en; durch entsprechende Räderübersetzungen ist diese
schiebung trotz des großen Gewichtes des Supports ohne
e Anstrengung zu bewerkstelligen.

Bei den Großdrehbänken wird vielfach auf eine durch-
de Leitspindel zum Gewindeschneiden verzichtet, man
tügt sich oft damit, den Drehteil zum Schneiden kurzer
nde einzurichten. Diese Anordnung ist hier beim
n Support vorhanden und besteht darin, daß neben die
ndespindel zum Plandrehen im Bettschlitten eine be-

sondere, vom Schaltgetriebe betätigte Nutwelle gelegt wird,
die unter Einschaltung von Kegelrädern und senkrechter
Welle eine parallel zur Prismaführung des Drehteils ange-
ordnete Welle antreibt, von der aus in üblicher Weise mit
Wechselrädern und Stelleisen die im Drehteil gelagerte Leit-
spindel bewegt wird. Damit können Gewinde bis 1000 mm
Länge geschnitten werden. Die Lagerung der Kreuzsupport-
spindel ist nicht feststehend, sondern mittels steilgängigen
Gewindes axial verschiebbar, wodurch es möglich ist, beim
Umsteuern den Gewindestahl rasch aus dem Gewinde heraus-
zuziehen. Griffhebel *l*, Abb. 5, dient zum Betätigen dieser
Verschiebung. Die Umsteuerung beim Gewindeschneiden
erfolgt hier nicht in der üblichen Weise durch Umkehrung
der Drehbewegung des Arbeitstückes, sondern durch Um-
steuerung des Schnittvorschubes, wozu ein Kegelräder-
Wendegetriebe im Drehteil dient. Da die zugehörige Kupp-
lung einzahnig ist, wird der Gewindestahl immer an der
richtigen Stelle einsetzen. Bei *m*, Abb. 4, ist der Umschalt-
hebel angedeutet.

Der zum Drehen von Kurbelwellen bestimmte, an der
hinteren Bettbahn gleitende Support ist außer in Abb. 3
noch in Abb. 4 und 5 gezeigt. Bettschlitten und Schürze
entsprechen vollkommen den beiden andern Supporten an
der Bettvorderseite, während der auf dem Schlitten ver-
schiebbare Querschieber in Sonderbauart gehalten ist. Er
hat eine in geneigter Ebene liegende Prismabahn für den
eigentlichen Meißelhaltersupport, der aus Unterteil und
Stahlhalterschieber besteht und schmal ausgebildet ist, um
bequem zwischen die Kurbelschenkel eintreten zu können.

Ein Punkt, der bei gewöhnlichen, kleinen Support-
bänken wegen ihrer in der Regel kurzen Länge nicht be-
achtet zu werden braucht, der aber bei schweren langen
Bänken nicht außer acht gelassen werden darf, ist die
zweckrichtige Unterstützung der Schaftwellen, Abb. 4.
Sie erfolgt durch eine Reihe halber Lager, die an senk-
rechten, an der Bettvorderseite angebrachten Führungen
verschiebbar angeordnet und durch schwere, an Hebeln
sitzende Gegengewichte an die zu unterstützende Schaft-
welle angedrückt werden. Hakenförmig ausgebildete Sperr-
nasen sichern die jeweilige Lage. Jeder Support trägt
einen als schiefe Ebene wirkenden Schuh *n*. Berührt dieser
bei der Längsbewegung des Supports nun das Unter-
stützungslager, so wird die Sperrung gelöst, und der Schuh
drückt selbsttätig das Lager nieder, wodurch der Support
ungehindert die betreffende Stelle passieren kann. Nach
dem Durchgang geht das Stützlager unter dem Druck
des Gewichtes wieder selbsttätig nach oben, und die Sper-
rung tritt durch Druck einer Feder wieder in Tätigkeit.

Der Reitstock ist an der für die Supportschaltung
bestimmten Zahnstange am Hinterbett verschiebbar ange-
ordnet und einseitig ausgebildet, so daß die Vordersupporte
ungehindert an ihm vorbeigleiten können, was besonders
zum Drehen der Wellenenden notwendig ist. Seine Pinole
hat 210 mm Dmr. und kann von vorn mittels Handrades
und starker Räderübersetzung über eine Gewindespindel in der
Achsrichtung verschoben werden. Der Reitstock selbst
wird maschinell von der an der Betthinterseite befind-
lichen Schaltwelle mit geeigneten Rädervorgelegen der
Bettzahnstange verschoben. Die Verschiebung ist mittels
Kegelräder-Wendegetriebe für Vor- und Rückgang um-
steuerbar. An der Innenseite des hinteren Bettprismas ist
noch eine besondere Sperrzahnstange eingegossen, in die
ein Sperrhaken eingreift, der das Zurückweichen des Reit-

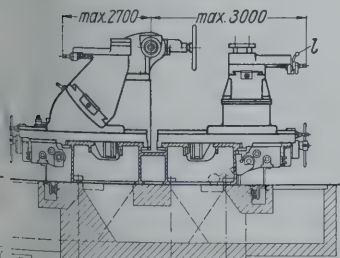


Abb. 5

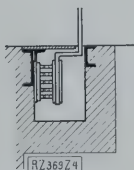


Abb. 6
Schleifleitungen
für die Druck-
knopfsteuerung

stockes unter der Last schwerer Arbeitstücke und unter dem durch das Anpressen der Pinole erzeugten Druck mit Sicherheit verhindert und so zur Entlastung der Reitstock-Befestigungsschrauben beiträgt.

Die eingangs erwähnten Maßnahmen zur Erleichterung der Bedienung dieser Riesenmaschine bestehen außer den raschen maschinellen Eilbewegungen, in stark übersetzten Hebelübertragungen auf die auszurückenden Mechanismen, deren Betätigung deshalb nur geringe Kraft erfordert. Die Hebel und Handräder sind hierbei in bequeme Reichweite des Arbeiters gelegt, ihre Bewegung ist sinnfällig. Besonders hingewiesen sei auf die Motorbetätigung durch Druckknopfsteuerung, die das Ein- und Ausschalten, die Umkehrung und Geschwindigkeitsregelung des Motors in einfachster Weise ermöglicht. Die zugehörigen Druckknopfsteuerelemente können an beliebiger Stelle, am besten am Spindelstock, Reitstock und an den Supporten angebracht werden. Zwei unter dem Bett angeordnete, abgedeckte Gruben nehmen die beiden Schleifleitungen auf, Abb. 6. Die großen Vorteile solcher Druckknopfsteuerungen werden besonders dann erkennbar, wenn man mit ihnen die früher mechanisch betätigten Ausrückvorrichtungen für die Motoren zum Antrieb solcher langen Drehbänke vergleicht. Diese betätigen bei späteren Bauarten wohl ebenfalls die Motoren vom Arbeiterstand aus, erforderten aber besondere, längs des Bettes angeordnete Wellen mit einer Reihe von Hebeln, Rädern oder Kettentrieben, deren Bewegung viel Kraft in Anspruch nahm und daher viel zu langsam vor sich ging.

Die Bank ist mit allen neuzeitlichen Verbesserungen ausgestattet, besondere Rücksicht wurde auf die Anordnung sicher wirkender Schmiervorrichtungen genommen. Alle Lagerungen sind mit Phosphorbronze ausgebücht und lang gehalten, um Warmlaufen zu verhindern und die Abnutzung auf ein Mindestmaß herabzudrücken. Die Wellen sind an den Lagerstellen auf Sondermaschinen geschliffen.

Die Maschine ist in besonders schwerer Bauart gehalten; ihr Gewicht einschließlich der beiden feststehenden Dreibeckenlunetten beträgt 110 t.

Frankfurt am Main

[M 369]
Obering. Weil

Werkstoffe

Der Zugversuch am Flachstab

Auf Grund der Ergebnisse von Zugversuchen mit Stahl und Elektrolytkupfer haben W. Kuntze und G. Sachs¹⁾ festgestellt, in welcher Weise die Kennzahlen des Zugversuches, wie Streckgrenze, Festigkeit, Dehnung und Querschnittsverminderung dadurch beeinflusst werden, daß für die Versuche Rund- oder Vierkant- und Flachstäbe verwendet werden. Die Frage ist von einiger Bedeutung, weil es nach der allgemeinen Anschauung genügt, die Werkstoffeigenschaften an sog. Proportionalstäben zu ermitteln, deren

¹⁾ Mitteilung aus dem Staatlichen Materialprüfungsamt und dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung, Berlin-Dahlem, „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 219.

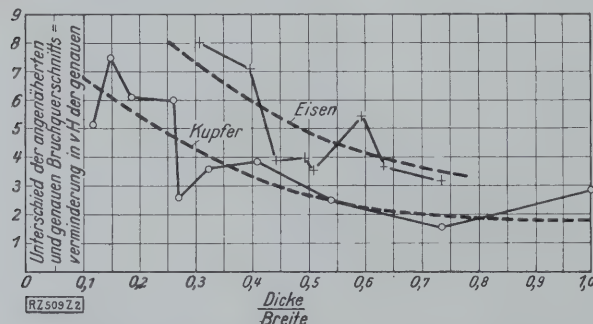


Abb. 9
Einfluß des Querschnitt-Meßverfahrens auf die Bruchquerschnitt-Veränderung von Flachstäben verschiedener Breite

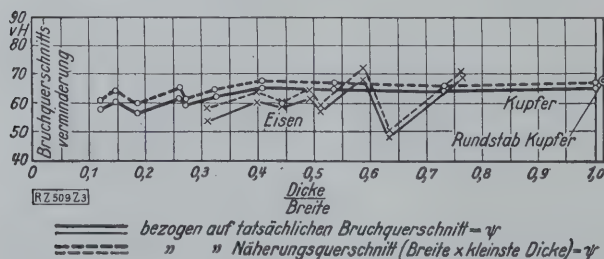


Abb. 10
Bruchquerschnitt-Veränderung von Flachstäben verschiedener Breite von Eisen und Kupfer nach verschiedenen Meßverfahren

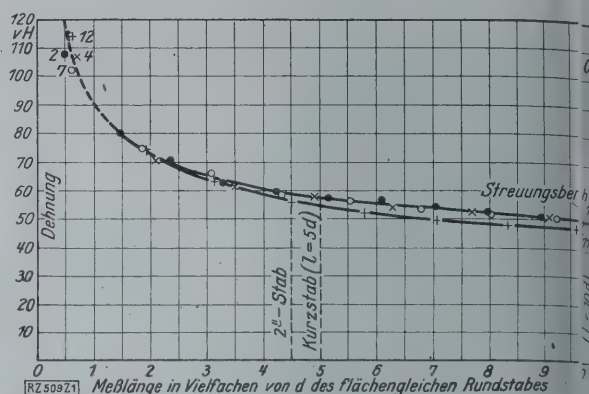


Abb. 8
Dehnung von Kupferstäben in Abhängigkeit von der Meßlänge

1	Flachstab	8 x 8 mm	Querschnitt	—
2	"	8 x 11	"	•
4	"	8 x 20	"	×
7	"	4 x 14	"	○
11	Rundstab	7,4 mm	Dmr.	+
12	"	7,8	"	+

Abmessungen verhältnismäßig der Wurzel aus dem Stabquerschnitt sind, wobei die Querschnittform also unberücksichtigt bleibt.

Bei der Untersuchung wurde ermittelt, daß die Streckgrenze und die Festigkeit bei Rund- und Flachstäben gleich sind, weil das Abmessungsverhältnis und die Größe des Querschnitts bis zur Höchstlast (Beginn der örtlichen Einschnürung) annähernd erhalten bleibt. Da sich aber mit zunehmender Einschnürung die Querschnittform verändert und die Dicke stärker abnimmt als die Breite, ergeben sich für die Dehnung und Querschnittsverminderung beim Bruch für Rundstäbe andere Werte als für Flachstäbe. Hierzu kommt, daß beide Werte beim Flachstab von der Art der Bestimmung abhängen, d. h. ob man bei der Dehnungsmessung die Teilung auf den Schmal- oder auf den Breitseiten anbringt, und welche Maße des Bruchquerschnitts man statt des richtigen aber nicht genau zu ermittelnden Querschnittes der Berechnung der Querschnittsverminderung zugrunde legt.

Von der Bruchdehnung wird angenommen, daß sie mit zunehmender Breite des Stabes abnimmt, da erfahrungsgemäß die Dehnung von dünnen Blechen immer verhältnismäßig geringer ist. Die vorliegenden Versuche zeigen jedoch, daß der erhebliche Streuung keinen deutlichen Einfluß der Stabform auf die Dehnung. Diese fällt größer aus, wenn die Teilung auf den Schmalseiten gemessen wird, weil der Bruch in der Mitte der Breitseite beginnt, während die Schmalseiten noch zusammenhängen und sich noch um einen beträchtlichen Betrag strecken, ehe der Stab vollständig bricht. Der Unterschied tritt jedoch bei der üblichen Meßlänge $l = 5d$ oder $11,3 \sqrt{f_0}$ nicht deutlich in Erscheinung (rd. 1,1%). Dagegen wird die Art der Messung bei kurzer Meßlänge die Dehnung erheblich beeinflussen, z. B. bei dem üblichen Meßstab in England bis zu 2,5 vH.

Bei Kupfer sind diese Einflüsse undeutlicher als bei Eisen erkennbar wegen der großen Streuung der Dehnungswerte. Die Streuung rührt daher, daß wegen der geringen Gleichmäßigkeit des Werkstoffes sich nicht nur eine Einschnürung wie bei Eisen ausbildet, sondern mehrere, deren Zahl und Größe von Zufälligkeiten abhängt. Bei dem gleichmäßigeren Eisen scheint von vornherein ein Querschnitt für die Ausbildung der Einschnürung bevorzugt zu sein, hierdurch die Streuung in den Dehnungswerten gering zu sein. Die schädliche Wirkung schlechter Bearbeitung auf die Dehnung wurde bestätigt. Die Abhängigkeit der Dehnung von der Meßlänge zeigt Abb. 8.

Die Größe der Querschnittsverminderung ist ganz allgemein bei viereckigen Stäben geringer als bei runden, zwar ist der Unterschied um so größer, je breiter die Stäbe im Vergleich zur Dicke sind. Wegen der starken Querschnittsverzerrung nach Beginn der Einschnürung bis zum Bruch ist eine genaue Messung des Bruchquerschnitts nicht möglich, besonders auch aus dem Grunde, weil die Breite gegenüber der Dicke in der Verformung bis zum Bruch stark zurückbleibt und die ausschlaggebende Größe der Dicke für die richtige Berechnung des Bruchquerschnitts nicht einwandfrei meßbar ist. Es ist aber gefunden worden, daß die Querschnittsverminderung von Flachstäben bis zum Bruch dann der an Rundstäben aus gleichem Werkstoff am nächsten kommt, wenn der Bruchquerschnitt aus der kleinsten Dicke (in der Mitte der Querschnittskanten zum Bruch gemessen) berechnet wird, Abb. 9 und 10.

Diese Annäherungsrechnung scheint insofern auch begünstigt, als dadurch die Querschnittsverminderung der am stärksten gereckten Querschnittsteile erfaßt wird. Auch bei Ermittlung der wahren Zugkurve führt die Benutzung des gehärteten Querschnittes (Breite mal kleinster Dicke) für Berechnung der wahren Spannung aus Belastung und je nach vorhandenem Querschnitt zu Ergebnissen, die denen des Rundstabes am nächsten kommen.

Die Untersuchung zeigt also, daß bei der üblichen Art Messung die Dehnung eines Werkstoffes nicht nennenswert davon beeinflusst ist, ob man Rund- oder Flachstäbe benützt, wenn das Verhältnis Breite zu Dicke in den beiden Grenzen (bis etwa 5:1) bleibt. Für die Messung der Querschnittsverminderung scheint das vorgeschlagene Verfahren empfehlenswert, da hierdurch die beste Übereinstimmung zwischen den Werten, die an Flach- und Rundstäben ermittelt sind, erreicht wird. [M 509]
Fick
H. Dahlem

Die Bedeutung des Gußgefüges für die Eigenschaften von Kupfer¹⁾

O. Bauer und G. Sachs gehen in ihrer Arbeit, deren Titel kurz von den Verfassern durch den Untertitel „Einige Beispiele für Fehlstellen im verarbeiteten Kupfer“ zusammengefaßt ist, von dem sehr beherzigenswerten Grundsatz aus, daß es im wesentlichen die Beschaffenheit des Gusses des Rohblockes ist, die sein Verhalten beim weiteren Verarbeiten durch Warmwalzen oder -pressen usw. bestimmt. Bemerkenswert ist jedoch gleich von vornherein, daß es trotz der reichhaltigen Untersuchungen nicht immer möglich ist, die Ursache eines bestimmten Fehlers zweifelsfrei anzugeben. Man muß hierbei bedenken, daß viele Fehler erst in den letzten Stufen der Verarbeitung, oft sogar erst im Nachhinein zutage treten, so daß leicht die Meinung aufkommen kann, daß die Schäden lediglich durch Fehler in der Verarbeitung verursacht werden. An einigen praktischen Beispielen wird nun gezeigt, wie das Gußgefüge, und zwar mangelhaftes Gußgefüge einen maßgebenden Einfluß auf die Eigenschaften des Gußstückes ausüben, im Gußgefüge, in der Dichtigkeit oder in seiner chemischen Zusammensetzung.

Aus dem Abschnitt über das Gußgefüge ist hervorzuheben, daß das grobstrahlige Gefüge, wie es sich z. B. bei schnellem Abkühlen mit starkem Temperaturgefälle zwischen Außen- und Innentemperatur ausbildet, doch nicht nur für die besonders in den letzten Jahren aufgetretenen Verarbeitungs-schwierigkeiten, z. B. beim Drahtwalzen ausbleiben, verantwortlich gemacht werden kann; haben doch oft schon Barren mit derartig grobem Gefüge ohne weiteres verworfen werden. Es müssen noch unbekannte Erscheinungen des grobstrahligen Gefüges hier mitberücksichtigt werden. Im allgemeinen soll ein zu schnelles Abkühlen vermieden werden. Der Erfolg der wassergekühlten Kokille läßt sich wohl dadurch erklären, daß der beim ersten schnellen Abkühlen sich bildende Luftspalt zwischen Block und Kokillenwand eine langsame Abkühlung mit technologisch vorteilhaftem Gefüge des Gußblockes gewährleistet. Sehr viel mannigfaltiger sind die Fehlstellen, die auf Undichtigkeit des Blockes zurückzuführen sind. Beispiele zeigen, wie die Blasen in dem Fertigstück sich zu gestreckten Hohlräumen ausgebildet haben, die oft erst beim Zerreißen oder beim praktischen Gebrauch sichtbar werden. Sogenannte Schieferstellen auf Blechen oder gedrückten oder gezogenen Blechteilen lassen erkennen, inwieweit es ist, die Ursachen solcher Fehler zu vermeiden. Meist ist Überhitzung während des Gusses mit erster Gasaufnahme schuld. Die Gase entweichen wohl teilweise beim Erstarren, teils werden sie aber auch bei Erstarrung festgehalten und zeigen sich nach der Erkühlung in Form von Bläschen. Es kann aber auch die beim Erstarren mitgerissene Luft sein, die nachher beim Erstarren sich in Bläschenform wiederfindet. Es ist sogar in manchen Fällen möglich, durch metallographische Untersuchungen festzustellen, ob die Bläschen von Gasen herkommen, die beim Raffinierungsprozeß aufgenommen worden sind, oder ob es Bläschen sind, die nach der zweiten geschilderten Entstehung entstanden sind.

Am häufigsten jedoch lassen sich Fehlstellen auf zu hohem Oxydulgehalt zurückführen. Als normaler Sauerstoffgehalt wird 0,06 bis 0,08 vH angegeben. Bei einem solchen

Gehalt an Sauerstoff ist das Kupfer nicht überpolt, ein Zustand, der leicht gegen Ende des Reduktionsabschnittes eintreten kann und dessen Begleiterscheinungen meist sehr unerwünschter Natur sind. So neigt ein überpoltes Kupfer zur Aufnahme von Gasen, z. B. von Wasserstoff oder schwefliger Säure. Die metallischen Verunreinigungen gehen Mischkristallbildungen ein. Die Leitfähigkeit wird infolgedessen stark herabgesetzt. Vor allem soll allzu große Sauerstoffanreicherung an der Oberfläche vermieden werden. Meist wird die an Sauerstoff angereicherte Oberfläche entfernt, besonders dann, wenn hochwertige Ware verlangt wird. Ein hoher Sauerstoffgehalt macht sich ferner besonders beim Glühen in reduzierender Atmosphäre schädlich bemerkbar. Bei handelsüblichem Kupferdraht genügt bereits vierstündiges Glühen bei 700° in Leuchtgas, um den Draht vollkommen brüchig zu machen. Zahlreiche Mikro-Aufnahmen und Abbildungen in Naturgröße von Erzeugnissen weisen die Erscheinungsform derartiger Fehler nach. Jedoch scheint bei einigen Beispielen die Fehlstelle auf den Kupferoxydulgehalt zurückgeführt zu sein, während anscheinend die so gedeuteten Einschlüsse Schlackeneinschlüsse sind, wie sie leicht beim Pressen in die gepreßte Stange mit hineinfließen können.

Der letzte Abschnitt des Aufsatzes behandelt das Gefüge und die Festigkeitseigenschaften des verarbeiteten Kupfers. Im engen Zusammenhang mit diesem Teil steht eine Arbeit von v. Göler und G. Sachs (Walz- und Rekristallisations-Textur regulär flächenzentrierter Metalle²⁾). Diese Untersuchung trägt wesentlich zum Zusammenhang zwischen Gefüge und Festigkeitseigenschaften bei. Es wird gezeigt, wie ein geordnetes Gefüge im rekristallisierten Metall entsteht. Unter geordnetem Gefüge sei verstanden, daß das Raumgitter der Metallkristalle sich beim Glühen in eine ganz bestimmte Lage einstellt, und zwar kann man diese Ordnung dadurch erreichen, daß man ein Kupferblech von Anfang an nur in einer Richtung auswalzt und ausglüht. Ein ungeordnetes Gefüge, bei dem die Raumgitter der Einzelkristalle fast regellos gerichtet sind, wird dadurch erreicht, daß man ein in den verschiedensten Richtungen stark kaltgewalztes Blech ausglüht.

Die im ersten Fall gleichgerichtete Lagerung der Kristalle und die im zweiten Fall regellos gelagerten Kristalle wirken sich auch entsprechend den Befunden bei Einkristallen in den Festigkeitseigenschaften aus. So beträgt z. B. die Festigkeit bei nur in einer Richtung gewalzten Kupferblechen, unabhängig von der Zerreißenrichtung, nach der Glühung etwa 21,5 kg/mm². Die Dehnung jedoch ist verschiedenartig je nach dem Winkel, in dem zur Walzrichtung zerrissen wird. Bei 0° beträgt die Dehnung 33,4 vH, bei 45° 54 vH, bei 90° 32,7 vH.

Wird ein Blech jedoch in verschiedenen Richtungen gewalzt (in vorliegendem Beispiel wurde das Blech nach jedem Stich um 22,5° verdreht), so stellt sich nach dem Glühen eine Festigkeit von 24,5 kg/mm² bei einer Dehnung von 37,5 vH ein, und zwar sind die Zahlen in diesem Fall unabhängig von der Zerreißenrichtung. Der zu den Versuchen benutzte Werkstoff war handelsübliches Elektrolytkupfer mit einem Reinheitsgrad von über 99,9 vH. Ähnlich wie die Festigkeitseigenschaften ist auch die Tiefziehfähigkeit, wie sie im Erichsen-Gerät gemessen wird, von der Kristallanordnung abhängig. Das in mehreren Richtungen gewalzte, sodann geglühte Blech von 0,38 mm Dicke ließ sich auf 14 mm tiefziehen, während bei dem einseitig gewalzten Blech nur eine Hütchenhöhe von 10 mm (der normale Erichsen-Wert) erzeugt werden konnte. Es prägt sich sogar, was den engen Zusammenhang der Tiefung mit der Dehnung aufdeckt, beim einseitig gewalzten Blech die in den Dehnungszahlen bevorzugte 45°-Richtung aus; denn das Hütchen reißt stets zuerst in der Walzrichtung oder senkrecht dazu auf. Dieser Befund ist für die Technik von weittragender Bedeutung. So zeigen z. B. technische Walzbänder mit geordnetem Gefüge (also einseitig gewalzt) 23,9 kg/mm² Festigkeit bei 30 vH Dehnung gegenüber 26 kg/mm² Festigkeit und 39 vH Dehnung bei ungeordnetem Gefüge, wie es beim Glühen nach mehrfach gewechselter Walzrichtung sich einstellt. Sehr wertvolle Dienste leistet bei der Erkennung eines ungeordneten oder eines geordneten Gefüges die Untersuchung mittels Röntgenstrahlen. Hiervon werden zahlreiche Röntgenaufnahmen gezeigt, die deutlich die erwähnten Unterschiede aufweisen.

[N 476]
Osnabrück.

Hanser.

¹⁾ „Metall und Erz“ Bd. 24 (N. F. XV) (1927) S. 154.

²⁾ „Zeitschrift für Physik“ Bd. 41 (1927) S. 889.

Kleine Mitteilungen

Schwere 1 E-Lokomotive der Western Maryland-Bahn

Zwanzig sehr schwere 1 E-Lokomotiven mit dem höchsten bisher in Amerika angewendeten Achsdruck von 35 t, also mit 175 t Reibungsgewicht, hat die Western Maryland-Bahn bei den Baldwin-Werken bauen lassen und kürzlich in Dienst gestellt. Auch die andern Abmessungen sind in gleichem Maße bemerkenswert:

Das Triebwerk (762/811/1549 mm) ergibt, mit dem Beiwert 0,85 gerechnet, 40 820 kg größte Zugkraft. Es betragen: die Rostfläche $3350 \times 2896 = 9,7 \text{ m}^2$, die Heizfläche (einschließlich Überhitzer) 527 m^2 , der Kesseldurchmesser 2647 mm und das Dienstgewicht 190 t. Der sechssachsige Tender faßt 83 m^3 Wasser und 30 t Kohle, ist somit der größte amerikanische Lokomotivtender. Er allein wiegt dienstfähig 188 t, also beinahe ebensoviel wie die Lokomotive

Erleichtert wurde der Bau so schwerer Lokomotiven durch das große Lichttraummaß der Western Maryland-Bahn, das für Lokomotiven eine Höhe von 4927 mm und eine Breite von 3404 mm gestattete, gegenüber 4650 und 3150 mm bei der Deutschen Reichsbahn. („Railway and Locomotive-Engineering“ Juli 1927 S. 15) [N 707 a] M.

Englisches Ganzmetall-Flugboot

Für das Air Ministry ist von der Firma Short Brothers, Ltd., Rochester, ein Ganzmetall-Flugboot fertiggestellt worden, das zur Zeit für England das größte dieser Bauart ist. Das Flugboot, genannt „Singapore“, ein Doppeldecker, ist in den hauptsächlichsten Teilen aus Duralumin hergestellt. Für besonders beanspruchte Teile hat man nichtrostenden Stahl verwendet. Die Flächen jedoch sind mit Leinwand bespannt. Die Antriebsleistung liefern zwei wassergekühlte 650 PS-Condor-Rolls-Royce-Motoren, die in den mittleren Streben der Tragflächen eingebaut sind. („The Engineer“ 29. Juni 1927 S. 131*) [N 707 b] Gw.

Energievorräte und Energieausnutzung

Die Kohlenförderung der Welt beträgt augenblicklich etwa 1300 bis 1350 Mill. t; hiervon kommen auf Steinkohlen und Anthrazit rd. 1170 Mill. t, auf Braunkohlen und geringwertige Brennstoffe 160 Mill. t. Auf mittlere Steinkohle umgerechnet, erhält man insgesamt rd. 1235 Mill. t. In den Vereinigten Staaten werden etwa 600, in Großbritannien 270, in Deutschland 190 und in allen übrigen Ländern 170 Mill. t gefördert. Der bei weitem größte Teil der geförderten Kohlenmengen, rd. 780 Mill. t, wird zur unmittelbaren Krafterzeugung in öffentlichen und industriellen Werken sowie für die Verkehrsmittel verbraucht; dazu kommen 193 Mill. t für den Hausbrand, 160 Mill. t für Kokserzeugung, 50 Mill. t für industrielle Heizanlagen und 40 Mill. t für Gaserzeugung.

Die Ölförderung beträgt zur Zeit rd. 150 Mill. t, von denen etwa 60 Mill. t für Heizung und Beleuchtung, 30 Mill. t zur unmittelbaren Krafterzeugung in Verbrennungskraftmaschinen, 50 Mill. t zur Feuerung von Kesseln und industriellen Öfen, der Rest für andre Zwecke, vor allem zur Schmierung, Verwendung findet.

An Erdgas werden jährlich rd. 34 000 Mill. m^3 gewonnen, von denen im Haushalt rd. 25 vH, der Rest in der Industrie verbraucht wird.

Die ausnutzbaren Wasserkräfte werden zu insgesamt 453 Mill. PS geschätzt, von denen bisher aber nur rd. 10 vH ausgenutzt werden.

Der jährliche Energieverbrauch der Welt beläuft auf ungefähr 790 Milliarden kWh; von diesen werden 400 durch feste Brennstoffe, 255 durch flüssige und förmige Brennstoffe und 155 durch Wasser erzeugt. („Iron and Coal Trades Review“ 29. Juli 1927 S. 168) [N 707 c]

Eine neue Höchstdruck-Dampfanlage in Schweden

In Schweden ist kürzlich das Cottland Kraftwerk Betrieb genommen worden, das zur Zeit mit 28 at Betriebsdruck arbeitet, aber mit ganz geringen, ohne Betriebsänderungen durchzuführenden Änderungen auf 56 at umgestellt werden kann. Bei diesem Druck beträgt die Leistung 5600 kW. Der Dampf wird in zwei Hochdruckkesseln von je 2,2 m Durchmesser und 12 m Höhe erzeugt, in zwei Überhitzern rd. 400° überhitzt und in einer Hochdruckturbine auf 10 at entspannt; dann erhitzt man wiederum auf 400° und läßt eine Niederdruckturbine auf Kondensatordruck expandieren. Die Abnahmeversuche bei 28 at Betriebsdruck ergaben eine Verwendung minderwertiger Kohle (rd. 3400 kcal/kg oder Heizwert) 6500 kcal/kWh bei geringer Belastung und 4300 kcal/kWh bei Vollast. („Power“ 19. Juli 1927 S. 16) [N 707 d]

Versuche an Luftschaltern mit starken Wechselströmen

Die Commonwealth Edison Co., Chicago, hat verschiedene dreiphasige Luftschalter für 440 V Drehstrom untersucht, indem sie mit den Schaltern außerordentlich starke Wechselströme abschaltete. Den Prüfstrom lieferten 750 Dynamos für je 50 000 kW Leistung bei 60 Per./s, über dreiphasige Transformatoren für je 600 kVA und dreiphasige Transformatoren für je 833 kVA parallel geschaltet, die die Spannung von 12 000 V auf 440 V herabsetzten. Die Oberspannungsleitungen der Transformatoren konnten von den Sammelschienen getrennt werden, so daß man eine beliebige Anzahl der Transformatoren für die einzelnen Versuche benutzen konnte. Auf der Niederspannungsseite waren die Transformatoren durch je ein Dreileiter-Bleikabel mit den Prüfsammelschienen verbunden, von denen zu jedem der geprüften Schalter zwei kurze, biegsame Leitungen von rd. 500 mm² Querschnitt führten. Die geprüften Schalter waren normale Schalttafelgeräte für Handbetätigung mit besonderen Vorrichtungen zur Begrenzung des Lichtbogens; die oberen Kontaktstücke waren an die Zuleitung angeschlossen, die unteren waren kurzgeschlossen oder in einem in Stern geschalteten Eisenwiderstand verbunden, in dem jeder Zweig 0,0051 Ω Widerstand hatte. Es wurden verschiedene Versuche gemacht mit Strömen bis zu 42 600 A bei einem Schalter für 400 A, bis zu 80 500 A bei einem Schalter für 500 A und bis zu 98 900 A bei einem Schalter für 2000 A. Die Beschädigungen der Schalter an den stromführenden Teilen waren auch bei diesen Beanspruchungen so gering, daß sie ohne wesentliche Schwierigkeiten verbessert werden konnten. („Electrical World“ 16. Juli 1927 S. 109) [N 707 e] P

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik.

Herausgeg. von F. Auerbach und W. Hort. Leipzig 1927, Joh. Ambros. Barth. 1. Bd. 1. Lfg.: 306 S. m. 120 Abb. Preis 30 \mathcal{M} . 3. Bd. 468 S. m. 198 Abb. Preis 42,50 \mathcal{M} .

Der erste Teil des Buches enthält eine ausgiebige Darstellung des Systems der Grundbegriffe, worunter auch die Einheiten verstanden werden, von F. Auerbach. Als Anhang dieses Teiles sind Zahlentabellen (Atom- und Molekulargewichte, Dichten usw.), die manchem willkommen sein werden. Auf S. 8 ist leider die Wellenlänge der roten Kadmiumlinie, der Normale 1. Ordnung, falsch angegeben, auch ist weder Druck noch Temperatur der Luft genannt. Im übrigen scheint es der alte Wert von Michelson aus dem Jahre 1892 zu sein. Der heute allein benutzte und maßgebende Wellenlängenwert aus dem Meteranschluß von Fabry und Perot von 1907 (Trav. et Mem. Bd. 15, 1913) ist dem Verfasser anscheinend unbekannt, da die Literatur nur bis 1901 angeführt wird.

Es folgt eine Reihe von Aufsätzen von W. Block über Meßtechnik und Messen nach Einzelgebieten, in breiter, etwas oberflächlicher und lückenhafter Darstellung mit schönen Abbildungen und sparsamer Literaturangabe. Immerhin zeigen sie, wie außerordentlich hoch heute die Präzision der technischen Messungen steht. In Einzelheften ist die Darstellung über den Grund des Aneinanderhaftens zweier Endmaßflächen (S. 145, 4) unzutreffend. Das Haften beruht im wesentlichen auf der molekularen Kohäsion des Stahls oder bei schlechten Flächen des Zwischenmittels. Außerdem spielt auch der Luftdruck eine Rolle. Ferner (S. 214, 9 a) zu fragen: Was hat das Aräometer nach dem Zentgehalt mit der Dichteinheit des Wassers zu tun? Es ließen sich noch einige solche Bemerkungen machen.

Eine vortreffliche Darstellung der Potentialtheorie von Arthur Korn und eine rechnerische Behandlung einiger kennzeichnenden Fälle des Potentials bilden den Schluß des Bandes. [E 456] W. Köster

metrie und Maßbestimmung der Kulissensteuerungen. Von R. Graßmann. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 140 S. m. 148 Abb. Preis 13,50 M.

Das Buch bietet verschiedene beachtliche, als Fortschritt anzusprechende Abweichungen von seitherigen Gegebenheiten. Bahnbrechend ist die Maßbestimmung der Steuerungen, bei der sich Graßmann von der bis dahin üblichen Verwendung von Verhältniszahlen freigemacht hat. Er entwickelt die innere Steuerung auf Grund von Pleistrukschaulinien und bestimmt ihre Maße in Abhängigkeit vom Produkt: Kolbengeschwindigkeit mal Kolbenquerschnitt, berücksichtigt also die Zusammenhänge zwischen innerer Steuerung, Füllung, Drehzahl und Zylindergröße und vermeidet damit die Zufälligkeiten, denen ein Entwurf nach den bisherigen Berechnungsweisen ausgesetzt war. Die Bemessung der inneren Steuerung nach Graßmann hat seit dem Erscheinen der ersten Auflage des Werkes weitgehende Verbreitung gefunden. Das Buch kann nicht nur den Studierenden, für die es geschrieben ist, sondern auch allen Fachleuten, die sich mit Pleistrukschaulinien eingehend beschäftigen wollen oder müssen, empfohlen werden.

[E 605] Metzeltin
elektrischen Einrichtungen für den Eigenbedarf großer Kraftwerke. Von Friedrich Titz. Berlin 1927, Julius Springer. 160 S. m. 89 Abb. Preis 12 M.

Für Kraftwerke steht die Forderung der Betriebssicherheit an erster, die der Wirtschaftlichkeit an zweiter Stelle. In diesem Gesichtspunkt behandelt der Verfasser das Gebiet der Eigenversorgung großer Dampf- und Wasserkraftwerke, von deren störungsfreiem Betrieb in der Praxis Betriebsbereitschaft und Betriebssicherheit abhängen. Der erste Teil des Buches bringt die Erzeugung, Vermessung und Verteilung des Eigenbedarfs. Der zweite gewährt eine umfangreiche Übersicht über Eigenart, Leistung und Zweckmäßigkeit der Antriebsmotoren. Der dritte behandelt die elektrischen Einrichtungen im Kessel- und Kondensationsanlage unter genügender Berücksichtigung der in den letzten Jahren entwickelten Kohlenfeuerung. Das Buch bietet dem entwerfenden Ingenieur dem Betriebsmann einen vollständigen Einblick in die zweckmäßige Anordnung und Schaltung der elektrischen Anlagen großer Kraftwerke. [E 608] Zn.

Veränderungen von raschlaufenden Gegendruckturbinen bei Drehmomentänderungen. Von Kurt Mauritz. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 42 S. m. 31 Abb. Preis 4,50 M.
Seitdem man dazu übergegangen ist, raschlaufende Turbinen kleinerer Leistung zu bauen und die Turbine auch als Antriebsmaschine für Fahrzeuge, namentlich für Lokomotiven, zu verwenden, sah sich der Turbinenbau vor neue Aufgaben gestellt. Vor allem der Einfluß weitgehender Drehmomentänderungen auf Drehmoment, Leistung und Wirkungsgrad, die im Lokomotivbetrieb unvermeidlich sind, hat die weitere Entwicklung dieses Sondergebietes große Bedeutung. Es ist daher zu begrüßen, daß der Verfasser, auf Grund der Arbeiten von Gramberg und Eisner, das Verhalten raschlaufender Gegendruckturbinen bei Drehmomentänderungen (zwischen 0 und 7500 Uml./min) eingehend untersucht und dem Konstrukteur damit wichtige Unterlagen in die Hand gegeben hat.

In der vorliegenden Schrift sind die Versuchsanordnung, Versuchsausführung und die Versuchsergebnisse behutsam zum Schluß werden die durch den Versuch erhaltenen Ergebnisse hinsichtlich Leistung und Verlusten auch rechnerisch nachgeprüft. Die Versuche und Rechnungen ergeben, daß auch bei sehr hohen Drehzahlen keine Sonderverluste im Dampfteil auftraten, daß sich dagegen mit zunehmender Drehzahl die mechanischen Verluste sehr stark vermehren. Der textliche Teil ist durch zahlreiche graphische Darstellungen, Zeichnungen und Zahlentafeln gut ergänzt.

[E 596] Pt.
Stähle des Welthandels. Von Albert Müller-Hauff. Düsseldorf 1927, Verlag Stahl Eisen. 112 S. m. 55 Abb. Preis 9 M.

Die Verfasser wenden sich im Vorwort an alle, die mit Automoblstählen zu arbeiten haben. Diesen soll das Buch eine Übersicht über die Art, die Behandlung und die Anwendung aller im Kraftwagenbau gebräuchlichen Stahlsorten geben. Das Buch ist leicht faßlich geschrieben, das dem strebsamen Arbeiter und dem Mann an der Werkbank Aufschlüsse geben soll.

Die einzelnen Kapitel besprechen die Werkstoffprüfung, die Herstellung der Automoblstähle in den verschiedenen Zügen. Ein besonderer Abschnitt beschreibt einzelne Stahlsorten, die besonders hervorgehoben sind, die Einsatz- und Vergütungsstähle, die Kugellagerstähle, die Ventilstähle,

Federstähle, Magnetstähle und die rostfreien Stähle. Zuletzt geben die Verfasser einen Überblick über den Stand der Normung.

Das vorliegende Buch enthält eine Menge wertvoller praktischer Winke. In einzelnen Fällen könnte die Einteilung der Unterabschnitte (Härten, Vergüten, Glühen usw.) etwas übersichtlicher gestaltet werden. Dieses gilt z. B. für den Abschnitt Einsatz- und Vergütungsstähle. An einzelnen Stellen sind Ergänzungen am Platze, so z. B. im Abschnitt Einsetzen ein Hinweis auf den Einfluß der Abkühlgeschwindigkeit auf die Korngröße, ferner ein Hinweis auf die Zusammenhänge zwischen der Ausbildung des Zementitnetzwerkes und der Reinheit eines Stahles (Ehnsche Probe). Die verlängerte Anlaßdauer (S. 130) hat nur einen beschränkten Erfolg, da einmal ein für die Anlaßtemperatur gegebener Gleichgewichtszustand eintreten muß.

Das kleine Werk stellt eine Fülle von Tatsachen zusammen, die bis heute im Schrifttum sehr zerstreut zu lesen waren. Es gestattet vor allem einen schnellen Überblick über die wichtigsten im Bau von Kraftwagen zu verwendenden Stahlsorten, ihre zweckmäßige Behandlung und Verwendung. Insbesondere dem Konstrukteur, dem Werkstattleiter und dem Werkstoffprüfer der Kraftwagenfabrik kann das Studium des Buches warm empfohlen werden.

[E 602]

W. Oertel

Der elastisch drehbar gestützte Durchlaufbalken. Von H. Craemer. Berlin 1927, Julius Springer. 28 S. m. 7 Abb. Preis 5,10 M.

Unter den vorliegenden Werken über die statischen Eigenschaften der durchlaufenden Balken ist das Buch als eine Ergänzung wohl zu beachten. Es wird heute in der Praxis des Eisenbeton- und Eisenbaues noch allgemein mit den sogenannten „Winklerschen Zahlen“ gearbeitet; die oft sehr großen Einflüsse der mit dem Balken rahmenartig verbundenen Auflagerstützen bleiben vernachlässigt. Dadurch ist die Bemessung der Balkenquerschnitte gewöhnlich zu ungünstig, während die Stützen oft viel zu schwach ausgebildet werden. Es ist nun auf Grund der in dem Werk enthaltenen Tafeln die Möglichkeit gegeben, die Einflußlinien für die Momente der Feldmitten, der Balkenquerschnitte dicht neben den Stützen sowie für die Größtmomente der Stützen zu bestimmen; ebenso sind die Größtwerte für die Feld- und Stützenmomente aufgestellt, entsprechend den bekannten Winklerschen Zahlen. Allerdings sind die Tafeln insofern nicht ohne weiteres verwendbar, als sie ein bestimmtes, für das gesamte Tragwerk unveränderliches Einspannungsmaß bedingen. Bei den Tafeln für die Größtwerte war sogar die Annahme gleicher Feldweiten notwendig. Bei Benutzung der Tafeln ist demnach Vorsicht geboten; sind jedoch die der Aufstellung der Werte entsprechenden Grundbedingungen auch nur annähernd erfüllt, so ist besonders für die im Eisenbetonbau sehr häufigen durchlaufenden Rahmenkonstruktionen wie auch Stockwerkrahmen und Pilzdecken die genaue statische Untersuchung mit Hilfe der Craemerschen Tabellenwerte zu empfehlen.

[E 606]

F. C.

Mechanische Schwingungen und ihre Messung. Von Geiger. Berlin 1927, Julius Springer. 305 S. m. 290 Abb. Preis 24 M.

Auf dem Wege über eine außerordentlich belehrende Einführung und klar entwickelte Theorie der verschiedenen Schwingungserscheinungen gelangt der Leser zur theoretischen Behandlung und Besprechung einer Reihe von Schwingungsaufgaben der Praxis, unter denen besonders die folgenden hervorgehoben seien: Schwingungen und Pendelungen bei Schiffen, Reglern, Kurbelgetrieben, Biegeschwingungen von Wellen, Schaufeln und Fundamenten von Dampfturbinen.

Großer Wert ist auf die möglichst eingehende Besprechung der gebräuchlichsten Meßgeräte gelegt und auf die Theorie ihres Verhaltens in schwingungstechnischer Beziehung (Beschleunigungsmesser, Vibrograph, Tachometer, Indikator, Torsionsindikator, Torsiograph, Tachograph usw.).

Die letzten 60 Seiten enthalten eine Fülle von Richtlinien für die praktische Untersuchung von Schwingungen und für die Abhilfsmaßnahmen, wobei der letzte Abschnitt gekennzeichnet ist durch das Motto: „Vorbeugen ist besser als heilen“. Von Interesse ist auch das Kapitel über die Ausnutzung mechanischer Schwingungen in Arbeits- und Kraftmaschinen.

Das Werk ist mit pädagogischem Geschick und fesselnd geschrieben und bildet eine Bereicherung der geringen Literatur auf diesem Gebiet. Es stellt eine Ergänzung der „Technischen Schwingungslehre“ von Hottel nach der prak-

tischen Seite hin dar. Sein Erscheinen muß von all denen begrüßt werden, die mit Schwingungsfragen zu tun haben; denn sie finden eine große Reihe von Erklärungen für die oft sehr verwickelten Erscheinungen auf diesem Sondergebiete der Schalltechnik und erhalten wertvolle Anregungen bei der Behandlung schwingungstechnischer Aufgaben. [E 610] Reicher

Handbuch für Bauingenieure, 3. T., 1. Bd.: Der Grundbau. Von O. Franzius. Berlin 1927, Julius Springer. 359 S. m. 389 Abb. Preis 28,50 M.

Als Unterabteilung der „Handbibliothek für Bauingenieure“, des, soweit es erschienen, von der Fachwelt begrüßten „Nachschlagebuches für Studium und Praxis“, baut das Werk auf praktischen Erfahrungen auf, die in umfangreicher und vielseitiger Bauunternehmertätigkeit gewonnen sind, und will vor allem den Bedürfnissen des praktischen Ingenieurs dienen. Die knappe und doch alles wesentliche in klarer Gliederung und ansprechender Form bringende Darstellung macht das Buch zweifellos dazu besonders geeignet. Der Inhalt ist in zehn Teile gegliedert: maßgebende Gesichtspunkte für die Ausbildung und Ausführungsweise der Grundwerke, Einzelheiten der Grundwerke, Beschreibung der verschiedenen Gründungsarten, unmittelbare Gründungen im Trocknen und unter Wasser, Hohlkörpergründungen, Pfahlgründungen, Druckluftgründungen, Gefriergründungen und Baumaschinen. Es sei daraus besonders auf die Betrachtungen im ersten Teil über den Baugrund und den Bodendruck hingewiesen, die, gestützt auf eigene Versuche im Erddrucklaboratorium, bei der zunehmenden Erkenntnis, daß der Ingenieur auf diesem Gebiete noch viel zu sehr im Dunkeln tappt, weitreichende Beachtung finden werden. Ferner seien die Ausführungen im zweiten Teil über die Betonbereitung, die Trockenlegung der Baugrube, insbesondere die Grundwasserabsenkung, die Druckluftgründung, auf die leider hier wie auf vieles andere Wertvolle nicht näher eingegangen werden kann, hervorgehoben.

Das angeführte wertvolle Literaturverzeichnis ist ziemlich vollständig und bietet dem sich eingehend mit den Aufgaben Beschäftigenden willkommene Möglichkeiten, an den Quellen zu forschen. [E 621] Busch

Ausführliche Auszüge der Vorträge, gehalten auf der Schwingungs-Tagung am 25. und 26. März 1927 in Braunschweig. Herausgeg. vom wissenschaftlichen Beirat des Vereines deutscher Ingenieure. Berlin 1927, VDI-Verlag. 15 S. m. versch. Abb. Preis 1,25 M.

Aus dem Inhalt: Mechanische Schwingungen als Forschungsgebiet — Geschichtliche Entwicklung der Meßverfahren und Stand der Versuche in Deutschland — Ergebnisse der Versuche an der Hochfrequenzmaschine — Dämpfungsuntersuchung von Materialien — Abhängigkeit der Materialdämpfung von der Frequenz — Gefahren der Schwingungsbeanspruchung für den Werkstoff — Atomare Theorie der Festigkeitseigenschaften — Fundamentalschwingungen — Gegenwuchtsmaschine zur Beseitigung von Fundamentalschwingungen — Verdrehungsausschwingmaschine zur Bestimmung von Baustoffdämpfung — Bedeutung mechanischer Schwingungen für einen bestimmten Fall der Hochfrequenztechnik — Kritik der bekannten Schwingungsmeßverfahren — Forschungsaufgaben der Raumakustik — Durchlässigkeit von Luftschall und einige Fragen der Raumakustik — Neuere Schallmeßverfahren.

Die Kondensatwirtschaf bei Dampfkraft-Landanlagen im Grenzgebiet der Wärmetechnik. Von Hans Baumann. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 219 S. m. 135 Abb. Preis 11,50 M.

Aus dem Inhalt: Mischkondensation — Oberflächenkondensation — Dauernde Reinhaltung der Kühltürme — Oberflächenkondensatoren — Erzeugung des Zusatzwassers für Hoch- und Höchstdruckkessel aus der Abwärme von Oberflächen-Kondensationsanlagen — Wege zur Optimierung des Dampfkraftprozesses — Der günstigste Wasserkreislauf bei Dampfkraftanlagen — Verschiedene Möglichkeiten der Abwärmeverwertung bei Kondensationsanlagen.

Handbuch der anorganischen Chemie. 4. Bd., 1. Hälfte: Die Elemente der sechsten Gruppe des periodischen Systems. Herausgeg. von Fr. Auerbach und I. Koppel. Leipzig 1927, S. Hirzel. 966 S. m. 61 Abb. Preis 64 M.

Aus dem Inhalt: Atomgewicht — Sauerstoff — Ozon — Schwefel und seine Verbindungen — Kolloidchemie des Schwefels — Atomgewicht von Selen — Selen und seine Verbindungen — Kolloidchemie des Selen — Atomgewicht von Tellur — Tellur und seine Verbindungen — Kolloidchemie des Tellurs — Polonium.

Schweizerischer Verein von Dampfkessel-Besitzern, 58. Jahresbericht 1926. St. Gallen 1927, Zollikofer & Cie. 61 S. m. Abb. Preis 7 Schw. Fr.

Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie. 1. Bd. Von Ernst Reuling und M. Gerbel. Berlin und Leipzig 1927, Julius Springer. 264 S. m. 109 Abb. Preis 16 M.

Der Kranbau. Ergänzungsband zur 2. Aufl. Bearbeitet von R. Dub. Wittenberg, Bez. Halle, 1927, A. Ziemsen. S. 513 bis 765 m. Abb. 623 bis 762. Preis 16 M.

Die Wassersperrarbeiten bei Bohrungen auf Erdöl. Von B. Schwaiger. Berlin 1927, Julius Springer. 111 S. m. 53 Abb. Preis 9 M.

Fließarbeit in der Abrechnung der Betriebs- und Hauptbuchhaltung. Erl. v. Hermann Reisberg. Stuttgart 1927, Taylor & Francis Organisation G. m. b. H. 16 S. Preis 1,40 M.

Costruzioni elettromeccaniche. Von E. Morelli. V. 2. Sez. 2a. — Applicazioni elettromeccaniche, Torino Unione Tip. Editrice Torinese. S. 1233 bis 1408 m. Abb. 1281 bis 1440. Preis 30 L.

Technologie der Textilfasern. Herausgeg. von R. O. Hepp. 2. Bd. 1. T.: Die Spinnerei. Von A. Lüdicken. Berlin 1927, Julius Springer. 268 S. m. 440 Abb. Preis 28 M.

Die Preisermittlung der Zimmererarbeiten und ihre chemisch-kaufmännischen Grundlagen. Von Hugo Bräunlein. Wien 1927, Julius Springer. 87 S. m. 51 Abb. Preis 4,80 M.

Lebende Bücher: Mathematische Hilfsmittel für Techniker. Formeln und andere Gesetzmäßigkeiten der Differential- und Integral-Rechnung. Von A. Deckert u. E. Rother. Wittenberg, Bez. Halle, 1927, A. Ziemsen. 254 S. m. 54 Zeichn. Preis 7,50 M.

Lebende Bücher: Mathematische Hilfsmittel für Techniker. Formeln und andere Gesetzmäßigkeiten der analytischen Geometrie. Von A. Deckert u. E. Rother. Wittenberg, Bez. Halle, 1927, A. Ziemsen. 128 S. m. 20 Zeichn. Preis 4,50 M.

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Kompressoren für große Kälteleistungen. Von H. Voigt	1145
Anordnung und Ausgestaltung von Petroleumhäfen	1153
Kreisplatte mit Rippenstern. Von M. Schilhansl	1154
Die Abhängigkeit der Vorgänge im Hochofen von der Stückgröße der Beschickungstoffe. Von Diepschlag	1157
Neue Zwillingsverbund-Dampfmaschine für Schiffe	1163
Fachsitzung Verbrennungsmotoren	1164
Neuartige selbsttätige Feineinstellung für Aufzüge	1166
Modellschleppversuche im Wellengang	1168
Rundschau: Die Speicherpumpenanlage des Tremorgio-Kraftwerkes — Schwere Großdrehbank von 1500 mm Spitzenhöhe — Der Zugversuch am Flachstab — Die Bedeutung des Gußgefüges für	

die Eigenschaften von Kupfer — Kleine Mitteilungen	
Bücherschau: Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Von F. Auerbach und W. Hort — Geometrie und Maßbestimmung der Kullissensteuerungen. Von R. Graßmann — Die elektrischen Einrichtungen für den Eigenbedarf großer Kraftwerke. Von Fr. Titze — Verhalten von raschlaufenden Gegendruckturbinen bei Drehzahländerungen. Von K. Mauritz — Autostähle des Welthandels. Von A. Müller-Hauff und K. Stein — Der elastisch drehbar gestützte Durchlaufbalken. Von H. Craemer — Mechanische Schwingungen und ihre Messungen. Von Geiger — Der Grundbau. Von O. Franzius — Eingänge	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS



71

SONNABEND, 20. AUGUST 1927

NR. 34

Selbsttätige Feuerungsreglung

Von Th. Stein, Berlin

vorgetragen in der Fachsitzung „Dampftechnik“ der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg 1927

Beurteilung der zweckmäßigsten Betriebsweise nach den Kennlinien des Kessels. Notwendige Empfindlichkeit der Feuerungsregler. Anordnungen von Reglern für Luft und Kohle. Luftüberschußreglung durch Rauchgasprüfer. Betriebsergebnisse. Einfluß der Reglereinstellung auf die Speicherwirkung des Kesselwasserraumes. Zusammenarbeiten von Feuerungsreglern mit Wärme- und Gasspeichern. Gemeinsame Reglung von Hochdruck- und Niederdruck-Kesselanlagen. Reine Hochdruckanlagen mit Regelspeichern oder Schnellreglern. Reglung von Kraftmaschinen und Kesseln durch gemeinsame Hauptsteuerwerke.

In den letzten zwei Jahren sind in Deutschland etwa 100 Betriebe dazu übergegangen, Feuerungen selbsttätig zu regeln und etwa 50 Dampfkessel mit Feuerungsreglern auszurüsten. Dabei handelt es sich um Großkessel, die solche Regler brauchen, weil sie im Handbetrieb kaum mehr beherrschen könnten; mehr war für die Einführung der selbsttätigen Reglung das Bestreben maßgebend, schon bei kleinen Anlagen bis zu 300 m² Heizfläche im Dauerbetrieb Wirkungsgrade zu sichern, die sonst nur bei Paradeversuchen erreicht werden. Unter dem Zwang, Regler für kleine Anlagen zu schaffen, hat man die Bauarten der Regler vereinfacht und die Zahl der Regler sowie der Kesselteile beschränkt.

Verhalten der Kessel bei Teillasten

Über die zweckmäßigste Betriebsweise der geregelten Kessel entscheiden Kennlinien für verschiedene Belastungen im Beharrungszustand, s. Abb. 1. Trägt man den Kohlenverbrauch in Abhängigkeit von der Dampferzeugung auf (unter Umrechnung auf normalen Heizwert des Dampfes und normalen Heizwert der Kohle), so erhält man mit großer Annäherung eine Gerade, abgesehen von den Werten für Überlast, die nicht aufgenommen wurden. Bemerkenswert ist, daß die Werte für beide Kessel vollkommen übereinstimmen und daß sich hier auch der Leerlaufbetrieb, der lange Nacht lang durchgeführt wurde, genau in die Kennlinie einfügt. Das Kennzeichen der Kessel ist der Leerlaufverbrauch von 7,2 vH. Aus zahlreichen Versuchen am Mannheimer Kessel ergaben sich ferner Stillstandverluste durch Anheizkohle und die nach Praeger bestimmte Einlaufkohle, die für je 1 h Stillstand 13,2 vH der bei Vollast verbrauchten Kohlenmenge entsprechen.

Anach wäre es am zweckmäßigsten, bei Verwendung von Reglern alle Kessel parallel zu betreiben, statt einen Kessel stillzulegen, um den Stillstandverbrauch (den geringeren Leerlaufverbrauch zu ersetzen). Der Stillstandverbrauch läßt sich aber durch Verminderung der inneren Auskühlung verringern; demgegenüber steigt der Kohlenverbrauch bei Leerlauf auf den Wert der Kennlinie K', weil die Überhitzung t abnimmt, und wenn man dann eintretenden Mehrverbrauch der Maschinen in Rechnung zieht, so kann der Leerlauf mehr kosten als der Stillstand, also das Stillsetzen wirtschaftlich erscheinen.

Es ist aber noch eine dritte Betriebsart durchführbar. Wie beim vorliegenden Kessel, der Leerlaufverbrauch genau auf der Kennlinie, dann ist es am wirtschaftlichsten, bei sinkender Last einzelne Kessel auf

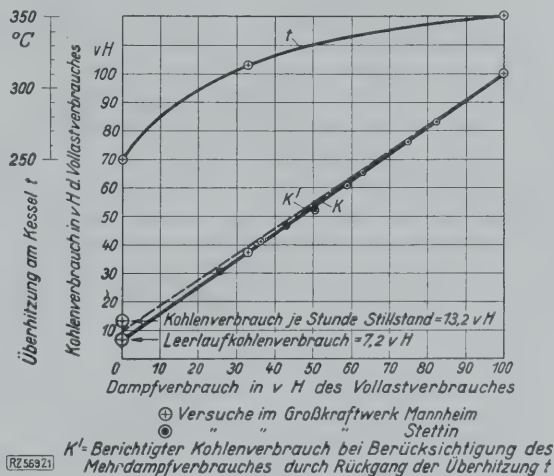


Abb. 1

Teillastversuche mit Wanderrost-Kesseln von 600 m²

schafflichsten, bei sinkender Last einzelne Kessel auf Leerlauf zu bringen und die übrigen Kessel mit hoher Last und voller Überhitzung zu betreiben. Man kann auch die Belastung der Kessel auf einen Mindestwert begrenzen, wenn die Feuerung keinen eigentlichen Leerlaufbetrieb zuläßt oder wenn bei ganz kleinen Lasten die Kennlinie K von der Geraden nach oben ausbiegt. Während man die schädlichen Wirkungen der verminderten Überhitzung durch richtigen Betrieb der geregelten Kessel beseitigen kann, bringt man bei neuen Kesseln den Überhitzer näher an den Feuerraum heran, wobei man durch Hintereinanderschalten von Strahlungs- und Berührungsüberhitzern bei allen Belastungen praktisch gleichbleibende Überhitzung erzielt³⁾.

Zweck der Feuerungsreglung ist, der im Beharrungszustand aufgenommenen Kennlinie K möglichst nahezukommen; das wird durch Ausschalten der groben und verspäteten Handeinstellung erreicht, deren Fehler besonders bei Teillast und Leerlauf stark ins Gewicht fallen. Es ist deshalb zweckmäßig, die erreichten Mittelwerte von Kohlenverbrauch und Dampferzeugung bei unregelmäßigem und bei fortschreitendem selbsttätigen Betrieb fortlaufend in ein Schaubild einzutragen, um festzustellen, wie weit man sich den Verhältnissen bei Beharrungszustand genähert hat. Der Vergleich der Kesselwirkungsgrade gibt keinen genügenden Anhalt, da man daraus

³⁾ Münzinger, Dampfkesselwesen in den Vereinigten Staaten von Amerika, Berlin 1925, S. 12.

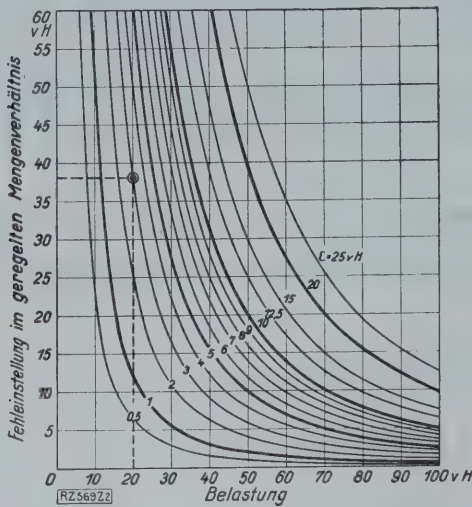


Abb. 2
Fehleinstellung durch die Regler-
unempfindlichkeit ε bei Mengenreg-
lung durch Druckabfall

nicht erkennt, ob eine gegebene Verbesserung auf höheren Belastungsfaktor oder auf wirtschaftlicheren Betrieb zurückzuführen ist.

Bei Rostfeuerung kann der geregelte Betrieb bei Teillast infolge des geringen Luftüberschusses und des Wärmestaus bei Rückgang der Belastung die Roste zum Glühen bringen, was durch eine Rostkühlung verhindert werden muß. Hierfür hat sich das Bespritzen der Roste mit Wasser von unten her im allgemeinen bewährt, wenn die Wassermenge richtig bemessen wird. Roučka läßt den Spritzdüsen ständig eine geringe Wassermenge zufließen, damit sich die Düsen nicht verstopfen, während zum Spritzen in regelmäßigen Zeitabständen ein kräftiger Wasserzustrom freigegeben wird. Die Länge der Zeitabstände wird der Belastung angepaßt. Bei der Feuerungsreglung AEG-Askania wird Druckluft gegen den Rost geblasen und der Luft je nach der Belastung mehr oder weniger Wasser zugemischt.

Merkmale der Feuerungsregler

Beim Regeln von Feuerungen müssen die Regler bedeutend höhere Anforderungen erfüllen als bei anderen Regelaufgaben. Wasserstände kann man auch bei großen Wassermengen regeln, indem man Schwimmer und Ventil unmittelbar verbindet, die Geschwindigkeit von Kraftmaschinen und die von Ventilen eingestellten Dampfdrücke dagegen bei größeren Leistungen nur mittels einer Hilfskraft; noch schwieriger ist es, bei den Feuerungen die Mengen von Dampf, Luft und Kohle selbsttätig in Übereinstimmung zu bringen. Man mißt diese Mengen mit Hilfe von Drücken und Druckunterschieden, die quadratisch mit den Mengen zunehmen. Deshalb werden die Meßgrößen bei kleiner Last sehr klein und die verfügbaren Regelkräfte sehr gering. Der kleinste Mangel an Empfindlichkeit der Regler hat dann bei kleiner Last große Fehler im Mengenverhältnis zur Folge. Beträgt die Unempfindlichkeit nur 3 vH des Meßdruckes für Vollast (z. B. 3 vH von 20 mm W.-S. oder 0,6 mm W.-S.), so entsteht bei einer Belastung von 20 vH ein Fehler von 38 vH, s. Abb. 2. Der Bau von Reglern von geringer Masse und hoher Empfindlichkeit hat aber ermöglicht, mit einfachen Mitteln und bei kleinen Abmessungen hohe Genauigkeit zu erreichen. Dieser Erfolg war die wichtigste Voraussetzung für die allgemeine Einführung der selbsttätigen Feuerungsreglung, zeigt aber auch, daß man nicht jede Reglerart ohne weiteres für diesen Zweck benutzen kann.

Während z. B. beim Geschwindigkeitsregler die Fliehkraft den Muffenhub verstellt und die Muffe über das Gestänge mit dem Hub von Druckreglern verbindet, vermeidet man bei den Feuerungsreglern diese Zwischenglieder und benutzt eine unmittelbare Kraftverbindung zwischen der regelnden und der zu regelnden Größe (z. B.

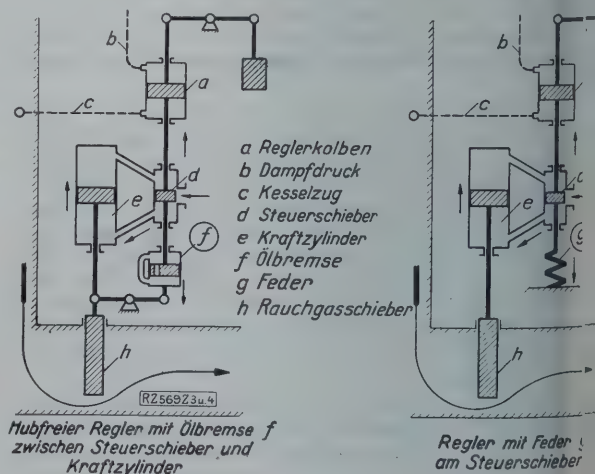
Dampfdruck und Kesselzug), Abb. 3. Damit nicht die geringste Kraftänderung auf einer Seite des Kolbens a den Steuerschieber d in die Endlage und ein Überregeln entsteht, ist eine Ölbremse f zwischen Steuerschieber und Kraftzylinder e geschaltet. Bei rikanischen Bauarten ist diese Ölbremse ebenso wie der Kraftzylinder. Roučka ist es gelungen, die Empfindlichkeit des Reglers zu erhöhen und die Abmessungen der Ölbremse zu verkleinern; bei seinem Regler ist die sonst notwendige Verbindung zwischen Steuerschieber und Kraftzylinder dadurch ersetzt, daß statt des Kraftzylinders nur dessen Steueröl auf die Ölbremse f (Rechnerisch kann nachgewiesen werden⁴⁾), daß die Ölbremse vollwertig durch eine Feder g , Abb. 4, ersetzt kann, die der Bewegung des Steuerschiebers entgegen wirkt. Diese Anordnung wird beim AEG-Askania-Regler verwendet.

Umfang der Reglung

Die Regelung der Luftzufuhr nach Maßgabe der Belastung ist der erste Schritt zum selbsttätigen Regeln einer Feuerung. Mit dieser einfachsten Regelung kann man bei Rostfeuerungen gute Erfahrungen gemacht haben, die die schwierige Doppelaufgabe des Heizers, gleichzeitig die Belastung nachzukommen und für gute Verbrennung zu sorgen, entfällt, seine Tätigkeit beschränkt sich schließlich darauf, die Kohlenzufuhr nach dem wirtschaftlichsten Luftüberschuß einzustellen. Da der Regler bei jeder Änderung der Belastung die Luftzufuhr sofort verstellt, also viel schneller und häufiger, wenn man die Rauchgasklappe mit der Hand bedient, so hat es sich als zweckmäßig erwiesen, den Regler durch ein Meßgerät zu unterstützen, das augenblicklich jede Änderung der Verbrennung anzeigt. Diesem Meßgerät dienen nach dem Vorbild von Bailey Meßgeräte, die fortlaufend Dampfmenge und die zugehörige Luftmenge als Maßstab für den Luftüberschuß anzeigen. Die Anwendbarkeit dieser Meßgeräte setzt eine gute Wasserreglung voraus, damit nicht Unterschiede in der Dampfentwicklung infolge wechselnder Speisungen im Luftüberschuß vortäuschen.

Der Betrieb geregelter Kessel, die an eine gemeinsame Leitung angeschlossen sind, kann erschwert werden, wenn die Kessel ungleiche Brennstoffschichten im Feuerbett enthalten, die durch Unachtsamkeit des Heizers oder wechselnde Kohle entstehen. Man kann oft die Kessel nach dem Dampfdruck der Sammelleitung auf gleiche Zugstärke $p_1 = p_2$, Abb. 5. Dann erhöht sich die dünnere Feuerbett K_2 die größere Luftmenge, was die Unterschiede verstärkt. Es ist deshalb besser, auf die Druckunterschiede $\Delta p_1 = \Delta p_2$ hin zu regeln, Abb. 6. Die Rauchgasklappen b stellen sich dann so ein, daß die Luft auf beide Kessel stets gleichmäßig verteilt.

⁴⁾ Stein, a. a. O. S. 245.



Hubfreier Regler mit Ölbremse f
zwischen Steuerschieber und
Kraftzylinder

Regler mit Feder g
am Steuerschieber

Abb. 3 und 4
Mittelbare Regler mit Kraftverbindung zwischen
Meßgrößen (z. B. Dampfdruck und Kesselzug)

Abb. 5 und 6
Reglung der Luftzufuhr von Dampfkesseln nach der
Belastung

Abb. 7 bis 9
Reglung von Luftzutrittsklappen

Außer der Rauchgasmenge im Fuchs muß oft der Luftzutritt zur Feuerung geregelt werden. Bei Unterdruck ist es zweckmäßig, die Unterwindklappe so zu verstellen, daß der Unterdruck im Feuerraum wenige Millimeter W.-S. beträgt, und Unterwindklappe sowie Motorüberstand mit dem gleichen Kraftzyylinder zu koppeln, s. Abb. 7. Das Drosseln der Luftzufuhr ist auch bei Feuerungen ohne Unterwind erforderlich, wenn die Last klein ist. Infolge der hohen Temperatur ist das Gewicht der Luftsäule über dem Kessel kleiner als das Gewicht der entsprechenden Säule der kalten Außenluft. Bei Unterdruck auf der Höhe des Rostes, s. Abb. 8, ist deshalb oben im Kessel der Druck höher als der Außenluft auf gleicher Höhe. Dieser Überdruck, der nur 3 mm W.-S. für 1 m Höhe beträgt, treibt die Rauchgase in das Kesselhaus, wenn der Rost nicht verschalt und der Luftzutritt mit Hilfe der Klappe *b* so gedrosselt wird, daß auch bei kleiner Last über dem Rost genügender Unterdruck herrscht.

Man hat bisher einen besonderen Unterdruckregler in den Kesseln dieser Luftklappe verwendet. Für kleine Kesselanlagen benutzt Roučka einen Regler, Abb. 8, der die Rauchgasklappe entweder nach dem Dampfdruck oder nach dem Unterdruck im Feuerraum regelt. Der Regler stellt bei hoher Last den Kesselzug nach dem Dampfdruck ein, wobei die Luftklappe *b* ganz offen steht; bei Überlastung auf kleine Last schließt man mit der Hand die Rauchgasklappe und schaltet den Regler so um, daß er gleichbleibenden Unterdruck im Feuerraum einstellt. Die Anwendung eines zweiten Reglers für die Luftklappe ergibt sich auch, wenn man Luftklappe und Rauchgasklappe durch einen Seilzug verbindet, Abb. 9, und die Rauchgasklappe so regelt, daß der Druckunterschied zwischen zwei Punkten des Rauchgasstromes gleichbleibt; nur bei dieser groben Einstellung der Luftklappe veränderliche Unterdruck bleibt dann ohne Rückwirkung auf die Steuerung der Rauchgasklappe.

Als allgemeine Richtlinie kann gelten, daß es zweckmäßig ist, alle Teile zu kuppeln und durch den gleichen Regler einzustellen, von denen das genaue Einhalten eines Zwischenwertes (z. B. des Druckes im Feuerraum unter dem Unterwind- oder vor dem Saugzuggebläse) gefordert wird; dagegen braucht man besondere Regler für alle solche Teile, die ein bestimmtes Mengenverhältnis einhalten müssen (z. B. das für den Luftüberfluß maßgebende Verhältnis Luft : Kohle). Verbindet man Klappen, die zur Feinreglung dienen, mit Regelwiderständen von Antriebsmotoren (z. B. beim Unterwindgebläse), so ist es zweckmäßig, die Verbindung mit Federfedern zu versehen, die zusammengedrückt werden müssen, ehe der Regelwiderstand verstellt wird; man vermeidet dadurch, daß der Regelwiderstand zwischen zwei benachbarten Kontakten pendelt. Aus örtlichen Gründen kann es sich empfehlen, bei großen Kesseln noch mehr getrennte Regler anzubringen.

Die Regelung der Kohlenzufuhr hat sich als Ergänzung der selbsttätigen Einstellung der Luftzufuhr gut bewährt. Der Heizer wird von der Arbeit des ständigen Nachstellens entlastet, die bei selbsttätiger Regelung der Luftzufuhr häufiger als beim reinen Handbetrieb auftritt, zumal die Rostgetriebe nur grob einstellbar sind; bei allen Belastungen, die zwischen zwei Schallstufen des Getriebes liegen, pendelt die Rostgeschwindigkeit dauernd zwischen der höheren und der tieferen Schallstufe.

Wesentlich vereinfacht werden solche Regler durch Anwendung von Gebläsen und Ölpumpen, die statt der Fliehkraftregler die Drehzahl der Antriebsmotoren der Roste oder der Kohlenstaub-Förderschnecken als Maß für die zugeführte Kohlenmenge beeinflussen. Bei der Schaltung nach AEG-Askania, Abb. 10, bestimmt der Belastungsregler b die Spannung der Steuerdynamo d , die die Antriebsmotoren f der Roste und den Antriebmotor eines Rückführgebläses g versorgt. Der Belastungsregler bringt so den Druck der Sammelleitung mit dem Unterdruck oder der Drehzahl des Meßgebläses h , also Dampfbedarf mit Kohlenzufuhr, in Übereinstimmung. Jede Rauchgasklappe steht ferner unter dem Einfluß eines Reglers, auf den der Unterdruck des Gebläses h und die Rauchgasmenge wirken; dadurch wird der Kohle die richtige Luftmenge zugemessen, gleichviel, ob sich die Kohlenmenge infolge eines Wechsels der Gesamtbelastung oder dadurch ändert, daß die Last mit Hilfe der Regelwiderstände l auf die einzelnen Kessel anders verteilt wird.

In der Regel läßt der Heizer das Feuer vor einer starken Lastabnahme, z. B. vor einer Mittagspause, zurückgehen, ehe der Dampfverbrauch sinkt. Durch Eingriff in die Regelung der Steuerdynamo mit der Hand oder mittels eines Uhrwerks kann man diese Einschränkung der Kohlenzufuhr für alle Kessel gemeinsam einleiten.

Abb. 10 und 11
Feuerungsreglung. Erfassung der Kohlenmenge durch
Meßgebläse

Bei Kohlenstaubfeuerungen, Abb. 11, verbindet man mit jeder Förderschnecke je ein Kapselgebläse *a*, leitet die gesamte von dem Gebläse geförderte Luft über einen Staurand *b* und überträgt den Druck vor dem Staurand auf den Regler. Für niedrige Drehzahlen, also unmittelbare Kupplung mit der Förderschnecke, verwendet man Kapselpumpen mit Ölförderung. Da sich die Luftzufuhr bei Verwendung von Kraftzylindern mit kurzer Schlußzeit schnell nach dem Meßdruck der Gebläse einstellt, entsteht auch bei starken Änderungen der Belastung weder bei steigender noch bei fallender Last ein schädlicher Luftmangel; Maßnahmen zum Schutz gegen Rauchentwicklung, wie bei amerikanischen Reglern, sind also bei dieser Schaltung nicht notwendig.

In kleineren vorhandenen Anlagen, für die sich die Aufstellung von Steuerynomo oder Gleichrichter zum Parallelregeln der Motoren nicht lohnt, und bei denen nicht genug regelbare Einzelmotoren zur Verfügung stehen, kann man die Antriebsmotoren oder die Stufen der Feuerungen mittels geregelter Kraftzylinder in regelmäßigen Zeitabständen ein- und ausschalten, Abb. 12. Das Meßgebläse *d* speist hier einen Speicherbehälter *e* mit unveränderlicher Auslaßöffnung. Der Druck in diesem Behälter ändert sich auch bei plötzlicher Änderung der Gebläsedrehzahl nur allmählich; er bietet also einen Maßstab für den Mittelwert der geförderten Kohlenmenge. Nach diesem Mittelwert stellt der Regler in längeren Zeitabständen durch Umschalten des Getriebes *b* die Kohlenzufuhr ein.

Besonders bei Kohlenstaubfeuerungen ist die Antriebsdrehzahl der Förderschnecken kein genügend genauer Maßstab für die Kohlenmenge; außerdem erfordert wechselnde Kohlenbeschaffenheit eine Veränderung im Mengenverhältnis von Luft und Kohle. Die hiernach notwendige Luftüberschußregelung als letztes Glied in der Verfeinerung des selbsttätigen Betriebes hat die Einführung der Rauchgasprüfer bei den deutschen Reglern bedeutend vereinfacht. Bei der Bauart AEG-Askania, Abb. 13, für Anlagen mit veränderlicher Belastung ver stellt der Ranarex-Rauchgasprüfer mittels eines kleinen Kraftzylinders *k* das Mengenverhältnis von Kohle und Luft, das der Regler *a* durch Steuerung der Rauchgasklappe *b* der Belastung anpaßt, indem er in jedem Augenblick die Drehzahl des Antriebsmotors der Feuerung und die Rauchgasmenge in Übereinstimmung bringt. Der Anzeigeverzögerung des Ranarex-Reglers wird durch einen Zeitsteuerhahn *i* begegnet, der den Zufluß des Öls zum Strahlrohr *g* nur etwa alle 2 min für wenige Sekunden freigibt. Proportional der Verstellung des Schiebers *l* ändert sich das geregelte Mengenverhältnis. Der Verstellweg des Getriebes ist aber dem Strahlrohr ausschlag, d. h. der Abweichung des CO₂-Gehaltes der Rauchgase, proportional und so abgestimmt, daß jede Änderung des CO₂-Gehaltes mit der ersten Verstellung des Schiebers beseitigt wird. Die Genauigkeit der CO₂-Reglung beträgt $\pm 0,5$ vH.

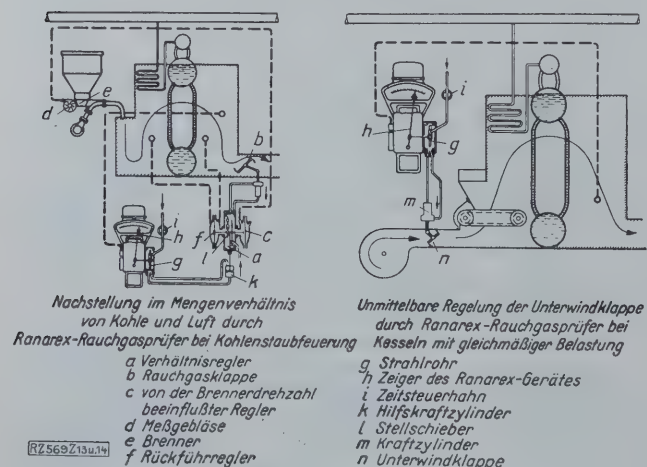
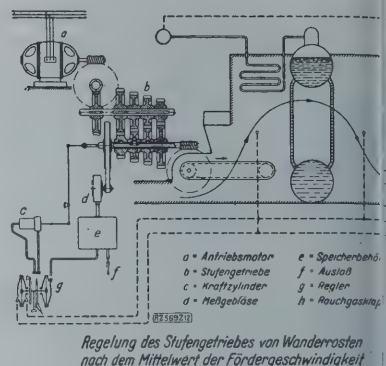


Abb. 13 und 14
Rauchgasprüfer-Reglung

Abb. 12
Reglung des Stufengetriebes von Wanderrosten nach dem Mittelwert der Fördergeschwindigkeit



Die Regelung mittels Rauchgasprüfers bietet die Möglichkeit, selbsttätigen Betrieb mit geringen Anlagenkosten in Werken anzuwenden, die annähernd gleichbleibende Last haben. Da es sich hier nicht lohnt, die Lastung aller Kessel selbsttätig zu regeln, so genügt ein einziger Regler aufzustellen, der umschaltbar den Betrieb des jeweiligen Spitzenkessels beeinflusst. Allen anderen Kessel werden mit gleichbleibender Vollast betrieben und erhalten Rauchgasprüfer, die unmittelbar die Luft- oder eine Rauchgasklappe steuern, s. Abb. 14.

Betriebsergebnisse

Die Kohlenersparnisse entstehen beim selbsttätigen Betrieb dadurch, daß die Verzögerungen und Ungenauigkeiten der Handreglung beseitigt werden; sie können Anlagen mit 24stündigem Betrieb noch dadurch steigern, daß auch die Stillstandverluste entfallen. Es ist wichtig zu prüfen, ob Ersparnisse nur vorübergehend infolge erhöhter Aufmerksamkeit eintreten, die man bei Eib der Regler dem Kesselbetrieb zuwendet, oder ob der Regler Gewähr für dauernde Wirtschaftlichkeit bietet. Hierüber wurden Betriebsergebnisse in Anlagen ermittelt, die schon lange mit Feuerungsreglern arbeiten.

Die Zusammenstellung dieser Ergebnisse, Abb. 15, zeigt dauernde hohe Ersparnisse. Die Anlage in Wehlitz mit Roučka-Reglern versehen, die die Luftzufuhr stellen; ein Dauerversuch des Kesselüberwachungsveibergab bei sehr stark schwankender Belastung ergab einen Kesselwirkungsgrad von 82,4 vH. Die besonders hohe Kohlenersparnis im Monat April ist darauf zurückzuführen, daß in diesem Monat alle, in den späteren Monaten dagegen wegen Kesselreinigung nur etwa 75 vH Kessel selbsttätig geregelt wurden. Die Anlage in Kassel, die ohne die Rauchgasvorwärmer einen Betriebswirkungsgrad von 78 vH ergab, und die Anlage in Darmstadt arbeiten beide mit AEG-Askania-Reglern, die die Luft- und Kohlenzufuhr einstellen. Trotz des zehnstündigen Betriebes, also ohne Verminderung der Stillstandverluste, erreichten die Ersparnisse etwa 15 vH.

Bemerkenswert sind ferner Vergleichsversuche von Oberbeck⁵⁾, bei denen an aufeinanderfolgenden Tagen der gleiche Kessel mit und ohne Regler arbeitete und der Heizer bemüht war, sein Bestes zu leisten. Die Ergebnisse bei Reglerbetrieb betrugen 11 vH; ein Vergleich der Monatsdurchschnitte mit denen des Vorjahres ergab jedoch Ersparnisse von 15 bis 20 vH. Man muß also stets unterscheiden zwischen Beharrungswirkungen und Betriebswirkungsgrad bei selbsttätiger Regelung. Der beste Handreglung während eines Versuches und gewöhnlichem Betrieb.

Bisher ist nicht festgestellt worden, daß beim Betrieb mit Reglern weniger Heizer gebraucht werden; dagegen verminderten sich die Kosten der Instandsetzung von Rostfeuerungen dadurch, daß das Mauerwerk geschützt wird.

Speicher und Feuerungsregler

Das Speichervermögen des Kesselraumes läßt sich durch Feuerungsregler ausschöpfen oder planmäßig ausnutzen, es kann aber den Reglergang auch erschweren. In Abb. 16 ist wagerecht der Widerstand der Dampfströmung vom Kessel *a* durch

⁵⁾ „Die Wärme“ Bd. 49 (1926) S. 863.

erhitzer b und die Sammelleitung c nach der Entnahme-
le d des Regeldruckes dargestellt. Der Regler ist so
gestellt, daß er beim Abfall des Drucks der Vollast-
mpfmenge den Kessel auf vollem Druck erhält. Der
gleichförmigkeitsgrad δ des Reglers ist dem Druck-
fall δ_a gleich, und der „Gleichdruckpunkt“ entsteht,
Kessel, Fall I. Die strichpunktierte Linie stellt dann den
„Nulldruck“ bei der Dampfmenge (also auch beim Druck-
fall) null dar, die ausgezogene Linie den Druckverlauf
Vollast, die gestrichelten Linien entsprechen den Zwei-
elasten. Wird dagegen der Ungleichförmigkeitsgrad
größer, Fall II, so daß der Regler schon bei geringerem
Druckabfall die Vollastdampfmenge einstellt, dann ver-
schiebt sich der Gleichdruckpunkt in die Rohrleitung.
Man sieht in Abb. 16, daß sich am Kessel bei Vollast (aus-
gezogene Linie) ein höherer Druck einstellt als bei Null-
last (strichpunktierte Linie). Um den Kessel auf höhere
Drucksetzung zu bringen, muß man also außer dem gesteigerten
Wärmebedarf zusätzlich Wärme für die Druck-
steigerung im Kessel aufwenden. Die häufig gestellte
Forderung, daß der Druck nicht im Kessel, sondern in
der Sammelleitung konstant bleiben soll, führt also zu
einem „Überregeln“, da die Feuerung nicht nur den ge-
steigerten Wärmebedarf, sondern darüber hinaus noch
Wärme für die Drucksteigerung liefern muß, was beson-
ders bei den trägen Rostkesseln unzweckmäßig ist. Da-
gegen wird durch Erhöhung des Ungleichförmigkeits-
grades die Feuerung entlastet, Fall III. Der Gleichdruck-
punkt wandert „über den Kessel hinaus“ und beim Über-
gang von Nullast auf Vollast sinkt der Kesseldruck, wobei
ein Teil des gesteigerten Wärmebedarfes aus dem spei-
chenden Wasserraum geliefert wird. Fall IV zeigt fer-
ner, daß durch Steigerung des Lastanteils der geregelten
Dampfmenge infolge des stärkeren Druckabfalls der Gleich-
druckpunkt nach rechts rückt, wodurch die Kessel über-
lastet wird, daß sie dagegen bei einer Verminderung des Last-
anteils speichern.

Diese Verhältnisse muß man beim Einstellen der
Regler im Auge behalten und gegebenenfalls größere
Ersparnisse im Strömungswiderstand des Dampfes aus
verschiedenen Kesseln durch Abspernteile oder Druck-
regler beseitigen.

Um den Einfluß des Ungleichförmigkeitsgrades des
Reglers allgemein darzustellen, nehmen wir einen sinus-
förmigen Verlauf der Belastung D an, Abb. 17; der Ver-
lauf der geregelten Luftmenge ist dann die Linie L ,
wenn man einen Rostkessel mit einer Trägheit der
Feuerung bei Änderung der Luftmenge (Luftanlaufzeit)
von 60 s und einer Trägheit des Wasserraumes (Wasser-
anlaufzeit) von 600 s zugrunde legt⁹⁾. Der Verhältnis-
wert α der größten Ausschläge für verschiedene Dauer T
der Belastung zeigt, daß an sich schon stärkere Schwan-
kungen der Luftzufuhr erforderlich sind, um die Rost-
kessel zu überwinden, Abb. 18. Versucht man aber, die
Gleichdruckstelle nach der Sammelleitung hin zu verlegen,
so nehmen bei kurzen Schwankungen diese Ausschläge

⁹⁾ Stein a. a. O. S. 217 und 220.

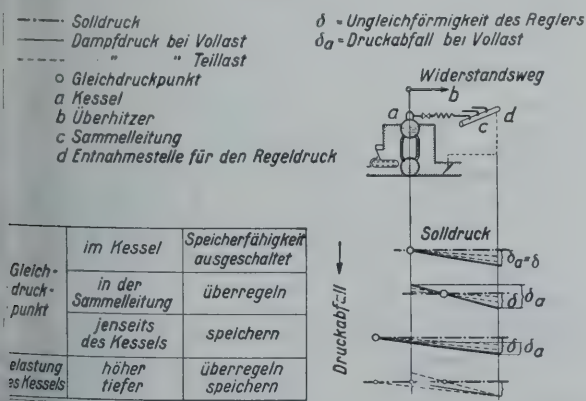


Abb. 16

Einfluß des Kesselwasserraumes auf die Feuerungs-
regelung. Überregeln und Speichern.

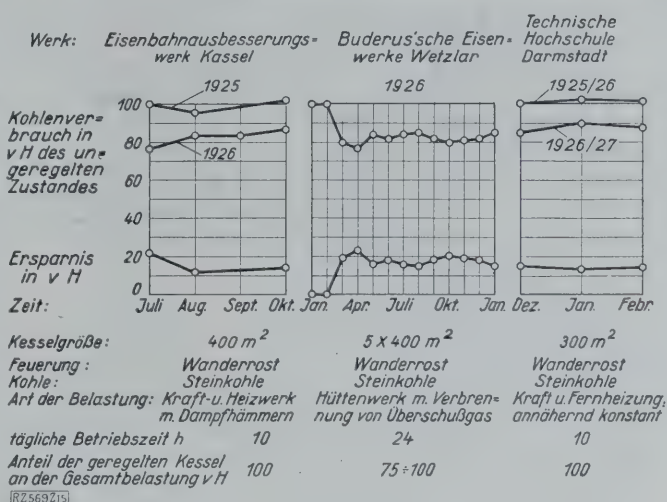


Abb. 15

Kohlenersparnisse durch Feuerungsregelung

in unzulässigem Maße zu, während das Speichern in vielen
Fällen die Feuerung beruhigt. Der Einfluß des Speicher-
vermögens des Wasserraumes nimmt ferner bei langdauern-
den Schwankungen ab.

Die Höhe des Solldruckes beeinflusst das Speicherver-
mögen des Kessels nicht. Durch Abstimmen der Solldrucke
von Kesselgruppen kann man aber wie beim Parallel-
betrieb von Maschinen die Regler von Grundlastkesseln
und Spitzenkesseln nacheinander zum Eingreifen bringen,
Abb. 19. Damit der Druck der Spitzenkessel II bei hohen
Belastungen wieder steigt, kann man die Belastung dieser
Kessel in lineare Abhängigkeit zum Dampfdruck der
Sammelleitung bringen, während sie sonst nach einem
quadratischen Gesetz davon abhängt. Die Regler stellen
einzelne Kessel auch ungewollt ab, wenn die Kessel mit
Einzelreglern arbeiten, deren Solldruck ungenau einge-
stellt ist; man verhindert dies durch ein gemeinsames
Hauptsteuerwerk oder durch elektrisches Parallelregeln
der Kessel mit Hilfe einer Steuerdynamo.

Das Speichern von Wärme in Kesseln durch Druck-
änderung oder auch durch Regeln der Speisung beschränkt
sich auf Minuten. Bei der Entscheidung darüber, ob man

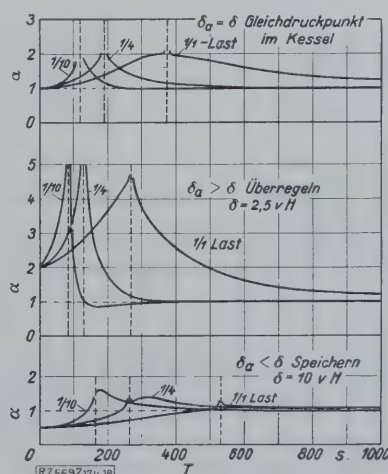
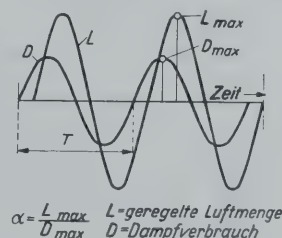


Abb. 17 und 18

Einfluß der Reglerungleichförmigkeit δ

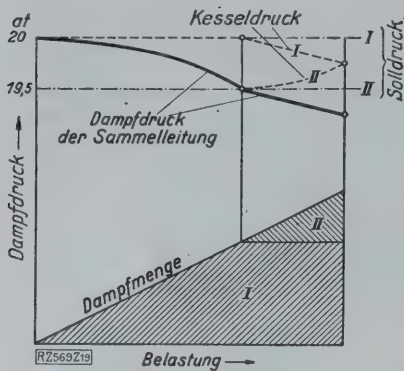


Abb. 19
Abstimmung des Soll-
druckes von Grund-
lastkesseln (I) und
Spitzenkesseln (II)

zum Ausgleich von längeren Schwankungen Wärmespeicher oder Feuerungsregler anwenden soll, verdient der Wärmespeicher immer den Vorzug, wenn der Ausgleich ermöglicht, mit weniger Kesseln im Betrieb auszukommen. Die Anlagekosten und die Leerlauf- oder Stillstandverluste werden kleiner, was man bei Feuerungsreglern nicht erreicht. Gleicht der Wärmespeicher die Belastung vollkommen aus, dann bleibt für die Feuerungsregler nur die Aufgabe, z. B. mit Hilfe von Rauchgasprüfern den wirtschaftlichen Luftüberschuß zu sichern.

In Großkraftwerken mit Lastspitzen ergibt sich eine natürliche Abgrenzung der Arbeitsgebiete von Wärmespeicher und Feuerungsreglern. Die höchsten Spitzen der Belastung kann man nur durch Ruths-Speicher ausgleichen, Abb. 20. Während die Ersparnisse durch den Ausgleich ausschließlich von der Höhe der Spitze abhängen, wachsen die Anlagekosten mit der Fläche der Belastungslinie in kWh. Deshalb bildet der Gleichdruckspeicher mit beschränkter Spitzenleistung, aber geringeren Anlagekosten für 1 kWh Speichervermögen, eine willkommene Ergänzung zum Ausgleich des breiteren Teiles der Lastspitze. Die Speicher werden in den Stunden geringer Last aufgeladen, zunächst der Ruths-Speicher, der bei Bedarf unbeschränkte Spitzenleistung abgeben und jeden Augenblick einspringen kann. Zwischenwerte der Belastung werden von den Feuerungsreglern beherrscht.

Im Schaltbild einer derartigen Anlage, Abb. 21, fließt das Kondensat über die Anzapfdampf-Vorwärmer *b*, von denen der zweite auf gleichbleibenden Druck geregelt wird. Eine weitere Erwärmung des Kondensats erfolgt im Rauchgasvorwärmer *d* und, parallel dazu, im Gleichdruckspeicher *f*. Der Verteilregler *i* sorgt in Verbindung mit den Stauscheiben *k* dafür, daß diese Teilströme immer im gleichen Verhältnis stehen. Bei Mittellasten arbeitet nur der Feuerungsregler *V*. Die Steuerventile II und IV des Ruths-Speichers sind geschlossen, und der Dampfdruckregler I, III der Steuervorrichtung *g* des Gleichdruckspeichers arbeitet mit totem Gang. Der Regler *g* steuert das Speiseventil *l* in der Weise, daß Zufluß und Ablauf des Speisewassers gleich sind; der Wasserspiegel bleibt also unverändert, und der Speicher wirkt als reiner Vorwärmer.

Überschreitet der Dampfdruck bestimmte Grenzen, dann öffnet sich das Ladeventil II des Ruths-Speichers, der Dampfdruckregler der Steuervorrichtung *g* erreicht seine Grenzlage, und durch verstärkte Speisung wird Dampf niedergeschlagen. Kann der volle Dampfüberschuß auch bei höchster Leistung der Speisepumpen nicht niedergeschlagen werden, so vermindern bei weiterem Steigen des Druckes die Feuerungsregler *V* die Kesselleistung, wie der Verlauf des Ladevorganges in Abb. 20 erkennen läßt. Dagegen öffnet sich bei zu niedrigem Dampfdruck das Entladeventil IV des Ruths-Speichers, und der Regler *g* schließt das Speiseventil, so daß sich der Gleichdruckspeicher entlädt.

In Abhängigkeit vom Dampfdruck der Sammelleitung kann man Feuerungsregler und Speicherregler durch ein gemeinsames Hauptsteuerwerk derart regeln, daß sie nacheinander in der richtigen Reihenfolge eingreifen. Die Art der Reglerabstimmung ergibt sich aus dem Verlauf der Dampfdrücke. Dabei ist konstanter Kesseldruck, also Beharrungszustand der Feuerung, vorausgesetzt. Die Speicher greifen aber auch bei jeder Störung des Wärmegleichgewichtes ein und entlasten dadurch die Feuerung.

Es ist zweckmäßig, zum Steuern der Speicher Regler ohne Ungleichförmigkeit (Gleichdruckregler) zu verwenden, damit beim Eingreifen der Speicher der Dampfdruck konstant bleibt und die Feuerungsregler unverändert in Stellung beibehalten. Man erreicht dies am einfachsten durch Beseitigung der Rückführung, was in vielen Fällen wegen der sogenannten „Selbstregelung“ zulässig. Nähere Angaben hierüber bleiben vorbehalten.

Feuerungsregler eignen sich auch dazu, Gas- und Wasserpumpen in Hütten und Zechen planmäßig zu benutzen, um längere Schwankungen des Dampfbedarfes von Rostfeuerungen fernzuhalten, die mit Abfallkohle gespeist werden. Das erleichtert die Aufgabe, den Dampfbedarf dieser Betriebe ausschließlich durch Überschuß- und Abfallkohle zu decken. Die Gaszufuhr zu einem Kesselgruppe steuert der Regler *c*, Abb. 22, nach dem Druck im Dampfnetz, wobei die Rückführung *d* durch die Gasmenge beeinflusst wird. Die Verteilung der Gasmenge auf einzelne Kessel regeln Handabsperrventile *b*. Jeder Kessel hat einen Gemischregler *e*, *f*, der der Gasmenge die richtige Luftmenge zuordnet. Bei unveränderter Stellung der Rauchgasklappe würden aber mit wechselnden Gas- und Luftmengen, die dem Kessel zuströmen, auch veränderliche Luftmengen durch den Kessel gesaugt werden. Dies wird durch einen Regler *g* verhindert, der den Rauchgasschieber auf einen bestimmten Unterdruck im Feuerraum und damit auf eine bestimmte Luftströmung durch den Kessel einstellt. Der Regler *h* steht unter dem Einfluß des Gasdruckes und stellt den geregelten Unterdruck und damit die Luftmenge entsprechend den langsamen Änderungen des Gasdruckes, so daß sich die Kesselleistung nur allmählich ändert. Eine dynamische Untersuchung ergibt, daß dieser Vorgang stabil verläuft, was die Anlaufzeit des Gasspeichers größer als die Anlaufzeiten von Feuerung und Wasserraum des Kessels ist.

Hochdruckanlagen

Die speichernden Wasserräume der heutigen Kesselanlagen bilden eine Trägheit des Kesselbetriebes, die allem ermöglicht hat, die Vorgänge in der Feuerung mit der Hand zu regeln. Während die Schwungmassen einer Kraftmaschine in 10 bis 20 s anlaufen, beträgt die entsprechende Anlaufzeit eines üblichen Kessels 600 s, also 30- bis 60mal mehr. Da bei Hochdruckkesseln die Speicherung fehlt, so ist hier die selbsttätige Regelung ebenso notwendig wie für die Regelung der Geschwindigkeit der Kraftmaschinen.

Eine Erleichterung des Betriebes, die für Hochdruckanlagen wichtig ist, gewinnt man durch die Feuerungsreglung für die Zwischenüberhitzer. Das Durchbrechen braucht man nur dann zu fürchten, wenn der Zustand der Feuer in den verschiedenen Kesseln ungleich ist; bei selbsttätiger Regelung der Kessel entfällt diese Schwierigkeit.

Bei der Aufstellung von Hochdruckkesseln, die zunächst noch mit Niederdruckkesseln zusammenarbeiten kann man den wirtschaftlicher arbeitenden Hochdruck-

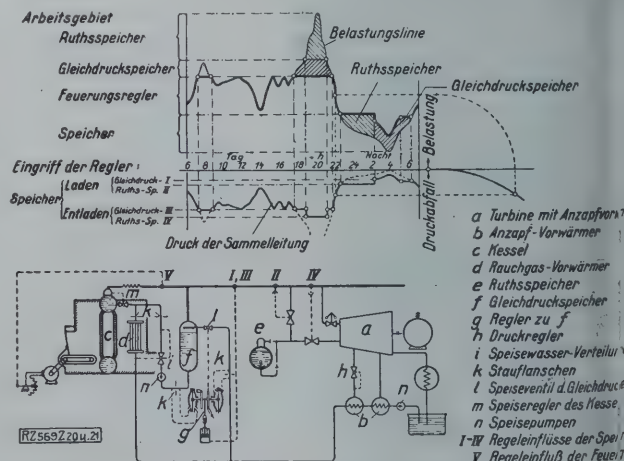


Abb. 20 und 21
Zusammenarbeiten von Feuerungsreglung mit Ruths-
speicher und Gleichdruckspeicher

Besonders zu beachten sind Verzögerungen des Regorganges, die beim Regeln von Einzelmühlen an enstaubeuerungen entstehen. Der Zeitunterschied zwischen dem Verstellen der Kohlenzufuhr zur Mühle der Änderung der Verbrennung bedingt eine Vererung des Regelspeichers, wie sich rechnerisch nachen läßt. Um dann die Luftzufuhr der verspäteten enzufuhr anzupassen, kann man sie mittels einer Ölse verzögern, was im Elektrizitätswerk Mark unter endung von Arca-Reglern durchgeführt wurde, oder a Uhrwerk oder Kraftgetriebe mit langer Schlußzeit Luftzufuhr der Kohlenzufuhr anpassen. Jede Vererung erschwert den Betrieb geregelter Hochdruck-

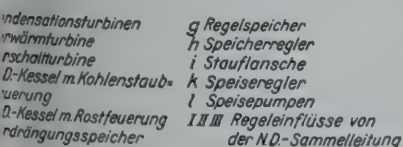


Abb. 23
Reglung von
Feuerungen
und Verdrän-
kungsspeicher
bei gemischter
Hochdruck- und
Niederdruck-
Dampfanlage



Reglung von Gas- und Rostfeuerungen mit Gasspeicher

Der Druckwandler h_1 erzeugt einen zur Dampfmenge verhältnismäßigen Luftdruck, der auf die Mengenregler l_1 bis l_3 übertragen wird; diese stellen Kohlenmenge, Speisewassermenge und Rauchgasströmung im Überhitzer verhältnismäßig ein. Druck und Temperatur werden durch die Druckwandler i_1 bis i_3 in entsprechende Steuer-Öldrücke umgewandelt, die das geregelte Mengenverhältnis mittels der Regler m verstellen. Verstärkte Wärmezufuhr erhöht Druck und Temperatur, die Regelung infolge dieser Größen muß also im gleichen Sinne wirken; verstärkte Speisung erhöht den Druck (bei Röhrenkesseln ohne Speicherraum) und vermindert die Temperatur, die Nachstellregler wirken deshalb im entgegengesetzten Sinn. Den Vorwärmkessel a , aus dem der Hochdruckkessel b das Speisewasser erhält, kann man ähnlich wie einen Niederdruckkessel als Speicher verwenden, indem man Änderungen der Vorwärmtemperatur und des Wasserstandes zuläßt.



Abb. 24
Schnellreglung von Hochdruckkesseln

Statt die Mengenreglung von der Dampflieferung der einzelnen Kessel abhängig zu machen, kann man vom Ursprung der Laständerungen, der elektrischen Leistung, aus ein Hauptsteuerwerk betreiben, das nicht nur die Kessel, sondern auch die Einlaßventile der Kraftmaschinen augenblicklich durch Mengenregler einstellt, während die Nachsteuerung auf Grund der Änderungen im Dampfzustand auf die Kessel und auf Grund der Änderungen der Stromwechselzahl auf die Kraftmaschinen wirkt. Aus diesen Möglichkeiten können sich Kraftmaschine, Kessel und Wärmespeicher zur regeltechnischen Einheit entwickeln.

Die Beherrschung aller Betriebseinrichtungen von einer Stelle aus würde den ständig zunehmenden Parallel-

betrieb mehrerer Werke wesentlich erleichtern, wie die heutige Art der Lastverteilung nicht befähigt. Die Hauptsteuerwerke einzelner Anlagen könnten dann mittels einer Zeitsteuerung nach einem bestimmten Tagesplan einstellen oder von einer Überwachungsstelle aus die Lastverteilung durch Fernbetätigung vornehmen. Gegenwärtig ist aber, die wirtschaftlichen Mängel des Betriebes in vorhandenen Anlagen zu beseitigen. Fortschritte im Bau einfacher Regleranordnungen, ihre günstigen Betriebsergebnisse berechnen zu der Annahme, daß sich die selbsttätige Reglung der Feuerung im Laufe der Jahre ähnlich verbreiten wird, wie die Reglung der Geschwindigkeit der Kraftmaschinen. [15]

Gelenk-Doppeltriebwagen für eine Überland-Schnellstraßenbahn

Die Verwendung von Gelenkwagen bei Straßen- und Schnellstraßenbahnen hat in den Vereinigten Staaten einen wesentlich größeren Umfang als bei den Eisenbahnen. Die neueste Bauart eines Gelenk-Doppeltriebwagens für eine Überland-Schnellstraßenbahn ist kürzlich auf der rd. 65 km langen Strecke Baltimore-Washington in Dienst gestellt worden. Da das Gelände zwischen Baltimore und Washington nur wenig bebaut ist und somit nur wenige Zwischenhaltepunkte vorgesehen zu werden brauchten, konnten die Wagen für eine hohe Reisegeschwindigkeit entworfen werden. Einschließlich beiderseits ziemlich langer Straßenbahnstrecken innerhalb der Städte wird die ganze Entfernung zwischen den beiden Städten in 1,5 h zurückgelegt. Da zudem in den letzten Jahren sich der Wettbewerb des Kraftomnibus auch auf dieser Strecke lebhaft gezeigt hatte, war die Bahngesellschaft gezwungen, durch neue Züge mit hoher Geschwindigkeit und günstigen Laufeigenschaften sowie ansprechender Innenausstattung Verkehr zurückzugewinnen. Diesem Zweck sollen die neuen Gelenkdoppeltriebwagen dienen.

Seit der Einführung von 1200 V Gleichstrom auf der Überlandstrecke im Jahre 1910 wurde diese mit Doppelwagenzügen von 80 t Gewicht, bestehend aus zwei hölzernen Wagen von je 40 t, bedient. Die neuen Wagen befördern die gleiche Personenzahl mit 27 vH geringerem Gewicht und weit größerer Bequemlichkeit. Die beiden Wagenkästen ruhen auf drei Drehgestellen, die ihrer Bauart nach ziemlich den amerikanischen Drehgestellen der Vollbahnen ähneln, nur entsprechend leichter gehalten sind. Die beiden mittleren Wagenenden sind auf dem gemeinsamen Drehgestell auf einem Drehteller gelagert, der auf dem oberen Wiegebalken ruht. Dieser Drehteller, der also alle Bewegungen des Drehgestelles selbst mitmacht, trägt gleichzeitig die große senkrechte Trommel, die die eigentliche Übergangseinrichtung zwischen den beiden Wagen bildet. Durch die Bedingung, daß auch bei allen vorkommenden scharfen Krümmungen der anschließenden Straßenbahnstrecken diese Übergangseinrichtung benutzbar bleibt, wurden für deren Konstruktion schwer zu erfüllende Forderungen aufgestellt. In Baltimore wird eine Krümmung von nur 15 m Halbmesser befahren; hierbei stehen die beiden Wagenkästen nahezu vollkommen im rechten Winkel zueinander, und trotzdem bleibt noch ein hinreichend breiter Übergang bestehen, wenn er sich auch gegenüber der Stellung in der Geraden wesentlich verengt.

An den Stirnwänden der beiden Wagenkästen sind Gummivalzen angebracht, die auf dem Umfang der Blechtrommel abrollen und so eine gute Dichtung gegen Zugwind und Regen bilden. Diese Bauart der Übergangseinrichtung, die mit sehr einfachen konstruktiven Mitteln arbeitet, hat sich bei den schwierigen Betriebsbedingungen voll bewährt. Nur in einem Wagen befindet sich in der Nähe des Übergangs eine Einsteigtür, bei der der Zugbegleiter seinen Stand hat und die Reisenden abfertigt. Der andere Wagen hat nur eine Endensteigtür, die jedoch nur

auf den Endhaltestellen benutzt wird. Alle Türen als Druckluft-Türschließvorrichtungen. Die Türen sind unter den Wagenfußboden heruntergezogen, weil die Stufen im Wageninnern liegen; die dadurch bedingte Niederbrechung des Untergurtes des Wagenkastens mußte durch eine besondere Blechversteifung des Türrahmens ausgeglichen werden. Die zu beiden Seiten eines Mittelgangs liegenden Doppelsitze können herumgeschwenkt werden, so daß Gruppen von einander gegenüberstehenden Doppelsitzen bildet werden können, wenn die Reisenden dies wünschen. Sonst werden die Sitze stets in die Fahrtrichtung gestellt. Der Doppelwagen enthält 94 Sitzplätze. Hinter dem Führerstand befindet sich ein Waschraum mit Trinkwassererwärmung. Der Führer hat eine besondere Seiteneingangstür.

Die Wagen haben Tomlinsonkupplung; bei Bedarf werden die Vierwagenzüge aus zwei Doppelwagen gebildet. Kabelverbindungen liegen auf dem Dach. Schmale Türwandtüren an den Führerstandsenden der Doppelwagen ersetzen das Zugpersonal den Verkehr durch den ganzen Zug. Die Wagen sind je 14,8 m lang, der Doppelwagen ist 29,6 m lang, über die Kupplungen gemessen, bei 2 m Drehgestellradstand, 10,9 m Drehzapfenabstand und 915 mm Radnussmesser. Die Breite des Wagenkastens beträgt 2,68 m, die Höhe des Wagenfußbodens über S.-O. 1280 mm, die Höhe des Dachscheitels über S.-O. 3,95 m. Die Gewichte der Doppelwagen verteilen sich folgendermaßen. Es veg

die Wagenkästen einschließlich elektrischer Ausrüstung und Bremse sowie Türschließvorrichtungen	2
vier Motoren	6
drei Drehgestelle	1

Gewicht eines Doppelwagens 9

Die vier Motoren sind zu je zwei in die beiden Drehgestelle in normaler Tatzenlageraufhängung eingepaart. Die Druckluftbremse (mit besonderen Verdichtern ausgerüstet) wirkt auf alle sechs Achsen. Von Baltimore zur Grenze des Staates Maryland werden die Wagen einer Oberleitung mit 1200 V Gleichstromspannung geliefert, dann mit 600 V Spannung. Die Motoren sind stets hintereinandergeschaltet. Bei 1200 V Spannung beträgt die Reisegeschwindigkeit 90 km/h, bei der halben Spannung entsprechend weniger.

Die Vorzüge der Gelenkbauart (geringe Zugkraft, kleines Gewicht je m² Bodenfläche, ruhiger Lauf) abgesehen von diesen Wagen wieder recht deutlich gezeigt. Deutschland ist diese Bauart in den letzten Jahren recht weiter entwickelt worden. Die Reichsbahn hat auf dem für die Berliner Stadtbahn gelieferten elektrischen triebener Jacobszug nur eine größere Zahl Doppelwagen auf der Strecke Blankenese-Ohlsdorf der elektrischen Hamburger Vorortbahnen. Im Straßenbahnbau sind erst die ersten Anfänge der Verwendung von Gelenkwagen vorhanden (Duisburg). Aus wirtschaftlichen Gründen verdient diese Bauart eine weitere Verbreitung („Electric Railway Journal“ Bd. 89 (1927) S. 571.)

Berlin-Zehlendorf [N 438]

O. Günter

Tiefbohrreinrichtungen mit elektrischem Antrieb

Von Dipl.-Ing. L. Steiner, Berlin-Siemensstadt

Beschreibung und Betriebsweise der gebräuchlichsten Verfahren für die Herstellung von tiefen Bohrlöchern zur Gewinnung von Flüssigkeiten — Trocken- und Spülbohrung — Stoßendes und drehendes Bohren — Vorteile des elektrischen Antriebes — Wahl der Art und Größe des Motors — Drehzahl und Regelbereich in Abhängigkeit vom Bohrverfahren und von den Betriebsverhältnissen

Mit der im Anfang dieses Jahrhunderts einsetzenden Entwicklung der Technik und des Maschinenbaues hat auch das bis dahin etwas vernachlässigte Gebiet des Tiefbohrwesens einen gewaltigen Aufschwung erfahren. Die Entwicklung der Tiefbohrtechnik ist noch nicht abgeschlossen, sie ist vielmehr, nach verschiedenen Zeichen zu urteilen, im weiteren Aufstieg begriffen.

Der Zweck einer Bohrung kann verschiedenartig sein. Man kann Bohrlöcher zur Gewinnung von Erdöl, Erdgas, Trink-, Salz- und Heilwasser oder aber auch zur Erschürfung der Erdkruste nach Kohlen, Erzen und andern Bodenschätzen herstellen. Von besonderer Bedeutung sind Erdölbohrungen, da der Bedarf an flüssigen Brennstoffen mit der Verwendung der Verbrennungsmotoren für Land- und Seefahrzeuge und dem Übergang von Kohlen- auf Ölföhrung in der Kriegs- und Handelsmarine rasch gestiegen ist. Die älteren Bohrverfahren, nämlich das kanadische und das hauptsächlich in Amerika angewendete pennsylvanische Bohrverfahren, reichten nicht mehr aus, um in kurzer Zeit das Erdöl zu erbohren; andre Bohrverfahren tauchten auf, die, zum Teil auf andern Grundsätzen fußend und mit allen Hilfsmitteln des Maschinenbaues ausgestattet, eine wesentliche Abkürzung der für die Gewinnung des Erdöles unwirtschaftlichen Zeit des Bohrens gestatten.

Die neueren Bohrverfahren arbeiten nach zwei verschiedenen Grundsätzen. Bei dem einen wird das vom kanadischen oder pennsylvanischen Bohrkran her bekannte Stoßbohrverfahren unter wesentlicher Erhöhung der Schlagzahl beibehalten, bei dem andern Verfahren, das eine schnell steigende Verbreitung fand, wendet man das drehende Bohren unter Benutzung eines besonders ausgebildeten Meißels an. Bei diesen neueren Bohrverfahren, dem Schnellschlagbohren, das — wie der Name schon ausdrückt — auf der schlagenden oder stoßenden Wirkung des Meißels beruht, und dem Drehbohrverfahren, wie es allgemein heißt, dem Rotary-Bohrverfahren, wird stets mit Spülung gearbeitet. Durch das den Meißel umgebende Hohlgestänge wird meistens eine dicke, tonhaltige Flüssigkeit in das Bohrloch gepreßt. Mit dieser vermengt sich das losgelöste Bohrmehl und der Bohrschmand wird unterbrochen zwischen dem Bohrgestänge und der Wandung des Bohrloches nach oben befördert.

Diese Art der Spülbohrung, die sogenannte Dickspülung, hat mehrere wesentliche Vorteile. Es erspart das zwecks Reinhaltung der Bohrlochsohle bei dem Trockenbohren erforderliche Löffeln des Schmandes, das sehr viel Zeit besonders bei tiefen Bohrungen sehr verlängert, und das Bohrloch selbst erhält einen festen, mentartigen Überzug, der das lästige Nachfallen der inneren Schichten verhindert. Außerdem kann wesentlich länger in einem Zuge gebohrt werden, ohne daß ein Nachschub der Verrohrung zur Erhaltung des Bohrloches erforderlich wäre. Gegen die Dickspülung werden allerdings verschiedene Bedenken, wie Überbohren einer führenden Schicht, Erschwerung des Austrittes von Gasen und des Erdöles in das Bohrloch, angewendet, jedoch auch diese scheinbaren Nachteile bei einiger Aufmerksamkeit und fortwährender Beobachtung des aus dem Bohrloch austretenden Schmandes nicht aufzutreten.

Welches Bohrverfahren, das drehende oder stoßende, schließlich für die Herstellung des Bohrloches gewählt wird, hängt in der Hauptsache von den geologischen Verhältnissen, der Lage und Härte der Schichten des Deckgebirges, der Mächtigkeit der wasser-, gas- und ölführenden Schichten, der zu erwartenden Wassermenge, dem voraussichtlichen Gasdruck und der gesamten Tiefe des Bohrloches ab¹⁾.

Als Antriebsmaschinen der Tiefbohrgeräte bürgern sich immer mehr die Elektromotoren ein, nachdem sich die Erkenntnis Bahn gebrochen hat, daß sie die gleiche, wenn nicht noch höhere Anpassungsfähigkeit haben, als die bis vor kurzem fast ausschließlich angewendeten Dampfmaschinen, von den Verbrennungsmotoren gar nicht zu reden, die sich für den Bohrbetrieb nur unter gewissen günstigen Voraussetzungen anwenden lassen. Die betrieblichen und wirtschaftlichen Vorteile des elektrischen Betriebes gegenüber andern Betriebsarten sind in der Literatur so eingehend erörtert worden²⁾, daß es sich erübrigt, an dieser Stelle sich nochmals damit zu befassen.

Die zur Verwendung kommenden Elektromotoren laufen in der Regel mit einer synchronen Drehzahl von 750 Uml./min bei einer Netzfrequenz von 50 Per./s. Die Motoren werden meistens als Drehstrom-Asynchronmotoren mit Schleifringläufern, geeignet für eine Widerstandsreglung im Läuferstromkreis, gebaut und an 220 bis 3000 V, je nach der vorhandenen Netzspannung, angeschlossen. Höhere Spannungen werden für den Betrieb der Motoren nicht angewendet. Ist das Verteilungsnetz für eine höhere Spannung ausgebaut, dann wird der Strom den Motoren über Transformatoren zugeleitet. Die gebräuchlichsten Spannungen auf dem europäischen Festlande sind 500 und 1000 V, in Rußland vielfach 2000 V, hingegen auf den nordamerikanischen Ölfeldern 440 V. Höhere Spannungen, nämlich zwischen 2000 und 3000 V, kommen nur selten vor, 3000 V z. B. nur in Galizien, wo mit Rücksicht auf die besonders tiefen Bohrlöcher und auf hohe Leistung Hochspannungsmotoren aufgestellt werden.

Außer den Drehstrom-Asynchronmotoren mit Widerstandsreglung können auch die verlustlos regelbaren Drehstrom-Kollektormotoren, ferner Drehstrommotoren mit Polumschaltung oder solche mit Stern-Dreieckschaltung zum Antrieb der Bohrgeräte verwendet werden. Bei den beiden letzten Arten kann jedoch auf die Widerstandsreglung zur genaueren Einstellung der Schlagzahl nicht ganz verzichtet werden. Gleichstrommotoren dürften im allgemeinen nicht in Betracht kommen, da diese Stromart selten vorhanden und in manchen Erdölgebieten ihre Verwendung verboten ist.

Die Leistung der Motoren beim Bohren läßt sich für einen bestimmten Betriebszustand wohl rechnerisch ermitteln. Diese Berechnungen schließen jedoch infolge der unübersehbaren Verhältnisse beim Bohren eine gewisse Unsicherheit in sich. Man zieht es daher vor, die Motorgöße nach der Erfahrung zu wählen, und zwar eher zu reichlich als zu knapp, und nimmt die Nachteile, die das Arbeiten mit nicht ganz ausgenutzten Motoren nach sich zieht, in den Kauf. Die Leistung der gebräuchlichsten Bohrmotoren bewegt sich in den Grenzen von 30 bis 100 kW.

Der Einführung des elektrischen Antriebes im Bohr- betriebe wurden anfänglich manche Schwierigkeiten in den Weg gelegt. Sie gingen zum Teil von den die Tiefbohr- geräte bauenden Firmen aus, die meistens auch Dampf- maschinen herstellen. Auch bestand vielfach auf den Gruben ein größerer Vorrat von Dampfmaschinen und Dampf- kesseln, der verbraucht werden mußte, bevor man zum elek- trischen Antrieb überging. Ferner kommt hinzu der Hang am Alten der älteren Bohrmannschaft, die trotz Über- legenheit des elektrischen Antriebes die Beibehaltung des Dampf- antriebes fordert. Zum Schluß, und dies dürfte der wesentlichste Grund sein, der der Einführung des elektrischen Antriebes vorläufig im Wege steht, ist es

²⁾ Steiner: Tiefbohrwesen, Förderverfahren und Elektrotechnik in der Erdölindustrie, Berlin 1926, Julius Springer.

¹⁾ Vergl. auch Z. Bd. 49 (1905) S. 155, Bd. 55 (1911) S. 1810.

Der kanadische Bohrkran

Der kanadische Gestängebohrer, Abb. 1, ist ein Trokhan mit steifem Vollgestänge, einer Rutschschere in einem hochgelagerten Schwengel. Das Gestänge ist am Schwengelkopf mittels einer Kette befestigt, die zu einer Winde läuft und in dem Maße, wie die Bohrung erweitert, nachgelassen wird. Der Schwengel wird durch auf der Hauptwelle sitzende Kurbel angetrieben. Der Zapfen ist zur Veränderung der Höhe des Hubes einstellbar. Der Hub beträgt gewöhnlich 40 bis 75 cm in 1 min werden 30 bis 60 Schläge ausgeführt. Die Wirkung wird durch den freien Fall des Bohrwerkzeuges erzeugt und ist bei gleichem Bohrzeuggewicht um so größer, je größer die Hubhöhe ist. Damit ein Freifall zukommt, ist die richtige Einstellung der Schlagzahl der Anzahl der Umdrehungen der Antriebsmaschine anhängig. Allgemein sinkt die Schlagzahl bei größerem Hub.

Für Ausführung der Nebenarbeiten, bestehend aus dem Schmandes, Ziehen oder Bewegen der Rohre, zu Fangarbeiten dient eine über der Kurbelwelle in der Höhe des Schwengels gelagerte Fördertrommel und Schöpf- oder Schmandtrommel. Die Trommeln werden durch Riemen von der Hauptwelle angetrieben. Die Trommeln werden vom Bohrmeister durch Riemenspannrollen gedrückt, beim Bohren liegen sie lose auf den Trommeln. Beim Senken des Schmandlöffels oder Einlassen des Gestänges wird die betreffende Spannrolle nur so weit gedrückt, daß sich die Scheibe der Trommel vom stillstehenden Riemen, der gewissermaßen als Stütze wirkt, gerade noch bewegen kann. Das Förderband läuft von der Trommel über eine in der Turmkrone angeordnete Rolle zum Bohrloch. Für das Gestängeziehen und Rohrbewegen werden bei großen Tiefen mehrrollige Seilzüge benutzt. Die Bandbremsen für die Trommeln werden vom Bohrmeisterstand aus betätigt.

Der Motor treibt die Hauptwelle des Bohrkrans über Riemen- oder Zahnradvorgelege an. Bei Antrieb über Zahnradvorgelege ist das Ritzel mit der Motorwelle durch eine elastische Kupplung verbunden.

Für Einstellung der Schlagzahl beim Bohren muß man die Drehzahl des Antriebsmotors um 50 vH bei gleichbleibendem Drehmoment, bezogen auf die Leistung beim Bohren, verringern können. Für das Nachbohren werden niedrigere Schlagzahlen gewünscht, denen eine Verringerung der normalen Drehzahl um 60 vH bei rd. 75 vH des normalen Drehmomentes beim Bohren entspricht.

Der Kraftbedarf beim Bohren richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, der Tiefe und dem Durchmesser des Bohrloches. Er verläuft ohne nennenswerte Schwankungen. Da die Nebenarbeiten das Bohren unterbrechen, so muß man danach, diese so schnell wie möglich durchzuführen und läßt die Antriebsmaschine mit ihrer größten Drehzahl laufen. Mit Ausnahme des Rohrbewegens handelt es sich hierbei um eintrümpfes Fördern mit großen Leistungen. Das Rohrbewegen erfordert trotz des geringen Widerstandes im allgemeinen den größten Kraftaufwand. Der größere Kraftbedarf für die Nebenarbeiten gegenüber dem Bohren bedingt, daß die Leistung des Motors entsprechend den hohen Spitzenleistungen erfolgt, wobei selbstverständlich die zulässige Belastbarkeit ausgenutzt wird.

Bei elektrischem Antrieb wird meist der Drehstrommotor mit Widerstandsregelung im Läuferkreis verwendet. Man regelt ihn durch einen Schalter oder eine Regelwalze mit getrennten Widerständen. Das Reglerbetätigt man vom Bohrmeisterstand in der Nähe des Bohrloches aus, mittels Gestänge- oder Seilübertragung.

Die elektrische Ausrüstung wird zweckmäßigerweise in einem besonderen Häuschen aufgestellt. In den Fällen, in denen explosive Gase zu erwarten sind, müssen die Motoren explosionsicher ausgeführt werden, wenn die Bohrung in entsprechender Entfernung vom Bohrloch nicht genügen sollte.

Schnellschlagbohren

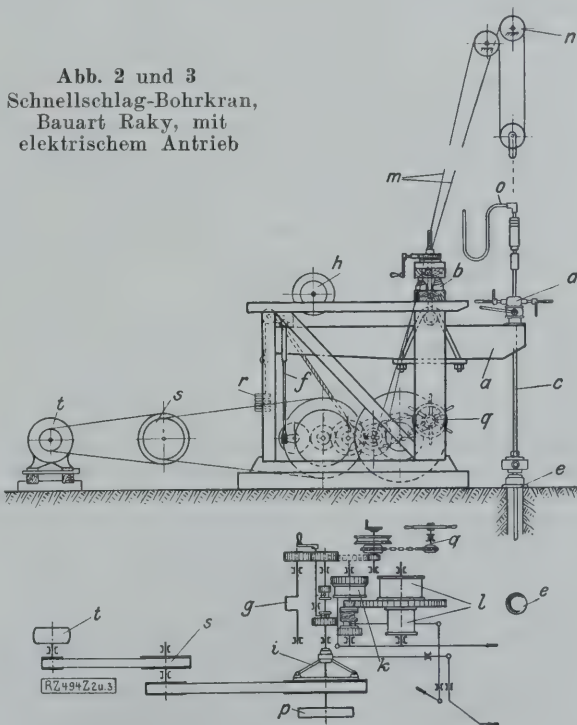
In den letzten drei Jahrzehnten wurden zur Erreichung des größeren Bohrfortschrittes die sogenannten Schnellschlagbohrer entwickelt. Grundsätzlich unterscheiden

sich diese von dem kanadischen Bohrkran dadurch, daß die Schlagwirkung nicht durch den freien Fall des Meißels erzeugt wird, sondern der Meißel mit dem Gestänge fest verbunden und das Gestänge auch im Augenblick des Schlages gespannt bleibt. Die höchste Schlagzahl in 1 min der Schnellschlagbohrer beträgt je nach der Bauart 80 bis 150, der Hub 80 bis 200 mm. In der Regel wird bei diesem Bohrverfahren mit Dickspülung gearbeitet. Nach der Bauart lassen sich in der Hauptsache die Schnellschlagbohrer in zwei Gruppen einteilen: Bohrgeräte mit federndem Schwengel und Seilschlagbohrgeräte.

Bei den Bohrgeräten mit federndem Schwengel, von denen die Bauart Raky eines der bekanntesten ist, erfolgt das Bohren mittels steifen Gestänges ohne Rutschschere oder Freifallgerät, selbst bis zu den größten Tiefen. Trotzdem sind Gestängebrüche nicht zu befürchten, da das Gestänge durch Einstellvorrichtungen, die auf Federn wirken, stets im gespannten Zustand erhalten wird. Beim Bohren kommt demnach die Elastizität des Gestänges und der Federbatterien derart zur Geltung, daß der Meißel bei Stillstand die Bohrlochsohle noch nicht berührt, und erst, wenn das Gerät in Tätigkeit ist, tippt der Meißel mit kräftigem Schlag auf die Bohrlochsohle. Die Hubhöhe ist zwischen 80 bis 200 mm einstellbar und bedingt eine Anpassung der minutlichen Schlagzahl, deren richtige Wahl für einen guten Bohrfortschritt besonders wichtig ist.

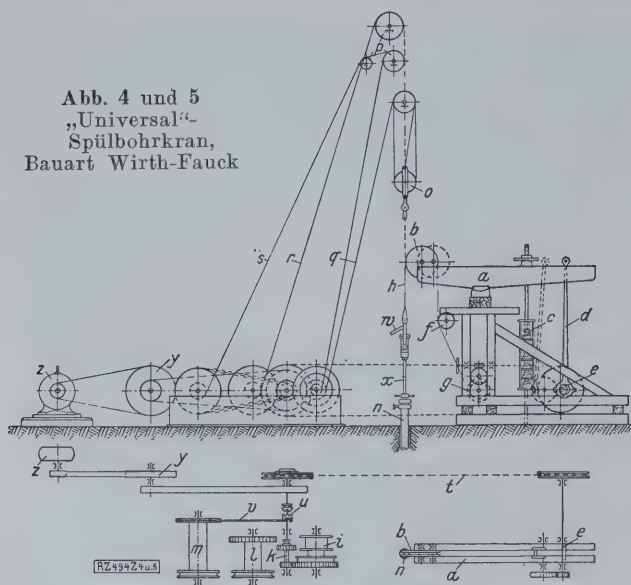
Beim Raky'schen Bohrkran, Abb. 2 und 3, ist der Schwengel hängend auf einem Federkissen angeordnet, das das Bohrgestänge ständig in Zugspannung hält. Die Federzahl und auch die Federspannung kann je nach der Belastung des Schwengels, die mit wachsender Tiefe ansteigt, geändert werden. Das eine Schwengelende trägt mit einer Nachlaßschraube das Bohrgestänge, am anderen langen Schwengelende greift die Pleuelstange an. Die Schlagzahl beträgt bis 120 in 1 min. Die Fördertrommel ist unterhalb des Bohrschwengels angeordnet. Sie besteht aus zwei Trommeln mit verschiedenen Durchmessern, damit man zwei dünne Seile zum Fördern verwenden kann.

Abb. 2 und 3
Schnellschlag-Bohrkran,
Bauart Raky, mit
elektrischem Antrieb



- | | | | |
|---|-----------------|---|--|
| a | Bohrschwengel | m | Förderseil |
| b | Federbatterie | n | Turmrollen |
| c | Bohrgestänge | o | Spülschlauch |
| d | Nachlaßschraube | p | Antriebsseile für Kernbohren |
| e | Bohrloch | q | Nachlaßvorrichtung für das Kernbohren |
| f | Zugstange | r | Gewichtsausgleich für das Bohrgestänge beim Kernbohren |
| g | Kurbelwelle | s | Riemenvorgelege |
| h | Schmandtrommel | t | Elektromotor |
| i | Reibkupplung | | |
| k | Bremscheibe | | |
| l | Fördertrommel | | |

Abb. 4 und 5
„Universal“-
Spülbohrkran,
Bauart Wirth-Fauck



- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| a Bohrschwengel | o Flaschenzug |
| b Kopfscheibe | p Turmrollen |
| c Federbatterie | q Förderseil |
| d Zugstange | r Löffelseil |
| e Exzenterwelle | s Bohrseil für Seilbohren |
| f Leitrolle | t Antriebsseil |
| g Nachlaßvorrichtung | u Kupplung |
| h Flach-Bohrseil | v Antriebskette |
| i Fördertrommel | w Spülschlauch |
| k Verstellbares Zahnradvorgelege | x Bohrgestänge |
| l Schmandtrommel | y Riemenvorgelege |
| m Seiltrommel für Seilbohren | z Elektromotor |
| n Bohrloch | |

Über dem Bohrschwengel ist die Schmandtrommel, die gewöhnlich mittels Kette von der Zwischenvorgelegewelle angetrieben wird, gelagert.

Das Bohrgerät wird in folgender Weise angetrieben: Der Motor treibt über ein Riemenvorgelege die mit einer Reibungskupplung versehene, auf der Hauptwelle sitzende Riemenscheibe an. Am andern Ende befindet sich das die Kurbelwelle antreibende Zahnradvorgelege. Die Fördereinrichtung wird über ein Zwischenvorgelege durch verschiebbare, auf der Hauptwelle angeordnete Zahnräder angetrieben, die ein Fördern mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten zulassen.

Für das Kernbohren ist ein besonderer Bohrwagen erforderlich und außerdem eine besondere Einrichtung am Bohrkran selbst vorhanden, die im wesentlichen aus der Ausgleichs- und der Nachlaßvorrichtung für das Bohrgestänge besteht. Der Bohrwagen, der im Turm auf einer Bühne aufgestellt ist, wird von einer auf der Hauptwelle sitzenden Riemenscheibe angetrieben.

Ein andres, sehr verbreitetes Schnellschlagbohrgerät mit federndem Schwengel ist der von Fauck ausgebildete und von der Tiefbohr-A.-G. in Witkowitz gebaute Expreßbohrkran, der auch von Wirth, Erkelenz, unter dem Namen Universal-Spülbohrkran, Abb. 4 und 5, vertrieben wird. Seine Schlagzahl beträgt bis 150 in 1 min. Das Gestänge befestigt man am Schwengel mittels Flachseils, das dem Bohrfortschritt entsprechend stetig nachgelassen wird. Die Fördereinrichtungen sind vom eigentlichen Bohrkran getrennt und bei Bohrungen nach Erdöl so ausgebildet, daß unmittelbar nach Fündigwerden des Bohrloches die Ölförderung aufgenommen werden kann. Der Schwengel ist um ein festes Auflager drehbar, wobei an dem einen Schwengelarm, der mittels einer in einem Exzenter gelagerten Zugstange angetrieben wird, durch ein Handrad einstellbare Federn angebracht sind. Die Federn bewirken einen Ausgleich des Gestängegewichtes. Das Trageil für das Gestänge läuft von einer durch eine Nachlaßvorrichtung bedienbaren Seiltrommel über eine feste Rolle zu einer verschiebbaren Kopfrolle am andern Schwengelarm. Das Gestänge bleibt stets gespannt und folgt genau den Bewegungen des Bohrschwengels, da zwischen Exzenter und Gestänge keine federnden Teile eingeschaltet sind.

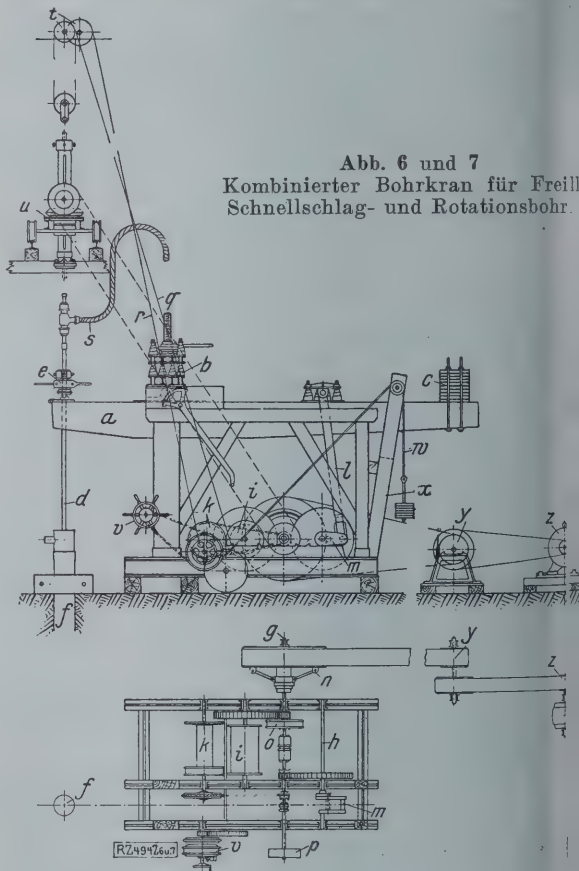
Das Universalbohrgerät gestattet außer dem Bohren nach dem Schnellschlagverfahren unter Zufügung gewisser

Teile noch das Bohren nach dem kanadischen oder sylvanischen Verfahren.

Bekannt ist auch das von Joh. Brechtel, wiggshafen, unter dem Namen kombinierter Bohrkran hergestellte Bohrgerät, Abb. 6 und 7, mit dem man nach folgenden Verfahren bohren kann: Treiben und Spülbohren, Schnellschlag- und Freifallbohren und unter Hinzufügung des Bohrwagens auch Drehbohrung ähnlich wie beim Rakyschen Bohrgerät. Beim Übergang von Schnellschlag- auf Freifallbohren wird die kleine Kurbel durch eine große ersetzt, das Freifall-Räderpaar eingesetzt, die Federbatterie gespannt und der Prellbock aufgestellt.

Der von der A.-G. für Tiefbohrtechnik und Maschinenbau, vorm. Trauzl & Co. in Wien entwickelte Rakysche Bohrkran, Abb. 8 und 9, hat im Gegensatz zu den Rakyschen und Fauckschen Bohrkran keinen durch einen selbsttätig bewegten Schwengel, an dem das Bohrgestänge unmittelbar oder mittels Seiles befestigt ist. Beim Rakyschen Bohrkran ist das Bohrgestänge tragende Flaschenzug über eine zum Zwecke des Freilegens des Bohrloches am Kranseile ausschwingbare, über dem Bohrloch befindliche Kopfrolle geführt. Von dieser läuft das Seil über eine tiefer liegende feste Leitrolle, eine in einer senkrechten Führung durch Kurbelantrieb auf- und abwärtsbewegliche Seilrolle und eine auf einem federnden Schwengel gelagerte Seilrolle zu der Bohrseiltrommel, die entsprechend dem Bohrfortschritt ein Nachlassen des Bohrseiles gestattet. Der Schwengel mit der auf ihm angeordneten

Abb. 6 und 7
Kombinierter Bohrkran für Freifall-
Schnellschlag- und Rotationsbohren



- | | |
|---|---|
| a Bohrschwengel | o Bremsscheibe für Fördertrommel |
| b Federbatterie | p Antriebscheibe für Rotation (Kern-)Bohren |
| c Gestängegewichtausgleich | q Förderseil |
| d Bohrgestänge | r Schmandseil |
| e Gestängenachlaßschlüssel für Schlagbohren (Freifall- und Schnellschlag) | s Spülschlauch |
| f Bohrloch | t Turmrollen |
| g Hauptantriebswelle | u Bohrwagen |
| h Schlagwelle | v Nachlaßvorrichtung für Kernbohren |
| i Fördertrommel | w Gewichtsausgleich des Bohrgestänges beim Kernbohren |
| k Schmandtrommel | x Prellbock für Freifallbohren |
| l Zugstange | y Riemenvorgelege |
| m Austauschbare Kurbel für Freifall- und Schnellschlagbohren | z Elektromotor |
| n Antriebscheibe mit Reibkupplung | |

old-Bohrkran
 gelege
 öpphaspel
 tromotor
 rolle
 rückvorrichtung mit Seil
 idseil
 idseilrolle
 idseilrolle auf federndem
 wengel
 idseilrolle gleitend
 ernder Schwengel
 erbatterie
 stellvorrichtung
 elwelle
 elstangen
 idseiltrommel
 hlaßvorrichtung
 el für rasches Nach-
 en
 te und Stange zum Ein-
 en des Vorgeleges
 gelege
 menscheibe
 idbremse
 el für die Bandbremse
 menspannhebel
 nrolle
 riebsriemenscheibe
 schenzugtrommel
 ertrommel
 lschlauch
 rgestänge
 el
 schenzug
 nrolle für das Förderseil
 idseil
 nrolle für das Löffelseil
 elseil
 kupplung
 oplung
 idbremse mit Bremshebel

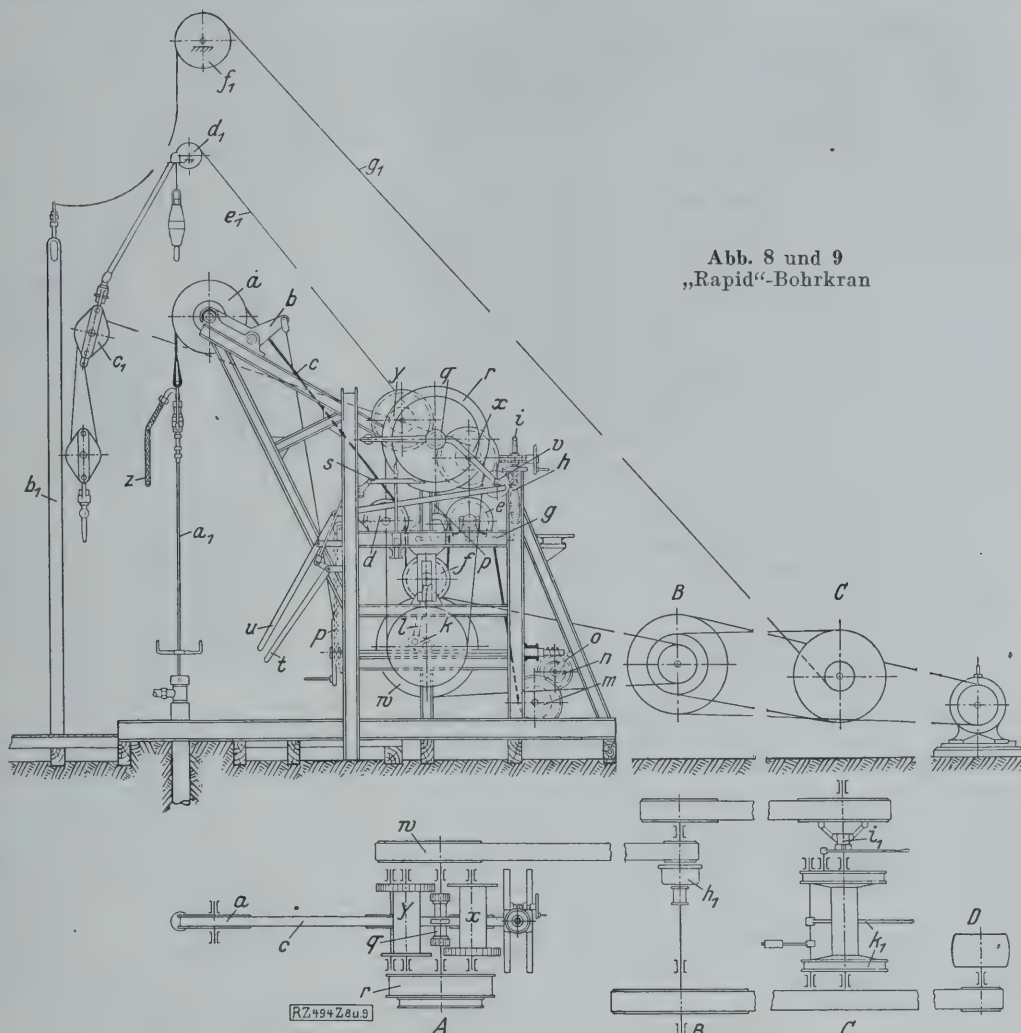


Abb. 8 und 9
„Rapid“-Bohrkran

le ist an dem einen Ende drehbar gelagert, wäh-
 das andere Ende an einstellbaren Federn hängt,
 ch ein federnder Gestängeausgleich bewirkt wird.
 Gerät gestattet eine Schlagzahl bis 100 in 1 min bei
 veränderlichen Hubhöhe von 100 bis 500 mm.

och über den Seilführungsrollen befinden sich
 Förder- und eine Flaschenzugtrommel, die über
 Zahnradvorgelege, das mittels Riemens von der
 welle angetrieben wird, einzeln in Bewegung ge-
 werden können. Der Riemen wird hierbei durch
 Spannrolle ähnlich wie beim kanadischen Bohrkran
 pannt. Getrennt vom Bohrkran ist ferner noch ein
 fhaspel angeordnet, mit dem beim Trockenbohren ge-
 t oder nach Fündigwerden des Bohrloches gefördert
 en kann. Bohrgerät, Schöpfhaspel und die Spül-
 e werden über ein Riemenvorgelege angetrieben.

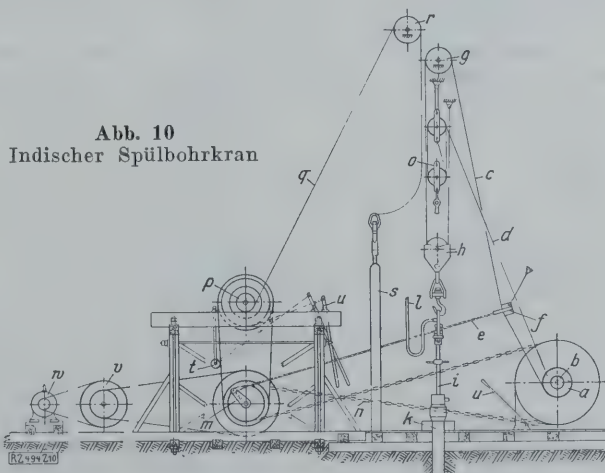
ezüglich des Antriebsmotors für ein Schnell-
 g-Bohrgerät mit federndem Schwengel gilt an-
 and das gleiche wie bei dem kanadischen Bohr-
 hren. Zur Einstellung der Schlagzahl muß man
 rehzahl des Motors um etwa 60 vH bei gleichbleiben-
 Drehmoment, bezogen auf die Leistung beim Bohren,
 dern können. Die oft gewünschte Feinreglung bei
 eb durch Asynchronmotoren kann durch zwei Regel-
 n oder Steuerschalter erreicht werden, wovon der
 zur Grobreglung und der andre zur Feinreglung

ür die Spülpumpen wird getrennter Antrieb vorge-
 auch hier müssen die Motoren, gewöhnlich zwei,
 einer als Ersatz, um etwa 30 vH bei gleichbleiben-
 Drehmoment regelbar sein, damit man die Menge und
 Druck der Spülflüssigkeit den jeweiligen Verhält-
 anpassen kann.

eilschlagbohrgeräte. Das Kennzeichnende
 des Bohrverfahrens ist die Ausnutzung der Elasti-

zität eines über die Turmrollen des Bohrturmes und über
 eine lose Rolle laufenden Drahtseiles. An der losen Rolle
 ist das eigentliche Bohrgestänge befestigt. Elastische
 Zwischenglieder in Form von Rutschschere, Freifallgerät
 oder Federn zur Vermeidung von Stauchungen des Ge-
 stänges kommen nicht in Frage. Man unterscheidet hin-
 sichtlich der Ausbildung der Seilschlagbohrgeräte:

Abb. 10
Indischer Spülbohrkran



- | | |
|---------------------------|---------------------|
| a Bohrseiltrommel | m Antriebskurbel |
| b Fördertrommel | n Treibkette |
| c Bohrseil | o Flaschenzug |
| d Förderseil | p Schmandtrommel |
| e Hubseil | q Löffelseil |
| f Seilschuh | r Löffelseilrolle |
| g Bohrseilrolle | s Schmandlöffel |
| h lose Rolle (Hampelmann) | t Riemen Spannrolle |
| i Bohrgestänge | u Bremse |
| k Bohrloch | v Riemenvorgelege |
| l Spülschlauch | w Elektromotor |

a) Geräte mit Kurbelantrieb. Bei dem indischen Spülbohrkran, Abb. 10, ist das Bohrseil auf eine Trommel aufgewickelt und läuft von dieser über eine feste Rolle in der Turmkrone und eine lose Rolle zu einem Befestigungspunkt im Turme. Beim Bohren wird das Seil kniebelartig mittels des Hubseiles durch eine Kurbel angezogen und hierbei die lose Rolle nebst dem Bohrgestänge gehoben. Beim Kurbelrückgang wird das Hubseil durch das fallende Gestänge wieder straffgezogen. Die hochgelagerte Schmandtrommel, die auch zum Heben des Gestänges und zum Rohrbewegen benutzt wird, wird durch einen Riemen, der durch eine Riemenspannrolle gespannt werden kann, angetrieben. Die Schlagzahl beträgt rd. 35 bis 70 in 1 min. Der Hub ist durch Umstecken der Kurbel zwischen 20 bis 40 cm einstellbar. Die Antriebsdrehzahl muß um 50 vH bei gleichbleibendem Moment geregelt werden können. Für die Spülpumpen wendet man gleichfalls getrennten Antrieb mit Regelung der Drehzahl wie bei den Schnellschlagbohrgeräten mit federndem Schwengel an.

b) Geräte mit Schlagwerk. In letzter Zeit sind Bohrgeräte mit Schlagwerk, sogenannte Seilschlagbohrkrane, Abb. 11 und 12, zuerst von R. Meyer, Duisburg, entwickelt worden, die besonders in Rumänien eine schnelle Verbreitung fanden. Das Bohrseil ist ähnlich wie beim indischen Spülbohrkran geführt. Das Seil ist auf eine Trommel aufgewickelt und läuft von dieser über eine feste Rolle in der Turmkrone und eine lose Rolle über dem Bohrloch zu einer Schwinde in der Turmkrone. Von dem andern Schwingenarm führt das Schlagseil oder Schlaggestänge zur Schwinde des Schlagwerkes des Bohrgerätes. Das Schlagwerk wird von der Kurbelwelle mittels einer Treibstange bewegt. Ein Ausgleichzylinder, dessen Kolbenstange an der Schlagschwinge des Bohrgerätes angreift, gleicht einen Teil, etwa zwei Drittel des Bohrgestängengewichtes aus. Der Ausgleichzylinder unterstützt mittels eines Luftkissens das Kurbelgetriebe beim Anheben des Meißels und bremst es beim Fallen ab. Dadurch wird eine Verzögerung der Fallbewegung hervorgerufen und die hierbei auftretende Verzögerungskraft erzeugt eine elastische Dehnung des Gestänges, die bewirkt, daß ein wuchtiger Schlag auf die Bohrlochsohle ausgeübt wird.

In der Hauptsache umfaßt das Seilschlagbohrgerät mit Schlagwerk eine Vorrichtung, um das Bohrzeug einzulassen und aufzuholen: das Windwerk; eine Vorrichtung, um das Bohrzeug in auf- und abwärtsgehende Bewegung zu versetzen: das Schlagwerk; eine Vorrichtung, zum Ausgleich des Bohrzeuggewichtes: den Ausgleichzylinder. Hinzu kommen noch verschiedene Zahnradübersetzungen im Getriebe des Bohrgerätes, mit denen man die Schlagzahlen und die Fördergeschwindigkeit stufenweise ändern kann.

In der Regel wird mit Dickspülung (Tonschlamm mit einem spez. Gewicht von rd. 1,4) gearbeitet. 60 bis 90 und mehr Schläge werden in 1 min ausgeführt bei einer Hubhöhe von 100 bis 200 mm. In diesem Bereich wird die Hubhöhe durch Umstecken des Schlagbolzens am Schlagwerk geändert. In den seltensten Fällen wird trocken gebohrt mit rd. 600 mm Hub und 40 bis 45 Schlägen in 1 min. Mit der gleichen Schlagzahl wird beim Nachbohren gearbeitet.

Die Fördertrommel oder das Windwerk ist mit dem Schlagwerk konstruktiv vereinigt. Sie dient bei angezogener Bremse zum Festhalten des Bohrseiles beim Bohren und nach Lüftung der Bremse zum Einlassen und Hochziehen des Gestänges zwecks Auswechslung des Meißels und zum Rohrbewegen. Das Bohrseil läßt man entsprechend dem Bohrfortschritt nach, entweder durch eine selbsttätige Nachlaßvorrichtung, die die Bohrseiltrommel millimeterweise bewegt, oder durch die ruckartige Bewegung des Bohrseiles beim Bohren, wodurch die Trommel unter der nicht ganz festgezogenen Bremse zu einer geringen Drehung gezwungen wird. Das Bohrloch reinigt man beim Trockenbohren mittels einer besonderen Schmandtrommel.

Zur Gewinnung von Bohrkernen durch drehendes Bohren ist auch am Seilschlagbohrgerät meistens eine besondere Riemenscheibe eingebaut, von der aus der Bohrwagen angetrieben wird.

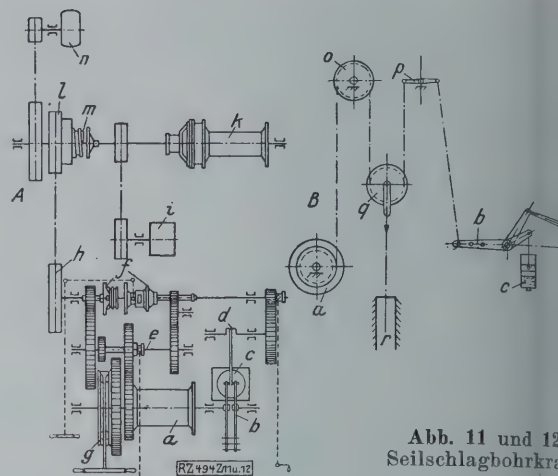


Abb. 11 und 12
Seilschlagbohrkran

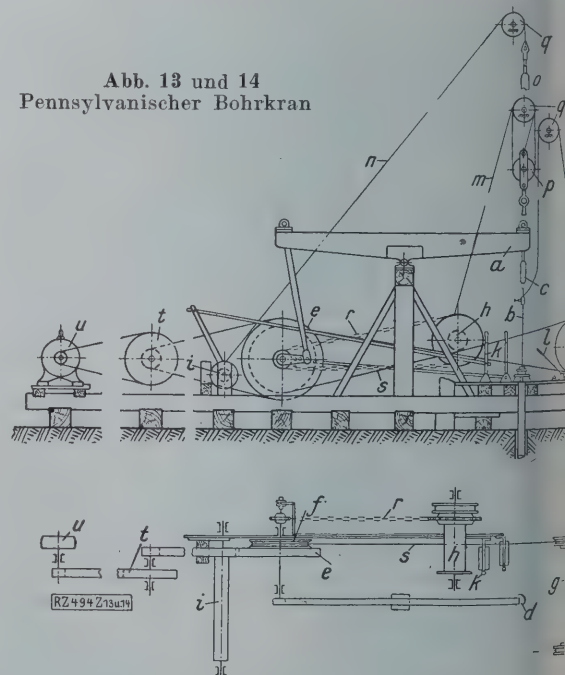
A Getriebeplan
B Gesamtanordnung
a Fördertrommel
b Schlagschwinge
c Ausgleichzylinder
d Kurbeltrieb
e Vorgelegewelle
f Kupplungen
g Bremse

h Antriebscheibe
i Kompressor
k Schöpfhassel
l Vorgelege
m Kupplung
n Elektromotor
o Turmrolle
p Schwinde in der Turmkrone
q Lose Rolle
r Bohrloch

Der Motor treibt mittels Riemens ein Vorgelege von dem die Bewegung ebenfalls mittels Riemens auf das Bohrgerät übertragen wird. Vom gleichen Vorgelege werden gewöhnlich die Spülpumpe und der Kompressor zur Erzeugung der Druckluft für den Ausgleichzylinder angetrieben. Die Schmandtrommel wird entweder Riemen angetrieben oder durch Kupplung mit der Kurbelwelle verbunden, oder sie erhält einen besonderen Antrieb, damit man sie nach beendeter Bohrung zum Reinigen benutzen kann.

Nach den im Bohrgerät eingebauten Zahnradübersetzungen bestimmt sich der Regelbereich des Motors. Meistens genügt eine Verminderung der Drehzahl um 35 vH. Eine Umkehrbarkeit des Motors ist meistens nicht erforderlich.

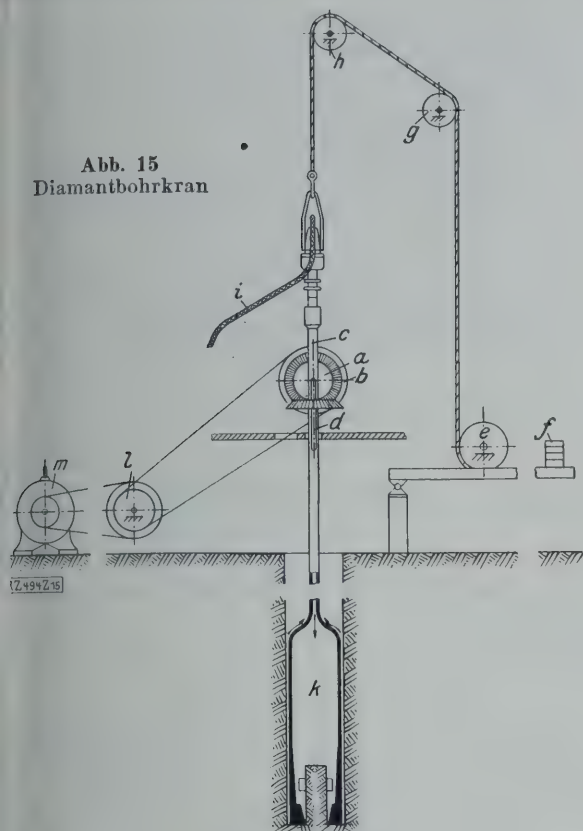
Abb. 13 und 14
Pennsylvanischer Bohrkrane



a Bohrschwengel
b Bohrseil
c Nachlaßschraube
d Bohrloch
e Treibscheibe
f Seilscheibe
g Große Fördertrommel
h Kleine Fördertrommel
i Schmandtrommel
k Bedienungshebel für die Schmand-

l Bremse
m Förderseil
n Schmandlöfl
o Schmanddreh
p Flaschenzug
q Turmrollen
r Antriebskette
s Antriebsseil
t Riemenvorgelege
u Elektromotor

Abb. 15
Diamantbohrkran



- | | | | |
|---|---------------------|---|------------------|
| a | Kegelrädernetze | g | Leitrolle |
| b | Antriebscheibe | h | Turmrolle |
| c | Bohrgestänge | i | Spülschlauch |
| d | Gleitkeil | k | Bohrwerkzeuge |
| e | Seil-Nachlaßtrommel | l | Riemen-Vorgelege |
| f | Gewichtsausgleich | m | Elektromotor |

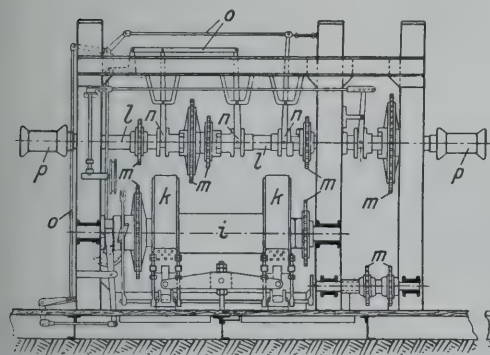
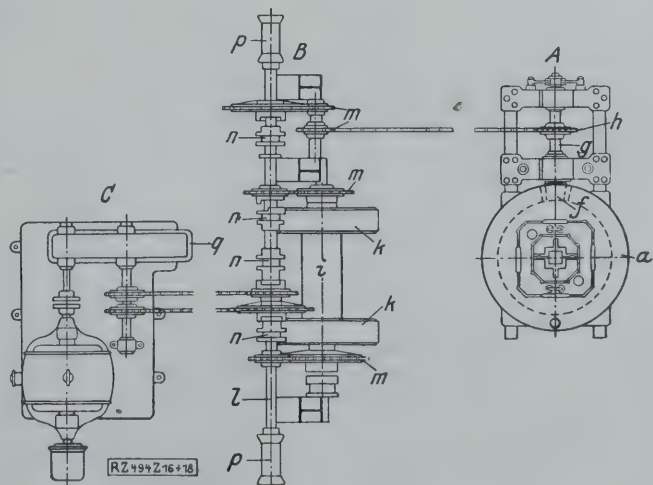


Abb. 15 bis 18
Rotary-Bohrkran

- | | |
|---|--------------------------|
| A | Drehtisch |
| B | Windwerk |
| C | Elektromotor |
| a | Drehtischplatte |
| b | Kugellager |
| c | Mitnehmerstücke |
| d | Mitnehmerstange |
| e | Kegelrad |
| f | Ritzel |
| g | Antriebswelle |
| h | Antriebskettenrad |
| i | Seiltrommel |
| j | Bandbremse |
| k | Vorgelegewelle |
| l | Kettenräder |
| m | Klauenkupplungen |
| n | Steuergestänge |
| o | Spill |
| p | Kettenradvorgelege |
| q | Flaschenzug |
| r | Bohrseil |
| s | Bohrhaken mit Abzugfeder |
| t | Spülschlauch |

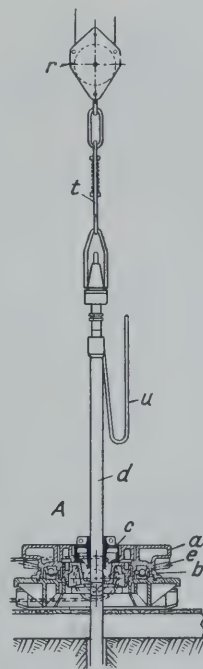


erforderlich, da die Geräte eine mechanische Einrichtung für die Uukehr der Drehrichtung besitzen. Da der Motor außer dem Bohrgerät die Spülpumpe und den Kompressor über ein Riemenvorgelege anzutreiben hat, so ist er entsprechend groß zu bemessen.

Das Seilbohren

Der Vorteil dieses Verfahrens gegenüber dem Gestängebohren besteht im wesentlichen darin, daß namentlich bei großen Tiefen viel Zeit bei dem Aufholen und Einlassen des Meißels gespart wird. Deshalb kann man, um einen größeren Bohrfortschritt zu erreichen, die Bohrlochsohle vom Schmand öfter befreien. Einen Nachteil hat das Seilbohren jedoch insofern, als das Umsetzen des Meißels nicht nachprüfbar ist und das Seilbohrgerät nur in nicht stark geneigten Schichten verwendet werden kann. Zu Fangarbeiten muß ferner stets steifes Gestänge bereitgehalten werden.

Verwendet werden zwei Arten von Seilen: Torsionsseile, d. h. solche mit Drall, oder gestreckte Seile. Die Torsionsseile gestatten ein selbsttätiges Umsetzen des Meißels, während das gestreckte Seil durch den Krückelführer wie beim Gestängebohren umgesetzt wird. Zwischen Meißel und Seil ist eine starke Schwerstange und eine Rutschschere eingeschaltet. Für das Seilbohren sind verschiedene Seilbohrkrane entwickelt worden, jedoch ist das pennsylvanische Bohrverfahren am verbreitetsten.



Der pennsylvanische Bohrkran

Der pennsylvanische Bohrkran hat, wie der kanadische, einen gleicharmigen Schwengel mit Kurbelantrieb, Abb. 13 und 14. Das Bohrseil ist auf der großen Fördertrommel aufgewickelt und wird über eine Turmrolle zur Nachlaßschraube am Schwengel, wo es festgeklemmt ist, und von dort ins Bohrloch geführt. Das Bohrseil läßt man beim Bohrfortschritt durch die Nachlaßschraube nach. Die Schmandtrommel ist mit dem einen Ende in einem Hebel drehbar. Der Hebel dreht sich in einem Pfosten und kann durch Gestänge vom Bohrloch nach vorwärts oder rückwärts bewegt werden. Hierdurch wird die auf der Schmandtrommel befindliche Scheibe an die große Riemenscheibe angepreßt oder von dieser entfernt.

Beim Andrücken an die große Riemenscheibe wird Schmandtrommel durch Reibung mitgenommen. Für Rohrbewegen verwendet man oft eine besondere Fördertrommel, sonst erfolgt es mit Hilfe der Schmandtrommel. Gearbeitet wird beim Bohren mit 25 bis 60 Schlägen 1 min und mit Hubhöhen von 20 bis 100 cm.

Die verschiedenen Hubhöhen bedingen eine Einstellung der Schlagzahl, und es ist deshalb eine Regelung Motordrehzahl bis um 60 vH bei normalem Drehmoment bezogen auf die Leistung beim Bohren, notwendig. Bei folge des öfteren Hochziehens des Meißels zwecks Befestigung des Bohrloches vom Schmand muß man den Motor der beim Übergang von einem Arbeitsvorgang zum anderen jeweils stillgesetzt wird, öfter als beim kanadischen Bohrkran.

Zahlentafel 1. Die verschiedenen Bohrverfahren

Verfahren	Kennzeichen des Bohrverfahrens			Anwendung für	Schlagzahl in 1 min	Hubhöhe cm	Motorleistung bei 1000 m Bohrtiefe	
	Bezeichnung	Arbeitsweise	Spül- oder Trockenbohren				Nennleistung des Motors entsprechend DIN und VDE-Normen kW	Bohrleistung einschl. Laufarbeit abhängig der Schlagzahl kW
Stoßbohren	Kanadisches Bohren	Bohren mit vollem Gestänge und Rutschschere mittels Schwengelgerätes durch Kurbel angetrieben	trocken	Alle Gebirgsarten; auch bei stark abfallendem Gebirge	30 bis 60	40 bis 75	64	rd. 25 bis 30
	Schnellschlagbohren nach Raky " Fauck " Trauzl	Bohren mit hohlem Gestänge mittels Schwengelgerätes, Kurbelantrieb und eingebauter Federbatterie	mit Spülung	Alle Gebirgsarten. In stark zerklüfteten oder nachfallenden Formationen mit Dickspülung	bis 120 " 150 " 100	8 bis 20 10 " 50	64	ausschließlich Spülpumpe rd. 15 bis 20
	Seilschlagbohren mit indischem Spülbohrkran	An einem Bohrseil angebrachtes hohles Gestänge. Das Bohrseil ist mit dem einen Ende in der Turmkronen befestigt und läuft über eine lose Rolle, eine feste Rolle in der Turmkronen zur Seiltrommel. Durch ein Hubseil wird das Bohrseil kniehebelartig angezogen	mit Spülung	Alle Gebirgsarten. In stark zerklüfteten oder nachfallenden Formationen mit Dickspülung	35 bis 70	20 bis 40	64	ausschließlich Spülpumpe rd. 20 bis 25
	Seilschlagbohren mit Schlagwerk	Bohren mit hohlem Gestänge am Bohrseil, das — an einer Turmschwinge befestigt — durch Seil oder Gestänge mittels Schwinge am Schlagwerk in pendelnde Bewegung versetzt wird. Bohrgestänge ist z. T. ausgeglichen	mit Spülung, selten trocken	Alle Gebirgsarten. In stark zerklüfteten oder nachfallenden Formationen mit Dickspülung	60 bis 90, trocken 40 bis 45	10 bis 20, trocken bis 60	64	einschließlich Spülpumpe und Kompressor rd. 35 bis 40
	Pennsylvan. Bohren	Bohren mit Seil und Rutschschere mittels Schwengelgerätes durch Kurbel angetrieben	trocken	Alle Gebirgsarten. Bei festem Gebirge nur für wagerechte oder leicht abfallende Schichten	25 bis 60	20 bis 100	50	rd. 15 bis 20
Drehbohren	Diamantbohren	Schleifendes Bohren mittels eines an einem Hohlgestänge hängenden, mit Bohrdiamanten besetzten Bohrkronen, meist in Verbindung mit anderen Bohrarten	mit Spülung	Festes Gebirge ohne wesentliche Nachfallneigung. Für Gase und Öle selten verwendet	Drehzahl bis 200 Uml./min		40	einschließlich Spülpumpe rd. 10 bis 15
	Rotary-Bohren	Schneidendes Bohren mittels eines an einem Hohlgestänge hängenden Fischeisenschwanzmeißels	mit Spülung	Vorwiegend weiches Gebirge, auch für mittleres Gebirge noch anwendbar; bei harten Gesteinschichten im Verein mit Seilbohren (kombiniertes Bohren)	Drehzahl 60 bis 150 Uml./min		80 oder 100	ausschließlich Spülpumpen bis rd. 15

ren anlassen, so daß eine höhere Beanspruchung Anlaßgeräte eintritt. Bezüglich des Motors, der 1g, Aufstellung usw., gelten die gleichen Ausführungen wie beim kanadischen Verfahren. Bemerkenswert ist, daß mit Vorteil auch die eingangs erwähnten polumschaltbaren Motoren mit Abwärtsreglung der beiden Drehzahlen verwendet werden, eine Ausführung, die in Amerika vielfach üblich ist. Die Schaltgeräte werden hierbei vom Bohrloch aus betätigt.

Das drehende Bohren

Beim drehenden Bohren wird das Bohrwerkzeug in drehende Bewegung versetzt und gleichzeitig durch Gewicht des Gestänges auf die Bohrlochsohle gedrückt. Es wird stets mit Spülung gearbeitet. Je nach

Zahl der Regelstufen	Laststöße, bezogen auf die Nennleistung	Bemerkungen
10	2,5 fach	
13 gegebenenfalls zwei Anlasser für Fein- regelung	2,5 fach	Es kommen meist zwei getrennt angetriebene Pumpen mit je 20 kW Verbrauch zur Aufstel- lung. Drehzahl um rd. 30 vH bei Nenn- drehmoment herabsetzbar
10	2,5 fach	desgl.
10	2,5 fach	Antrieb der Spülpumpe und des Kompressors normalerweise von einem gemeinsamen Vorgelege
11	2,5 fach	Häufiges Anlassen. Für weitgehende Regelung sind hier pol- umschaltbare Motoren angebracht (Amerika).
13	2,5 fach	Meist gemeinsamer An- trieb von Bohrgeräten und Spülpumpen, selten getrennt angetriebene Spülpumpe
13	3 fach	Rasche Umkehrbarkeit für das Stangenverschrau- ben notwendig. Die Spül- pumpen, meist zwei, ge- trennter Antrieb. Bedarf je rd. 35 kW Drehzahl, um rd. 50 vH bei Nenn- drehmoment herabsetz- bar. Polumschaltbare Motoren für den Bohr- kranantrieb besonders geeignet

der Härte des Gebirges muß der Meißel für eine schleifende oder schneidende Wirkung ausgebildet sein. Man unterscheidet daher: Bohren im festen Gebirge (schleifendes Bohren) und Bohren im milden Gebirge (schneidendes Bohren).

Bohren im festen Gebirge

Beim schleifenden Bohren, einem bei Schürfbohrungen und zur Gewinnung von Bohrkernen am häufigsten angewandten Bohrverfahren, wird eine an einem Hohlgestänge angebrachte Bohrkronen, ein ringförmiger Körper mit eingesetzten Bohrdiamanten oder Stahlschneidern, durch einen über dem Bohrloch angeordneten Diamantbohrkran, Abb. 15, in drehende Bewegung versetzt und dem Bohrfortschritt entsprechend nachgelassen. Das Gestänge wird mit einem Gleitkeil oder mittels Vierkantstange durch das Kegelrad hindurchgeführt und durch ein Seil, das über die Turmrolle zu einer Trommel geführt ist, derart gehalten und ausgeglichen, daß — je nach dem Durchmesser des Bohrloches oder der Zahl der Diamanten — ein Druck von 200 bis 400 kg auf die Bohrlochsohle ausgeübt wird. Das beim Bohren erzeugte Bohrmehl wird durch die Dickspülung nach oben gefördert, während der im Hohlraum der Bohrkronen sich bildende Bohrkern durch Hochziehen des Gestänges heraufgeholt wird. Der Kraftbedarf für das Bohren ist verhältnismäßig gering; er richtet sich wie beim stoßenden Bohren nach der Tiefe und dem Durchmesser des Bohrloches.

Maßgebend für die Bestimmung der Motorgröße ist auch der Kraftbedarf der Fördereinrichtung beim Hochziehen und Herablassen des Gestänges. Die Drehzahl des Bohrtisches beträgt höchstens rd. 200 Uml./min und muß, sofern die Getrieberäder nicht ausgewechselt werden, um etwa 50 vH bei normalem Moment, entsprechend der Leistung beim Bohren, regelbar sein. Die Spülpumpe wird gewöhnlich vom Bohrmotor, selten von einem besonderen Motor angetrieben.

Bohren im milden und mittleren Gebirge

Es ist ein drehendes Bohren mit dem Fischschwanzmeißel, der eine schneidende Wirkung auf das Gestein ausübt. Es stammt aus Amerika, wo es unter dem Namen Rotary-Bohrverfahren bekannt ist.

Die Rotary-Bohranlage umfaßt den Drehtisch und das Windwerk, Abb. 16 bis 18, ferner die für die Spülung erforderlichen Pumpen. Der Drehtisch besteht nach der Ausführung von Wirth, Erkelenz, in der Hauptsache aus einem großen Kegelrade, durch das das Bohrgestänge mit der vierkantigen Mitnehmerstange hindurchgeführt ist. Die Stange gleitet in dem Mitnehmerinsatzstück des Bohrtisches. Das Antriebsgestänge hängt während des Bohrens ständig am Flaschenzug und wird durch die Seiltrommel mit Hilfe der Bremse dem Fortschritt entsprechend nachgelassen. Der Antrieb erfolgt mittels Kette über Kettenräder von einem Zahnradvorgelege aus, das vom Motor angetrieben wird. Die verschiedenen Kettenräder werden durch Kupplungen ein- oder ausgeschaltet. Die Drehzahl des Bohrtisches beträgt zwischen 60 bis 150 Uml./min und nur in besonderen Fällen, z. B. beim Nachbohren, wird mit rd. 50 Uml./min gearbeitet. Das Rotary-Bohrgerät wird meistens in Verbindung mit einem Seilbohrkran verwendet. Bezüglich der Bemessung der Motorleistung gilt das gleiche wie beim Diamantbohren. Im Verlaufe des Bohrens schwankt die Leistung hierfür sehr stark. Die Drehzahl zum Bohren muß um etwa 55 vH bei normalem Drehmoment, bezogen auf die Leistung beim Bohren, regelbar sein. Für das Nachbohren ist eine Verminderung der Grunddrehzahl um rd. 75 vH bei etwa einem Drittel des normalen Momentes notwendig. Die elektrische Einrichtung muß eine rasche Umkehr der Drehrichtung für das Stangenverschrauben und eine nicht zu grobstufige Regelung ermöglichen. Die getrennt angetriebenen Spülpumpen erfordern eine verhältnismäßig hohe Antriebsleistung und die Möglichkeit, die Drehzahl um rd. 50 vH bei normalem Moment zu vermindern.

Wegen des großen Regelbereiches ist es beim Rotary-bohren sehr zweckmäßig, polumschaltbare Motoren mit Widerstandsregelung beider Grunddrehzahlen zu verwenden; auch kann man Drehstrom-Kollektormotoren mit Vorteil anwenden. Die Schaltgeräte muß man vom Bohrführerstand aus in der Nähe des Bohrloches bedienen können.

Eine Abart des Rotary-Bohrkranantriebes ist die Bauart Hild. Das Wesen dieses Antriebes besteht darin, daß über ein Ausgleichgetriebe zwei Motoren die Drehbewegung des Tisches und die selbsttätige Regelung des Druckes des Meißels auf die Bohrlochsohle mittels der Seiltrommel betätigen.

Schlußbemerkung

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß für jedes Bohrverfahren ohne weiteres ein entsprechender elektrischer Antrieb entworfen werden kann. Die Motoren

müssen für hohes Anzugsmoment, etwa für das 3fache des normalen ausgeführt sein, der rauhe bedingt ferner eine kräftige Ausführung des Motors. In den Fällen, wo explosible Gase zu erwarten sind, entsprechenden Schutz gegen ihre Entzündung tragen. Die Motoren müssen während längerer Zeiträume vermindert Drehzahl laufen können, wobei der Drehzahlbereich je nach dem betreffenden Bohrverfahren verschieden ist, und das bei den verschiedenen Drehzahlen verlangte Drehmoment sich auf die Drehzahl des Motors beim Bohren und nicht auf die Drehzahl der Nebenarbeiten bezieht. Die Anlaß- und Regelgeräte müssen auch kräftig gebaut sein; für die Regelung der Drehzahl eine möglichst hohe Stufenzahl erforderlich. Ein elektrischer Antrieb der Regelgeräte durch Gestänge oder Seile ist immer notwendig. Die den elektrischen Antrieb kennzeichnenden Merkmale der geschilderten Bohrverfahren sind in Zahlentafel 1 enthalten. [B

Werkstattprüfung von Schweißungen¹⁾

In den letzten Jahren hat die Schweißtechnik eine außerordentliche Verbreitung gefunden, nachdem sich ergeben hat, daß das Schweißen bei Verbindung von Teilen aus Eisen, Kupfer oder Aluminium wesentlich wirtschaftlicher ist als das Nieteten. Trotzdem wird auf vielen Gebieten der Nietung heute noch der Vorzug gegeben, obwohl die Schweißung berufen ist, sie allmählich zu verdrängen. Es liegt das daran, daß man der Schweißung nicht das Vertrauen entgegenbringt, wie der Nietung, daß sie bei hochbeanspruchten Teilen den auf sie einwirkenden Beanspruchungen gewachsen ist.

Zwar besteht darüber kein Zweifel, daß eine sachgemäße Schweißung zum mindesten dieselben Kräfte übertragen kann, wie eine sachgemäße Nietung, daß sie sogar in dieser Hinsicht der Nietung überlegen ist, aber bei dem heutigen Stande der Schweißerausbildung ist man leider oft nicht sicher, daß eine Schweißung sachgemäß ausgeführt ist. Eine schlechte Schweißung kann aber bei hochbeanspruchten Teilen eine große Gefahr bieten. Deshalb ist den Behörden auch nicht zu verdenken, wenn sie im Dampfkesselbau, Bau von Eisenkonstruktionen, Brücken und auch zum Teil im Schiffbau die Schweißung an Stelle der Nietung nur im beschränkten Umfange zulassen und auch dann nur, wenn sie durchaus sicher sind, daß sie bei den die Schweißung ausführenden Stellen zuverlässiger Arbeit sicher sind.

Bei der Nietung kann durch Bauüberwachung, Abnahme und Werkstoffprüfung der verwandten Baustoffe jederzeit eine vollkommene Sicherheit gewonnen werden, daß sachgemäße Arbeit, die zu keiner Gefahr Anlaß gibt, geleistet ist. Bei der Schweißung versagen diese Mittel im allgemeinen. Auch die schärfste Bauüberwachung wird nicht verhindern können, daß der Schweißer in einem unbewachten Augenblick einen schwerwiegenden Fehler macht. Bei der Abnahme ist dieser meist auch nicht zu finden; denn eine Schweißung kann äußerlich recht gut aussehen und doch nichts taugen. Im Innern ist sie aber nur durch Zerstörung der Arbeit zu untersuchen. Die Werkstoffprüfung kann ergeben haben, daß der Werkstoff den Ansprüchen genügt, verhindert aber nicht, daß er beim Schweißen verdorben wird. Es bleibt also nur übrig, einzelne Schweißungen stichweise aus der Reihe herauszunehmen und durch Zerstörung zu prüfen, oder solche Prüfungen an besonderen Probestücken vorzunehmen.

Auch das würde schon einen großen Fortschritt bedeuten, denn man wäre dann wenigstens sicher, daß nicht Schweißer, die unzuverlässig sind oder noch nicht die nötige Geschicklichkeit haben, an Arbeiten gestellt werden, von deren sachgemäßer Ausführung Gesundheit und Leben der Mitmenschen abhängt. Den Werken muß ebenso daran gelegen sein wie den Behörden, daß sie gute Arbeit liefern.

Aber auch solche Prüfungen sind nicht einfach. Die bei gewöhnlichen Baustoffen üblichen Prüfverfahren wie Zerreißproben, Schlagzerreißproben, Kerbschlagproben u. a. lassen sich ohne weiteres auf Schweißungen nicht anwenden. Bei einem geschweißten Arbeitstück hat man es nicht mit einem einheitlichen Gefüge zu tun, sondern mit verschie-

denen, stark voneinander abweichenden Gefügebereichen des Baustoffes selbst, der Schmelzzone der Schweißung, der durch Wärmeeinflüsse stark beanspruchten Übergangszone von Schweißung zu Baustoff. Ferner können an der Schweißung Poren und Schlackeneinschlüsse das Ergebnis der Prüfung stark beeinflussen. Deshalb geben solche Prüfungen meist nur dann eine gewisse Sicherheit, wenn sie von Fachleuten des Materialprüfwesens ausgeführt werden, die sich nicht so leicht zu Trugschlüssen verleiten lassen, wie dies bei Nichtfachleuten der Fall sein kann. Man ergibt sich nun wieder, daß die Behörden zur Zeit nur Firmen in beschränktem Umfange zu hochbeanspruchten Arbeiten zulassen können, soweit eine Prüfung der Qualität der Schweißung, was Güte der Schweißung anbelangt, durch Materialprüfung möglich ist.

Dieser Zustand gab dem Fachausschuß für Schweißtechnik beim V. d. I. Anlaß, nach einem Prüfverfahren zu suchen, das auch von Nichtfachleuten mit Sicherheit und ohne Trugschlüsse zu befürchten sind, durchgeführt werden kann, um die Zulassung von weiteren Werken zu hochbeanspruchten Arbeiten auf Grund von Prüfungen durch Abnahmebeamte der Kesselüberwachungsvereine usw. zu ermöglichen und den ausführenden Werken selbst eine Hand geben, sich auch ohne die Hilfe der Materialprüfung durch Sachverständige des Materialprüfwesens mit der Abnahme Beamten über die Güte der verwendeten Schweißung und die Zuverlässigkeit ihrer Schweißer laufend zu unterrichten.

Die Arbeiten der Gruppe für Arbeitsverfahren genannten Fachausschusses sind jetzt abgeschlossen. In den Mitteilungen des Fachausschusses veröffentlicht, hat der Fachausschuß sich in gemeinsamer Arbeit mit den Vertretern des Materialprüfwesens und der Schweißtechnik eine einfache Biegeprobe entschieden, nachdem einige Versuche ergeben haben, daß diese Probe eine äußerlich scharfe und dabei auch in Händen von Nichtfachleuten durchaus zuverlässige Prüfung darstellt. Für die Durchführung der Prüfung selbst und die Anforderungen, die die Probe bei dem Biegeversuch zu stellen sind, sind einige Richtlinien für die Vorbereitung der Probe und die Ausführung der Versuchsschweißung selbst genaue Richtlinien festgestellt. Damit ist angestrebt, für solche Prüfungen eine einheitliche Grundlage zu schaffen, auf der man die Leistungen der verschiedenen Schweißer und Schweißverfahren vergleichen kann.

Es ist der Zweck dieser Ausführungen, die Kreise der an der Schweißtechnik Beteiligten auf die Richtlinien hinzuweisen und die Hoffnung auszusprechen, daß die vorgeschlagenen Werkstattprüfungen durch Überwachung der Schweißer und genaue Untersuchung der Schweißstoffe dazu beitragen, die Unsicherheit, die heute noch bezüglich der Ausführung von Schweißungen geltend macht, allmählich zu beseitigen, damit die Schweißung den Platz erobert, der ihr bei sachgemäßer Arbeit gegenüber der Nietung zukommt.

Darüber hinaus ist der Fachausschuß bemüht, ein Verfahren zu finden, das eine Untersuchung der Schweißung auch ohne Zerstörung der Arbeit möglich macht. Eine Abnahme der Betriebsarbeiten geeignet ist. Ein solches Verfahren scheint in der Durchleuchtung der Schweißung mittels Röntgenstrahlen gefunden zu sein²⁾. [N

Wittenberge Oberregierungsbaurath a. D. Bar

¹⁾ Mitteilungen aus dem Fachausschuß für Schweißtechnik beim Verein deutscher Ingenieure.

²⁾ Kantner und Herr, Z. Bd. 71 (1927) S. 571

Modellversuche an Kühlwasserkanälen für Kraftwerke

Mitgeteilt vom Büro für Wärmewirtschaft der Berliner Städtische Elektrizitätswerke, A.-G.

Die zunächst angenommenen Formen der Kanäle erwiesen sich als nicht zweckmäßig — Kräftemessungen und Bestimmung des Verlaufes der Strömungen — Eingehende Modellversuche führten zu den endgültigen Formen durch Einbau von Leitschaukeln am Auslauf und durch große Abrundungen landeinwärts am Einlauf

Bei den Planungsarbeiten für das Großkraftwerk Klingenberg tauchten Bedenken auf, ob die angenommene Form der Kühlwasser-Kanalmündungen Zu- und Abführung der etwa 15 m³/s (bei Volltrieb) betragenden Wassermengen gestatte, ohne daß Schiffs- und Bootsverkehr beeinträchtigt würde. Um nach einem dahingehenden behördlichen Verlangen Rechnung zu tragen, führte die Versuchsanstalt für Wasser-

Zahlentafel 1

Kräfte am Auslaufkanal (Nr.1 bis 6) und am Einlaufkanal (Nr. 7 bis 17)

Entfernung vom Ufer m	Schiffsverdrängung t	Wasserstand cm	Kühlwasser- menge m ³ /s	Größte festgestellte Kraft am	
				Vorderschiff t	Hinterschiff t
75,0	800	+ 33,76	60	1,16	1,87
"	"	"	30	0,27	0,43
"	"	"	16	0,14	0,28
"	395	"	60	0,34	0,80
"	"	"	30	—	0,14
"	"	"	16	—	—
9,5	800	+ 33,76	60	1,26	1,55
"	395	"	60	0,18	0,42
"	800	+ 32,23	30	2,19	2,38
"	800	"	16	0,67	0,78
"	395	"	30	0,16	0,40
"	395	"	16	0,21	0,49
"	800	+ 32,06	30	4,28	4,18
"	800	"	16	1,50	1,85
"	395	"	30	0,20	0,70
"	395	"	16	0,10	0,11
22,5	800	"	16	0,06	0,00

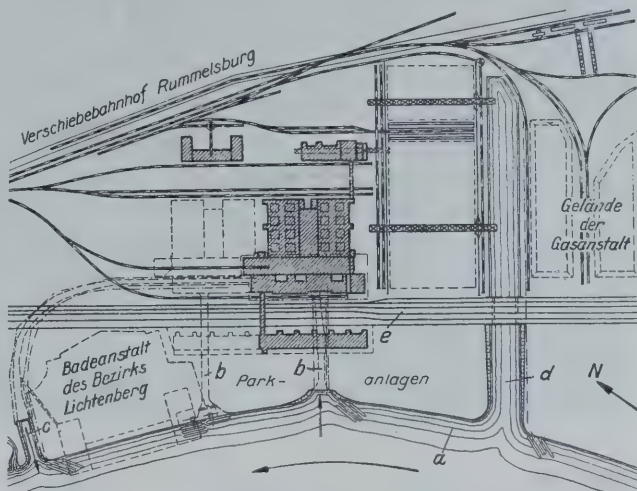


Abb. 1

Lageplan des Großkraftwerkes „Klingenberg“

a Spree b Einlaufkanäle c Auslaufkanal d Stichkanal
für Kohlenzufuhr e Köpenicker Chaussee

bau und Schiffbau, Berlin, im Auftrage der Berliner Städtische Elektrizitätswerke, A.-G., Versuche durch, deren wichtigste Ergebnisse hier wiedergegeben werden sollen.

Der Lageplan des Großkraftwerkes Klingenberg ist in Abb. 1 wiedergegeben. Es wurde ein Holzmodell der Spree mit Pumpenanlage, sowie Hoch- und Eichbehältern, Abb. 2, hergestellt, und zwar wegen der räumlichen Ausdehnung nur für die halbe Spreebreite (die nördliche Hälfte). Die Versuche erstreckten sich auf die Feststellung der Kräfte, denen ein vor dem Einlauf- oder Auslaufkanal liegendes Schiff ausgesetzt war. Zur Fest-

stellung dieser Messungen diente das Modell eines Breslauer Meßkahnes (55 m Länge, 8,0 m Breite, 2,0 m Tiefgang und 800 t Wasserverdrängung), vergl. Abb. 3. Vor- und Hinterschiff des Kahnes konnten leicht beweglich an die Hebel der Wagebalken angehängt werden, die sich auf einem fahrbaren Gestell befanden. Die Wagebalken befanden sich, wenn keine Kraft auf den Kahn einwirkte, in einer durch geeichte Spiralfedern bestimmten Ruhelage. Wurde nun der Kahn vor eine der Kanalmündungen gebracht, so ergaben die Zeiger der Wagebalken Ausschläge, die in der Wirklichkeit bestimmten Kräften je nach dem Eichverhältnis der Wage entsprechen. Die Genauigkeit der Messung darf bei solcher Anordnung mit Rücksicht auf die stets auftretenden geringen Kraftschwankungen, die sich in leichten Schwingungen der ganzen Versuchsanordnung während der Messung ausdrücken, mit ± 65 kg bei Gesamtkraftwirkungen, die zwischen 0,3 und 4 t schwanken, vergl. Zahlentafel 1, als genügend genau bezeichnet werden. Die Messung der Kräfte wurde bei verschie-



Abb. 2

Holzmodell der nördlichen Spreehälfte

a Spreeprofil (flussaufwärts gesehen) nach Profilmessungen hergestellt b Einlaufkanäle
c Auslaufkanal d Pumpenanlage und Eichbehälter e Abdeckbare Austrittöffnungen
für das Versuchswasser

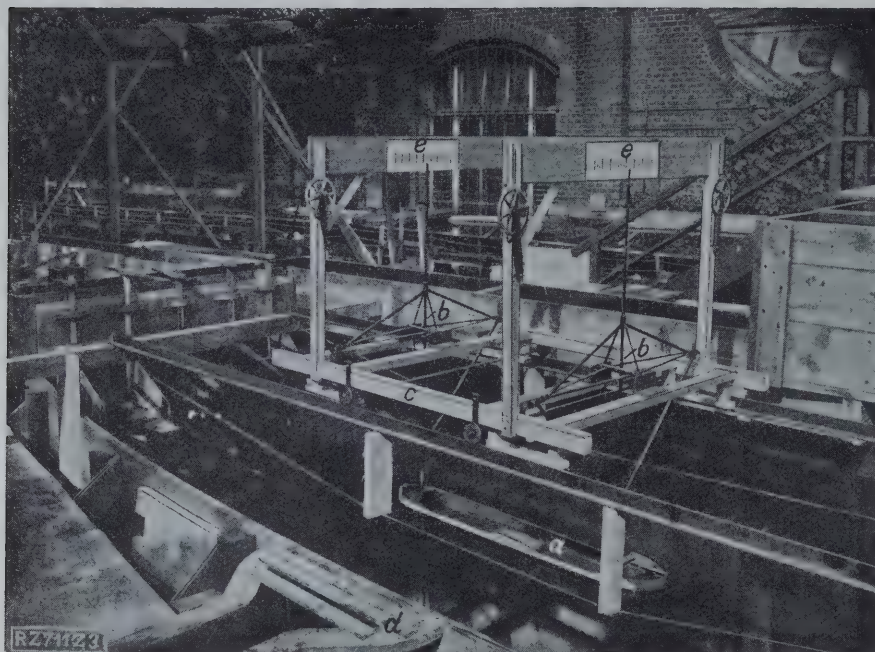


Abb. 3

Fahrbares Meßgestell mit Wagebalken und darunter liegendem Kahnmodell

a Kahnmodell b Wagebalken c Fahrbares Meßgestell
d Einlaufkanal e Meßteilung

denen Abständen des Schiffes vom Ufer und bei den Wasserständen $+32,06$, $+32,28$, $+33,76$ vorgenommen, die den Wassermengen bei Niedrig-, Mittel- und Hochwasser 7 , 35 und $90 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechen. Die Ergebnisse einer solchen Messung am Auslauf- und am Einlaufkanal bei Hochwasser, und zwar für je ein Schiff von 800 und 395 t , sind in Zahlentafel 1 sowie in Abb. 4 und 5 wieder gegeben.

Aus meßtechnischen Gründen führte man die Versuche auch mit größeren Kühlwassermengen als $16 \text{ m}^3/\text{s}$ (Normalfall) durch, um vor allem mit genügender Sicherheit auf die Kräfte bei kleinen Wassermengen der Spree schließen zu können.

Hätte man Messungen mit entsprechend kleineren Kühlwassermengen als $16 \text{ m}^3/\text{s}$ durchgeführt, so hätte die Übertragung aus dem Modellversuch auf die Natur zu

Fehlern führen können, da dann die Wasserbewegungen im Modell nicht mehr im turbulenten Gebiet abgespielt haben würden.

Ferner wurden für alle Verhältnisse auch die Stromlinien am Ufer und Auslauf ermittelt, die besonders bei Niedrigwasser der Spree vergl. Abb. 6, erkennen ließen, wahrscheinlich sogar ein Rückstrom des Austrittswassers nach dem Einlaufkanal auftreten würde.

Die Auswertung dieser Modellversuche mit Mündungen, ursprünglich für den Bau der Kühlwasserkanäle angenommen, ergab, daß an den Einlaufkanälen die Schifffahrt wenig gefährdet würde. In etwa 25 m Abstand vom Ufer war die Einwirkung der Querstömung bereits so gering, leichtes Rudergeben die Fahrtrichtung sicherte, vergl. Abb. 7. Sonst hätten die Schiffe diesen Abstand mindestens einhalten müssen, da die Kräfte nach dem Ufer zu schnell zunahmen. Ungünstig waren die Verhältnisse jedoch am Auslaufkanal. Der Auslaufstau blieb auch noch in größerem Abstand vom Ufer ziemlich bestehen, vergl. Abb. 8, und übte merkbare Kräfte auf das Schiff aus.

Es ergab sich daher die Notwendigkeit, die Kanalmündung so abzuändern, daß die Strömungsgeschwindigkeit geringer und die Streuung größer wurde.

Zur Ermittlung der günstigsten Kanalmündung wurden daraufhin elf verschiedene Auslaufformen, Abb. 9 bis 11, untersucht. Zunächst wurde versucht, das Wasser vor seinem Auslauf in die Spree zu teilen und die beiden Ströme gegeneinander zu führen, Abb. 9; hierdurch und durch zehn Leitschaukeln sollte eine gleichmäßige Verteilung des Wassers über den ganzen Querschnitt erzielt werden. In etwa 30 m Entfernung von der Mündung und bei $15 \text{ m}^3/\text{s}$ Kühlwasser

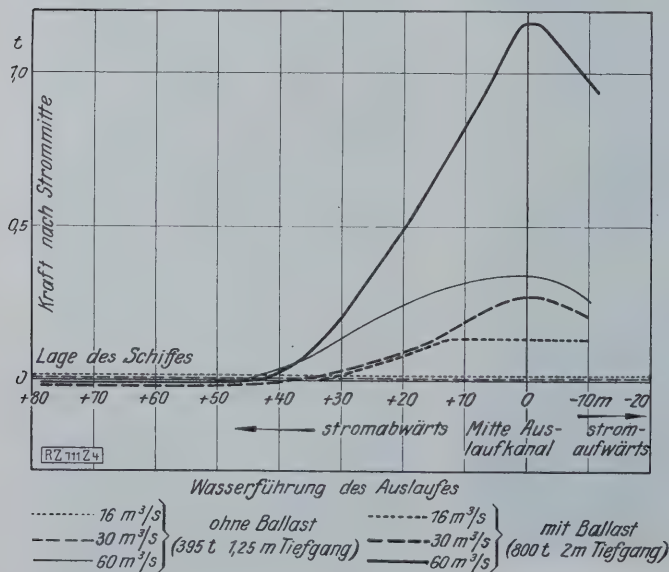


Abb. 4

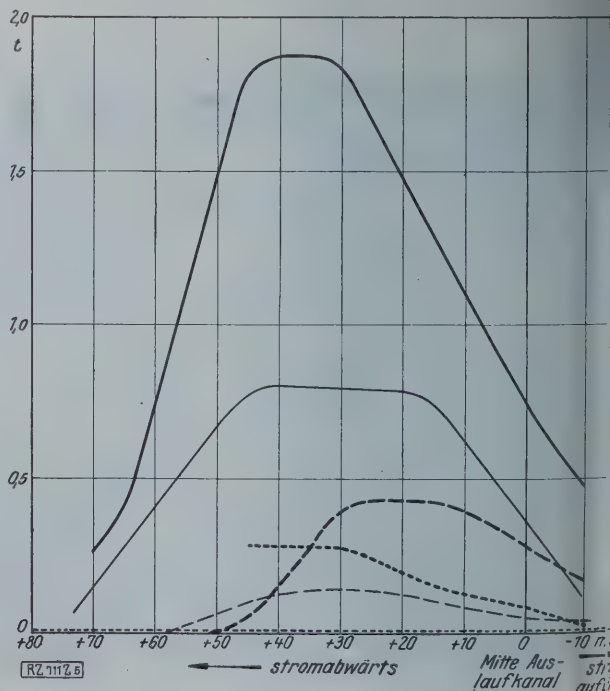


Abb. 5

Abb. 4 und 5

Die vor dem Auslaufkanal an einem Breslauer Meßkahn auftretenden Kräfte. Die Abszissen bezeichnen die Lage des Vorderstevens des Schiffmodells gegenüber der Mitte des Auslaufkanales

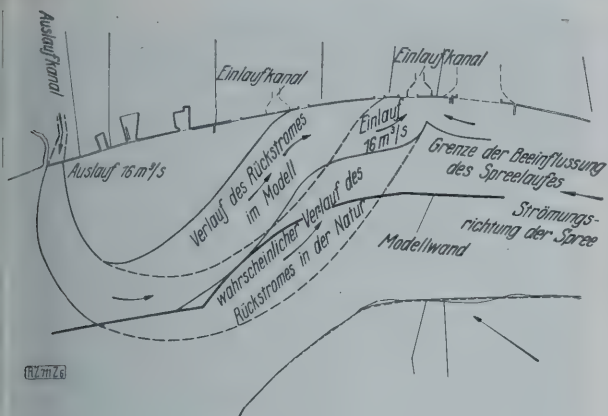


Abb. 6

Strömungen des Kühlwassers am Einlauf- und Auslaufkanal bei Niedrigwasser nach dem ersten Entwurf

Entnahme und Mittelwasser der Spree betrug die auf das Schiff ausgeübte Gesamtkraft aber immer noch 0,1 bis 0,2 t. Außerdem machte sich eine starke Rückströmung an der Seite und in der Mitte des Auslaufs bemerkbar. Das Mittelstück wurde dann herausgenommen und die Abnutzung der Wände beseitigt, Abb. 10. Die Kraftmessung war zwar jetzt etwas geringer, eine nennenswerte bessere Strömung ergab sich aber hierdurch

¹⁾ Alle folgenden Messungen beziehen sich auf die gleiche Schiffslage (30 m Abstand von der Mündung).

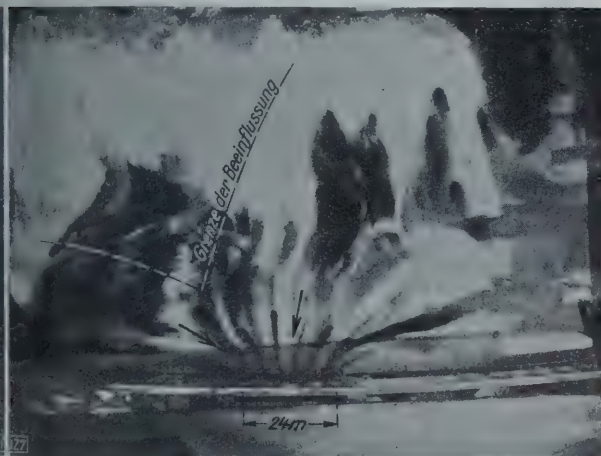


Abb. 7

Strömungen am Einlaufkanal beim ersten Entwurf; Niedrigwasserstand $N. W. = 7 \text{ m}^3/\text{s}$, Einlaufwassermenge $Q = 16 \text{ m}^3/\text{s}$

nicht. Der Wasseraustritt drängte sich nach beiden Seiten, vergl. Abb. 10 a. Auch die Anordnung einer weiteren Leitschaukel in der Mitte, Abb. 11, hatte zunächst keinen Erfolg. Insbesondere wurde jetzt die ausströmende Kühlwassermenge bei Hochwasserstand der Spree geschlossen talwärts geschoben. Die Zahl der Leitschaukeln wurde nunmehr auf sechs verringert, an der Form des Auslaufs aber nichts geändert, Abb. 12. Es trat jetzt eine starke Rückströmung des Wassers in der Auslaufmitte ein. Als größte auftretende Kraft ergab sich 0,3 t. So dann wurde bei gleicher Leitschaukelzahl die Breite der Mündung von 50 auf 42 m verringert, Abb. 13. Nunmehr löste sich das Kühlwasser von den Kanalwänden und Leitschaukeln und floß in verschiedenen, voneinander getrennten Strömen ab. Am Schiff ergab sich wiederum als größte Kraft 0,3 t. Schließlich setzte man die Auslaufbreite auf 32 m herab und erhöhte die Leitschaukelzahl wieder auf acht, Abb. 14; die Austrittskanten wurden kreisförmig abgerundet. Es zeigte sich jetzt eine bessere Verteilung der Strömung, Abb. 14 a, auch die Kraftmessung am Schiff ergab nur im Höchsfalle 0,1 t. Eine Änderung der kreisförmigen Abrundung in eine mehr elliptische, Abb. 15, zeitigte dagegen ein schlechteres Ergebnis.

Die bisherigen Versuche haben bereits gezeigt, daß man durch Leitschaukeln am ehesten zu einem befriedigenden Ergebnis gelangen würde. Entfernte man die Schaukeln ganz, Abb. 16 und 16 a, so trat das Kühlwasser in einem zusammenhängenden Strom weit über 100 m in die Spree hinein, wo es dann talwärts abbog. Bei dieser Ausströmung traten Querkraften von 0,5 bis 0,6 t am Spree-

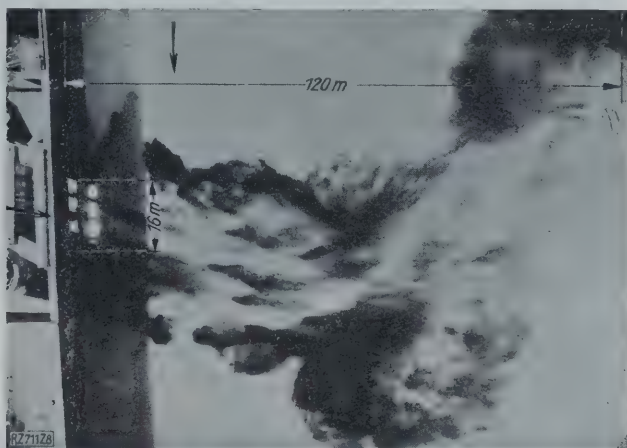


Abb. 8

Strömungen am Auslaufkanal beim ersten Entwurf; $N. W. = 35 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q = 16 \text{ m}^3/\text{s}$

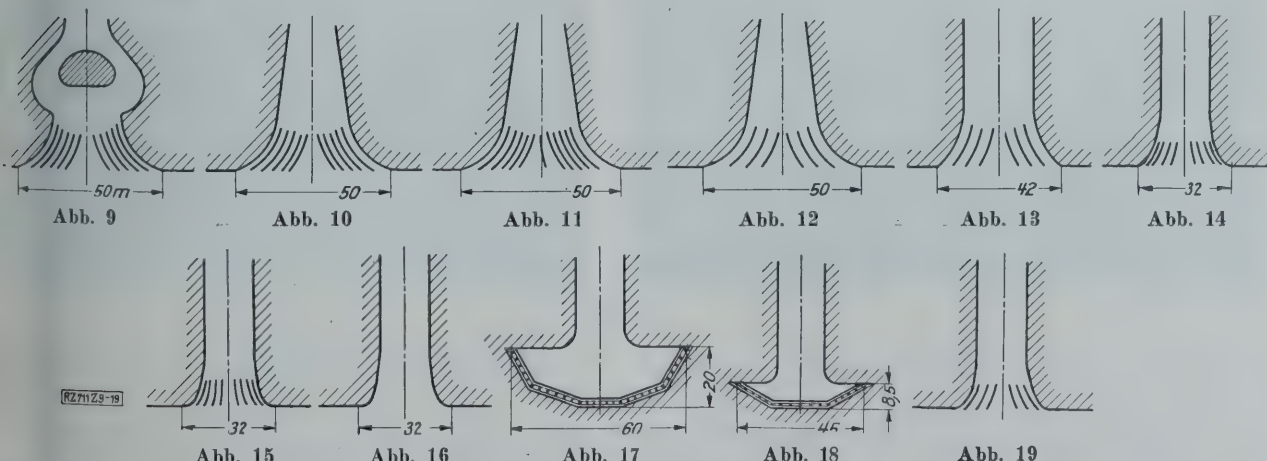


Abb. 9 bis 19

Untersuchte Formen des Auslaufkanals

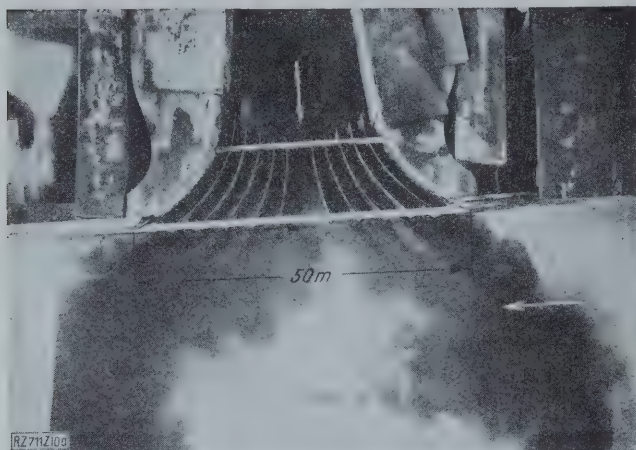


Abb. 10a

Verlauf der Strömung am Auslaufkanal, durch gefärbtes Wasser gekennzeichnet, Form nach Abb. 10. Mittelwasserstand M. W. = $35 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$



Abb. 14a

Strömung am Auslaufkanal, durch Seidenpapierstreifen gekennzeichnet, Form nach Abb. 14. M. W. = $35 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$

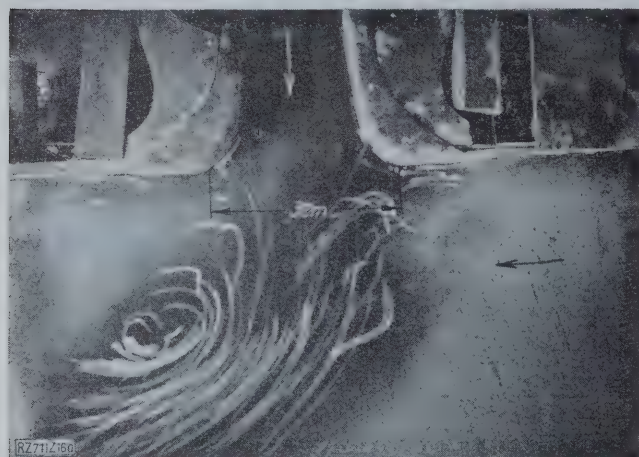


Abb. 16a

Strömung am Auslaufkanal, Form nach Abb. 16 (ohne Leitschaufeln). M. W. = $35 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$

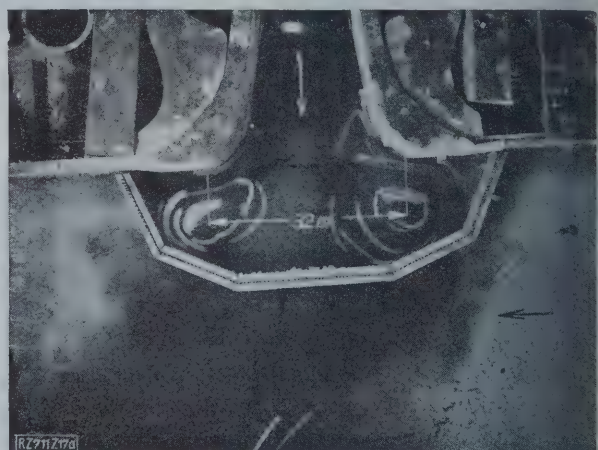


Abb. 17a

Strömung am Auslaufkanal, Form nach Abb. 17. M. W. = $35 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$



Abb. 18a

Strömung am Auslaufkanal, Form nach Abb. 18. M. W. = $35 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$



Abb. 19a

Strömung am Auslaufkanal, Form nach Abb. 19 (endgültige Form). N. W. = $7 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$

kahn auf. Es wurde auch versucht, durch Einrammen von Rundpfählen vor der Öffnung einen geringen Stau im Auslauf zu erzeugen, Abb. 17 und 18; hierdurch sollte das Wasser gezwungen werden, nach allen Seiten

in die Spree auszutreten. Auch wurden Rundstäbe und Schwimmbalken so befestigt, daß eine Art von Rechen entstand, der an der Fußsohle einen 1 m hohen freien Austrittsquerschnitt frei ließ. Gegenüber den Versuchen

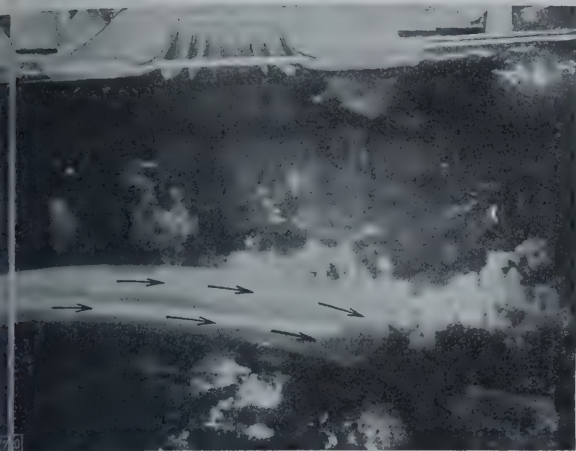


Abb. 20
Auslaufkanal mit Leitschaukeln



Abb. 21
Auslaufkanal ohne Leitschaukeln

Abb. 20 und 21
Fahrtrichtung des Schiffes vor dem Auslaufkanal bei gerader Ruderstellung

Leitschaukeln ergab das zwar eine bedeutende Verbesserung; die Wirkung der Leitschaukeln wurde jedoch erreicht, wie Abb. 17 a und 18 a erkennen lassen. Unter Berücksichtigung aller dieser Versuche wurde der Auslauf dann nochmals abgeändert. Die gradlinige Weiterführung, die an den Wandungen Knicke bewirkte, vermied man und rundete die Kanalmündung kegelförmig ab, wobei wieder sechs entsprechend geneigte Leitwände eingebaut wurden, Abb. 19. Diese Änderung hatte vollen Erfolg. Nunmehr ergab sich eine sehr günstige Strömung des austretenden Wassers, Abb. 19 a. Kraftmessungen bei zwei verschiedenen Uferentfernungen und vier verschiedenen Schiffslagen ergaben nur noch sehr geringe und ungefährliche Wirkungen. Um nochmals die günstige Einwirkung der Leitschaukeln nachzuweisen, wurde das Schiff schwarz angestrichen und am Bug mit einem kleineren, am Heck einem etwas größeren weißen Aufkleber versehen. Das nunmehr freifahrende Schiff wurde elektrisch angetrieben und die Fahrtrichtung photographisch aufgenommen. Die in Abb. 20 und 21 sichtbaren weißen Striche auf den Lichtbildern sind durch die Aufdrucke der weißen Bug- und Heckknöpfe entstanden; sie zeigen deutlich das starke Abbiegen des Schiffes vor dem Auslaufkanal ohne Leitschaukeln, Abb. 21, im Gegensatz zur praktisch unbeeinflussten Fahrtrichtung in Abb. 20.

Die Messungen am Einlaufkanal führten zu dem Ergebnis, daß als Breite des Einlaufes statt 24 m 50 bis 60 m vorteilhafter sind. Außerdem wird die Kraftwirkung des um Werk abfließenden Wassers durch eine abgerundete trichterförmige Einlaufmündung so herabgemindert, daß bei Schiffen von 800 bis 1000 t keine Einwirkung zu ermitteln war. Die endgültige Kanalmündung ist in Abb. 22, die ursprüngliche Abb. 6. Zur Sicherung der kleineren Fahrzeuge, Sportboote usw., erwies sich eine Reihe mit dazwischen eingehängten Schwimmbalken vorteilhaft. Zudem verhindern die Dalben, daß sich das Fahrzeug unmittelbar vor den eigentlichen Einlauf stellen kann und den Kühlwasserzutritt einengt.

Die vom Wasserbauamt durchgeführten Messungen konnten so rechtzeitig mit Erfolg beendet werden, daß der Bau keine Verzögerung erfuhr. Die wirkliche Bau-

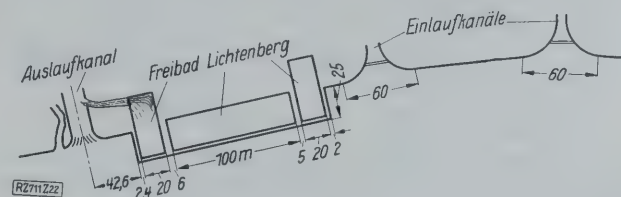


Abb. 22
Endgültige, durch Versuche bestimmte Mündungen der Kühlwasserkanäle

ausführung lehnt sich genau an die Modellformen an. Die Versuche wurden weiterhin ergänzt durch Feststellung der Wassermengen, die bei einer vorgesehenen Kanalabzweigung in das Becken des Freibades abströmen können, vergl. Abb. 1 und 22²⁾. Durch ein Rohr von 1,4 m Dmr. fließen dem Badebecken etwa 1600 m³/h erwärmtes Kühlwasser aus dem offenen Kanal zu.

Mit geringen Unkosten wurde nachher das Modell so umgebaut, daß man auch die Kühlwasserverhältnisse des Kraftwerkes Charlottenburg untersuchen konnte. Über die Ergebnisse dieser Versuche soll später berichtet werden. [B 711]

²⁾ Bekanntlich kann ein Teil des Kühlwassers zum Anwärmen des an dieser Stelle neuerrichteten Flußbades benutzt werden.

Wärmeübergang und Turbulenz

Nachtrag

Prof. F. K. Th. van Iterson in Heerlen (Holland) übersandte mir einen Sonderabzug seiner Arbeit „De warmte-overgang van vaste lichamen op turbulent stroomende vloeistoffen“ aus der holländischen Zeitschrift „De Ingenieur“ 1926, Nr. 17, der mir und wohl auch anderen deutschen Forschern auf diesem Gebiete entgangen ist. In dieser Abhandlung findet sich schon eine, wenn auch etwas abweichende Herleitung des von mir in Z. Bd. 71 (1927) S. 1071 aufgestellten Zusammenhanges zwischen der Wärmeübergangszahl α und dem Widerstandsbeiwert λ mit einer Prüfung an zahlreichen verschiedenartigen Versuchsergebnissen, allerdings unter Beschränkung auf das turbulente Gebiet. [N 718]

Danzig

H. Lorenz

Tagung für Maschinenelemente

Am 8. und 9. Juli fand in Erfurt auf Einladung des Wissenschaftlichen Beirates des Vereines deutscher Ingenieure eine geschlossene Tagung über Maschinenelemente und Konstruktionsfragen statt. Die Aufgaben der wissenschaftlichen Behandlung der Maschinenteile drängen sich seit einigen Jahren in den Vordergrund; Ansätze zur Behandlung sind an verschiedenen Stellen vorhanden, die Einladung des Wissenschaftlichen Beirates zu einer Aussprache fand daher lebhaften Widerhall.

Systematik

Prof. Kutzbach, Dresden, erläuterte und begründete die „Systematik der Maschine“ oder die „allgemeinen Grundlagen der Maschinentechnik“, die er seit Jahren in seinen Vorlesungen über Maschinenelemente und auch in der neuen „Hütte“ Bd. II S. 27 verwendete.

Maschinen dienen, was auch ihre Sonderaufgabe sei, stets zur geregelten Orts- oder Formänderung von Stoff oder Energie. Der Begriff Maschine im weitesten Sinn ist abhängig von der Art des Stoffes (feste, flüssige, gasförmige Körper, Moleküle oder Elektronen) und von der Art der Energie (mechanische, thermische, elektrische, chemische usw.). Dieser weitere Begriff liegt dem Ausdruck Maschineningenieurwesen zugrunde, da die Anwendung aller Mittel zur regelnden Beherrschung der Orts- und Formänderung von Stoff oder Energie unter die Aufgaben des Maschineningenieurs fallen können.

Diese Mittel können sein:

1. Speicher, Leitungen, Umformer (bei gleicher Energieart) und Umwandler (bei Übergang in eine andere Energieart),
2. Steuervorrichtungen (Schalter und Widerstände) und Regelvorrichtungen.

Man könnte die Mittel der Gruppen 1 auch als Mittel zur Orts- und Formänderung, diejenigen der Gruppen 2 als Mittel zur Steuerung und Regelung bezeichnen.

Beschränkt man den Begriff der Maschine auf Gebilde, welche den Zweck der Maschine durch mechanisch wirkende Hilfsmittel erreichen, so erhält man die Maschine im üblichen engeren Sinne, deren Glieder und Teile man, soweit sie allen Maschinenarten gemeinsam sein können und nicht Eigenart der Sondermaschinen sind, als „Maschinenelemente“ bezeichnet¹⁾.

Die bekannte Mannigfaltigkeit der Maschinenelemente kommt zunächst daher, daß drei Arten von Baustoffen in den Maschinen benutzt werden, 1. solche, welche Kräfte ($\pm P$) und Drehmomente ($\pm M$) weiterleiten können (Formstoffe), 2. solche, welche nur Zugkräfte ($+P$) weiterleiten können (Hüllstoffe), 3. solche, welche nur Druckkräfte ($-P$) weiterleiten können (Füllstoffe). Eine weitere Mannigfaltigkeit kommt dadurch hinein, daß es unter den Maschinengliedern, abgesehen von den Stoffleitungen, Leiter statischer Energie gibt, die wiederum im Gleichgang, im Wechselgang oder im Rastgang arbeiten, Leiter von statisch-dynamischer oder von Schwingungsenergie und Leiter dynamischer Energie. Von den Umformern, deren geometrische Formen und Gesetzmäßigkeiten die Kinematik lehrt, seien der Wälztrieb, der Kurventrieb und der Koppelttrieb für die Formstoffe und der Hülltrieb für Hüllstoffe auf Formstoffen genannt. Zu den Umformern gehören aber auch die beweglichen Leitungsgelenke und ebenso die Leitungsverzweigungen („Differential“) aller Art.

Als Maschinenteile, die zum willkürlichen oder selbsttätigen Ein- und Ausrücken der einzelnen Maschinenglieder (Speicher, Leitungen, Umformer) benutzt werden, dienen Steuervorrichtungen, nämlich Schalter (Wellenschalter, Gestängeschalter, Rohrschalter) und Widerstände (Drossel- und Bremsvorrichtungen). Dazu kommen außerdem, wenn auch nicht immer, die Regelvorrichtungen, nämlich Melde- und Meßvorrichtungen für Ort-, Form- oder Zustandsänderungen, die zur Regelung und Steuerung der Maschine mittelbar über die Bedienung oder unmittelbar durch Steuervorrichtungen benutzt werden, wobei wiederum vielfach Verstärker (Relais, Hilfsmotor) mit Vorteil verwendet werden.

C. Volk, Berlin, führte aus, daß drei Gruppen von Ursachen die Form und die Abmessungen eines Werkstückes bestimmen:

Berechnung, Erfahrung und Gefühl

Berechnung ist das Ergebnis der wissenschaftlichen Durchdringung der Aufgabe. Sie geht oft von Erfah-

¹⁾ Hilfsmittel zur festen Verbindung der einzelnen Werkstücke zu Maschinenelementen und solche zur beweglichen Verbindung der einzelnen Maschinenelemente untereinander sollte man nur als Verbindungselemente, Verspannungselemente, Führungselemente oder dergl. bezeichnen, ebenso wie die Bauformen sich wieder aus Formelementen zusammensetzen lassen.

rungswerten aus, und die Entscheidung, ob gewisse Voraussetzungen noch zutreffen oder nicht, muß mehr oder weniger gefühlmäßig getroffen werden.

Die Erfahrung entstammt der praktischen Tätigkeit und der Versuchstätigkeit oder ist von Dritten übernommen. Sie darf nicht dazu führen, dauernd im alten, „erprobten“ Gleise zu bleiben, sondern soll vom sicheren Boden aus den Fortschritt ermöglichen. In dem Bewußtsein, auf rechten Wege zu sein, muß oft auch ein Sprung gemacht werden.

Das Gefühl muß den Konstrukteur befähigen, in eine Aufgabe „einzufühlen“, sie nicht nur mit dem Verstand, sondern auch mit der Seele zu erfassen. Der selbsttätige Konstrukteur muß das allmähliche Werden der Konstruktion als Wachstumsvorgang empfinden, so daß der Baukörper entsteht, der den Betriebsbedingungen und dem Werkstoff entspricht.

Bei der Frage, ob die Maschinenelemente geeigneter Übungsstoff für die konstruktive Tätigkeit sind, ist zu beachten, daß z. B. ein Absperrventil aus verschiedenen Bauteilen, Führungen, Bedienungsteilen usw. besteht. Man legt man die Maschinenteile in ihre Bauteile, so ist z. B. alle Führungen an Kraftmaschinen, Werkzeugmaschinen, Webstühlen usw. eine große Familie, deren Konstruktion nach gleichartigen Gesichtspunkten vor sich geht. Volk machte den Vorschlag, dem Konstruieren der Maschinenteile eine Gestaltungslehre der Bauteile voranzustellen, die das konstruktive Gefühl stärkt und die eine starke, persönliche Anteilnahme der Konstrukteure an ihrem Werk beiführt²⁾.

Konstrukteurfragen

Mit den „Anforderungen der Industrie an die konstruktive Tätigkeit der Ingenieure“ beschäftigen sich die Führer der Industrie. Ein Vertreter der chemischen Industrie brachte hierzu Folgendes vor:

Anfang dieses Jahres suchten wir einige Konstrukteure, um sie vor neuartige Aufgaben zu stellen, nämlich Geräte für raschlaufende Prozesse und für Hochdruckkonstruktionen. Wir haben uns überall umgehört, haben keine passenden Konstrukteure bekommen können.

Die Ansprüche der chemischen Industrie an die Ingenieure sind in den letzten zwei Jahrzehnten höher geworden. Die chemischen Fabriken waren früher in der Linie mit Farbstoffen beschäftigt und konnten die wissenschaftlich gebildeten Ingenieure nur wenig gebrauchen. Dank der hervorragenden wissenschaftlichen Forscherarbeit in eigenen Laboratorien durchgeführt wurde, wozu in diesen Laboratorien die Betriebsführer und Chemiker jahrelang ausgebildet, und so hatte man die Gewißheit, der wissenschaftliche Geist auch im Betrieb gepflegt zu werden. Die Maschinen, Kessel, Einrichtungen, Apparate waren jener Zeit äußerst einfach. Die Apparate waren durch einfache Konstruktionen und wurden von Maschinenfabriken zu Hunderten geliefert. Die wärmetechnischen und mechanischen Wirkungsgrade spielten keine große Rolle, die Unkosten durch die Einrichtungen bei der Preisbildung nicht ausschlaggebend waren. Die Bewachung, Instandhaltung der einfachen Einrichtungen stellten keine besonderen Ansprüche. Es lag keine Veranlassung vor, einen großen Stab von wissenschaftlich gebildeten Ingenieuren in den Konstruktionsbüros zu erhalten. Manche Betriebsführer wehrten sich überhaupt gegen die Zuteilung von demisch gebildeten Ingenieuren. Der Chemiker befürwortete stets, daß seine in der Herstellung meistens sehr empfindlichen organischen Stoffe in neuen und umgeänderten Apparaten nicht mehr in der alten Güte hergestellt werden könnten. Der wissenschaftlich gebildete Ingenieur nicht die Rolle eines Technikers spielen wollte, sondern sich in der chemischen Industrie nicht wohl fühlte. Er war Nörgler, der nur Unkosten verursachte, darum war es ein Wunder, daß in der chemischen Industrie nur die leichtesten Stellen mit wissenschaftlich gebildeten Ingenieuren besetzt waren. In dem Augenblick, als die chemische Industrie den Hochdruckapparat anwendete, zeigten sich größere Anforderungen für den wissenschaftlich gebildeten Ingenieur. Jetzt nötigen Einrichtungen und Geräte mußten mit dem Ingenieur durchgearbeitet werden.

Die Maschinenindustrie konnte die für die neuen Aufgaben geeigneten Maschinen und Apparate nicht ohne weiteres liefern. Es mußten deshalb fast alle Maschinen eigenen Konstruktionsbüros der chemischen Werke aufgeworfen und in eigenen Werkstätten ausgeführt werden. Täglich standen wir vor neuen Aufgaben. Ein rationales Arbeiten war nicht möglich. Selbst bestens bewährte Konstruktionsselemente wie Stopfbüchsen, Ventile usw. v

²⁾ Vergl. C. Volk, Gehäuse, „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927)

die zu verarbeitenden Gase und Drücke nicht mehr machbar. Für die Bewachung und Beobachtung wurde der Ingenieur jetzt herangezogen. Erste Ausführungen bedingten nicht immer. Die in solchen Fällen zerstörten Anlagen wurden gemeinschaftlich von dem Chemiker und Konstruktionsingenieur kritisch untersucht und geprüft. Chemie und Maschinenbau mußten Hand in Hand arbeiten. Der tüchtige wissenschaftlich gebildete Ingenieur wurde vom Chemiker ein gleichberechtigter und geachteter Mitarbeiter. Durch gemeinschaftliche Arbeit wurden die Materialschwierigkeiten überwunden. Die Chemiker erkennen den wertvollen Arbeiten der Ingenieure an diesem hohen Fortschritt an, der zum Stickstoff und synthetischen Brennstoff und Öl geführt hat. Der Bedarf an tüchtigen Ingenieuren ist groß geworden, und die Ansprüche an den Nachwuchs mußten von Jahr zu Jahr höher geschraubt werden. Da man die große Entwicklung voraussah, haben wir uns für den Nachwuchs die Erfahrungen der letzten Jahre zunutze gemacht und die guten Beziehungen zur technischen Hochschule, die uns tüchtige Diplomingenieure und wissenschaftlich vorgebildete Hochschulassistenten zuweisen, gepflegt. Von diesen verlangen wir, daß sie mehrere Jahre im Konstruktionsbureau tätig sind, damit sie die Ansprüche der chemischen Industrie kennen lernen und Gelegenheit haben, sich in das Wesen der chemischen Industrie zu vertiefen. Gleichzeitig soll dadurch die Möglichkeit geschaffen werden, die geeigneten Kräfte für konstruktive Aufgaben, für wissenschaftliche Arbeiten und für den Betrieb auszusuchen zu können. Der Nachwuchs bereitet sich daher keine Schwierigkeiten; diese Methode der Ausbildung hat sich bis auf den heutigen Tag gut bewährt. Viele dieser Ingenieure waren gut, die sich bei entsprechender Veranlagung willig und rasch fast in jedes Gebiet einarbeiten und sich so allmählich zu Spezialisten ausbilden haben.

Nach Kriegsende ändert sich das Bild. Die Gründe dafür sind bekannt. Die Beanspruchung der Professoren, der Hochflut zu den Hochschulen und eine Reihe anderer Gründe drückten die Güte bedeutend herab. Infolge der Entwicklung unserer Fabriken konnte die Ausbildung in den Konstruktionsbureaus nur kurze Zeit dauern. Die Betriebsleiter beklagten sich bald über die mangelnde Ausbildung der Ingenieure. Heute erkennen wir jedoch an, daß die Vorbildung der in die Praxis gehenden Ingenieure den letzten Jahren besser geworden ist.

Es ist kein Zufall, wenn wir mit Wärmeingenieuren überschwemmt werden. Immer wieder wurde in verflochtenen Jahren gepredigt, mehr Wärmewirtschaft zu betreiben. Wärmetechnisch ausgebildete Ingenieure haben in kurzer Zeit sich gut bezahlte Stellen geschaffen. So kam es vor, daß die jungen Studenten sich jahrelang der Wärmelehre zuwandten. 75 vH aller jungen Ingenieure kommen heute auf die Wärmeingenieure. Die Werbung hat große Schritte gezeigt und ihren Zweck erreicht. Viele Wärmebureaus sind gegründet und mit guten Kräften ausgestattet. Der Bedarf an Wärmeingenieuren ist gedeckt. Gleichzeitig mit dem Ruf nach Wärmewirtschaft ertönte der Ruf nach Fabrikationsingenieuren. Während der Kriegswirtschaft spielten die Selbstkosten keine Rolle, und man war zufrieden, wenn man einigermaßen die Termine einhielt. Die Berichte der heimkehrenden Amerikareisenden nach dem Kriege zeigten uns, welche Fortschritte die deutsche Maschinenindustrie gemacht hat. Die deutsche Maschinenindustrie war nicht mehr wettbewerbsfähig.

Die dritte Gruppe der täglich einlaufenden Bewerbungen sind die Verwaltungsingenieure und die Organisatoren. In der Vorkriegszeit sind von dieser Gattung nur wenige Bewerber aufgetreten, und die Industrie hat sie nicht vermisst. Die chemische Industrie hat diese Spezialisten nur wenig benötigt. Wenn diese Bewerber auf einer Universität oder Handelshochschule noch einige Semester Rechtswissenschaft, Volkswirtschaft usw. studiert haben, dann sind sie als Ingenieure erst recht unbrauchbar; denn es zeigte sich, daß diese Ingenieure nirgend zu Hause sind und ihren Kollegen Schwierigkeiten bereiten.

Der Wirtschaftler, der auch so häufig auftritt und der wohl die technischen als auch die wirtschaftlichen Probleme erkennen soll, wird am besten von der Industrie selbst ausgebildet.

Wo bleiben die Bau- und Konstruktionsingenieure? Warum sind sie so wenig anzutreffen? Weil man so oft meint, daß der Konstrukteur schlecht bezahlt würde. Die deutsche Maschinenindustrie leidet an dem Mangel an tüchtigen Konstrukteuren. Bei der chemischen Industrie wird ein Unterschied in der Bezahlung nicht mehr gemacht, da man sie auf die Bedeutung des Konstrukteurs aufmerksam gemacht wurde. Es ist klar, daß nicht aus jedem Studenten ein guter Konstrukteur gemacht werden kann. Aber

mancher Ingenieur würde sich den Konstruktionsarbeiten widmen und später Interesse für solche Arbeiten zeigen, wenn er in den Vorlesungen auf diese ganze Entwicklung hingewiesen würde. Die Betriebsaufgaben stellen an das Denkvermögen nicht so große Ansprüche wie die konstruktiven Aufgaben, die gute Kenntnisse der Mathematik und Physik voraussetzen. Die Apparate, die mit Gasen, Dämpfen und Flüssigkeiten unter hohen Drücken und Temperaturen arbeiten, müssen zuverlässig sein. Der ungeheure mittelbare Schaden einer fehlerhaften Konstruktion ist durch nachfolgende Explosionen und Brände stets größer als der unmittelbare Schaden. Bei dem heutigen Wettbewerb dürfen die Erzeugnisse nicht durch hohe Abschreibungen belastet werden. Die Apparate sollen daher bei höchster Zuverlässigkeit billig sein. Nur derjenige Ingenieur, der alle Berechnungen des Maschinenbaues beherrscht, ein umfassendes Wissen besitzt, kann den Anforderungen genügen. Es muß aufgeräumt werden mit der Anschauung, daß die Konstruktionsaufgabe eine Angelegenheit des Technikers und für akademisch gebildete Ingenieure nicht zeitgemäß wäre.

Eine wertvolle Gruppe sind die Bewerber, die sich wissenschaftlichen Arbeiten widmen wollen. Vor zwanzig Jahren wurde der wissenschaftlich arbeitende Ingenieur nicht gesucht, und die meisten Chemiker haben ihn als Eindringling abgelehnt. Auch hier ist Wandel eingetreten. Die Maschinen wurden verwickelter, die Vorgänge waren häufig nicht durchsichtig und der Wirkungsgrad befriedigte häufig nicht. Jetzt wird der Ingenieur gern vom Chemiker für Versuche in Anspruch genommen. Chemiker und Physiker sind experimentell und meßtechnisch besser und gründlicher vorgebildet als der Ingenieur, der heute während seiner Studienzeit leider wenig Zeit für solche Arbeiten findet.

Der Fabrikant hat immer das Bestreben, seine Unkosten zu verkleinern. Er muß größere Ausbeuten erreichen. Nur mit Versuchen an Maschinen und Apparaten, die heute gern dem Ingenieur überlassen werden, ist dieses Ziel zu erreichen. Es gibt noch viele Vorgänge, die maschinentechnisch nicht erforscht sind. Es gibt ein großes Feld, das der wissenschaftlich gebildete Ingenieur bearbeiten muß.

Jeder Direktor, jeder Abteilungsleiter muß es als wichtige Aufgabe betrachten, unter sorgfältiger Prüfung die Befähigten auszusuchen. Der Tüchtige darf nicht unter dem Druck der Günstlingswirtschaft unterdrückt werden. Man kann überzeugt sein, daß tüchtige Kräfte bei guter Bezahlung an verantwortungsvolle Stellen eingesetzt werden.

Dr. Griesmann, Magdeburg, ergänzte dies durch Mitteilungen über seine Erfahrungen mit dem Konstruktionsbüro. Er brachte die Forderungen der Maschinenindustrie zur Konstruktionsausbildung vor³⁾. Bei der konstruktiven Gestaltung ist vor allen Dingen die Fertigungsmöglichkeit zu beachten. Die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebs-Ingenieure (ADB) kann sich ein ganz großes Verdienst erwerben, wenn sie die an verschiedenen Stellen gesammelten „Kunstfehler“ von Konstruktionsseinzelheiten sichtet und allen Beteiligten näherbringt.

Versuchsberichte

Prof. Rötcher, Aachen, sprach über neuere Versuche zur Berechnung von Stangenköpfen mit verschiedenem Spiel. Er und seine Mitarbeiter benutzten zu den Versuchen Probestücke aus Flußstahlblech von der Form der üblichen Schubstangenköpfe, die unten am Schaftende und oben durch einen Querbolzen, von der Form des Zapfens, in einer Festigkeits-Prüfmaschine gehalten und bestimmten Belastungen ausgesetzt wurden. Die Formänderungen wurden in den einzelnen Fasern mittels eines besonderen Dehnungsmessers von 8 mm Meßlänge verfolgt und die Spannung, oder wo ein zweiachsiger Spannungszustand herrschte, die Anstrengung oder ideelle Spannung in der Faser berechnet. Ein zweiachsiger Spannungszustand ist z. B. an der Auflagestelle des Bolzens infolge des Flächendrucks vorhanden. Überraschend groß war der Einfluß des Bolzenspiels. Bei spielfrei eingepaßtem Bolzen stellte sich eine völlig andere Spannungsverteilung ein, als bei reichlichem Spiel. Am größten ist der Unterschied in den Scheitelquerschnitten. Während bei dem Bolzen mit reichlichem Spiel, der bei kleinen Lasten in einer Linie oder nur an einer schmalen Fläche anliegt, im Schubstangenkopf außen große Zug-, innen große Druckspannungen auftreten, der Querschnitt also auf Biegung beansprucht ist, herrschen bei Bolzen, die auf der ganzen Fläche anliegen, nur Zugspannungen im Schubstangenkopf. Die Erklärung ist darin zu suchen, daß der eingepaßte Bolzen die zur Ausbildung von Biegespannungen nötige schärfere Krümmung des Bügels unmöglich macht.

³⁾ Vergl. Dr. Griesmann, „Konstrukteur und Betrieb, „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927) S. 785.

Auch die Erscheinung, daß die Anstrengung bei eingepaßten Bolzen genau im gleichen Verhältnis wie die Belastung wächst, bei Bolzen mit Spiel dagegen nicht, ist auf die Formänderungen zurückzuführen. Der Bügel legt sich auf den Bolzen mit Spiel bei steigender Belastung mit einer immer breiteren Fläche auf, die Beanspruchung nähert sich der günstigeren bei spielfreiem Bolzen. Je geringer das Spiel ist, desto günstiger ist die Beanspruchung des ganzen Kopfes, namentlich im Scheitelquerschnitt. In allen Fällen traten beträchtliche Biegespannungen in den Wangenquerschnitten auf. Gegenüber der mittleren Zugspannung war die wirklich größte Zugspannung an einem der Köpfe 2,8 mal so groß, wenn der Bolzen eingepaßt war und sogar 5,5 mal so groß, wenn er 1 mm Spiel hatte. In den meisten Fällen waren die Wangenquerschnitte die höchstbeanspruchten, also die gefährlichen Querschnitte der Köpfe. Dort traten auch stets die ersten Fließerscheinungen und der Bruch ein, wenn die Probestücke bis zur Grenze ihrer Tragfähigkeit belastet wurden. Das darf aber nicht dazu führen, die Scheitelquerschnitte schwächer zu halten. Ein starker Scheitelquerschnitt erhöht die Steifigkeit des Kopfes und vermindert die Beanspruchung der Wangen. Deutlich ließen sich die Spannungserhöhungen in den Kehlen mancher Schubstangenköpfe nachweisen.

Es ist zu beachten, daß man mit spielfreien Bolzen nur in solchen Fällen rechnen darf, in denen sie eingepaßt, eingetrieben oder sicher verspannt sind. Beispiele dafür bieten Brückenstabagen und Schubstangen, deren Zapfen in andern Teilen, etwa im Kreuzkopf, laufen. Falls sich Spiel bilden kann, sind die großen Spannungserhöhungen sorgfältig zu beachten. An den üblichen Schubstangenköpfen mit schwingenden oder sich drehenden Zapfen wird man schon in Rücksicht auf die Schmierung stets mit Spiel rechnen müssen. Dabei wird man den Scheitelquerschnitt in erster Annäherung auf Grund der Formel für einen beiderseits eingespannten Stab berechnen. Das Einspannmoment dieses Stabes kann zur Näherungsberechnung der Wangen auf Biegung dienen. Hierzu tritt noch die Zugspannung durch die Längskräfte.

Prof. Schulze-Pillot, Danzig, führte aus, daß bei den Riemetrieben die Grundlagen der Berechnung noch sehr wenig untersucht sind, weil

1. die Reibung, die die Grundlage der Kraftübertragung beim Riemetrieb bildet, überhaupt physikalisch und technisch schwer zu ergründen ist;
2. das Riemenleder ein organischer Stoff von wenig gleichmäßiger Beschaffenheit ist;
3. die maßgebenden Einflüsse beim Riemetrieb sich vielfach überlagern, zum Teil sogar durchkreuzen;
4. die Messungen am bewegten Riemen erfolgen müssen und daher die Anbringung der Meßgeräte sehr schwer ist.

Wir wissen, daß beim Riemetrieb zwischen Haftreibung und Gleitreibung zu unterscheiden ist. Nach den Versuchen von Mohr⁴⁾ gibt es für Riemenleder keinen Punkt, in dem die Gleitreibung und die Haftreibung zusammen verschwinden, die Reibung also null würde. Während wir wissen, daß Herkunft, Herstellung und Behandlung des Leders eine große Rolle spielen, sind Zahlen über die Größe dieser Einflüsse sehr schwer zu erhalten. Mohr hat nachgewiesen, daß die Fettung die Zerreißfestigkeit sehr erhöht, die erstmalige Dehnung gegenüber dem trockenen Riemen herabsetzt und die Reibung bei geringen Flächendrücken erhöht, bei größeren vermindert. Ein Einfluß der Berührungsfläche auf die Größe der übertragenen Reibung hat sich nicht feststellen lassen. Reibungsversuche müssen am bewegten Riemen vorgenommen werden; man erhält zunächst die mittlere Reibung μ , aus der sich die Abhängigkeit der Reibung von der örtlichen Trummspannung ableiten läßt⁵⁾. Zur Verwertung der Reibungszahlen muß man den Zusammenhang zwischen Dehnung und Trummspannung kennen. Hierüber sind zur Zeit in Danzig aus Mitteln der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft Versuche im Gange. Die Dehnung des laufenden Riemens kann man z. B. nach dem Verfahren von Steinmetz messen⁶⁾. Hat man sie in ihrem Verlauf über

den Scheibenumfang bestimmt, so kann man die Reibungszahl ermitteln.

Es muß das Ziel der Riemenforschung sein, Versuchsverfahren anzugeben, durch die die Dehnungen und Reibungsziffern unter Betriebsverhältnissen gemessen werden können.

Die bisherigen Ergebnisse der Lagerforschung geben nach den Ausführungen von Dr. vom Ende, Berlin schon gute Anhaltspunkte zur zweckmäßigen Durchbildung eines Lagers; der Verlauf der Reibungszahl, die ungefähre Wärmeausstrahlung und eine ganze Reihe wichtiger konstruktiver Einzelheiten liegen fest. Noch nicht geklärt sind zwei wichtige Fragen:

1. Der Einfluß des Lagermetalls: Umfangreiche Versuche im Versuchsfeld für Maschinenelemente an der Technischen Hochschule zu Berlin mit nahezu 600 verschiedenen Metallen unter gleichen Bedingungen im Gebiet der reinen Flüssigkeitsreibung haben gezeigt, daß entgegen der Theorie ein Einfluß des Metalls vorhanden sein muß. Der Querschnitt durch ein Lager in sehr starker Vergrößerung (1:10 000) zeigt, daß der Ölfilm ein Netzwerk von Wulsten ist, auf denen der Zapfen schwimmt. Auf das Netzwerk ist die Oberflächenbeschaffenheit des Metalls von ausschlaggebender Bedeutung. Es müßte die Oberflächenbeschaffenheit der Metalle, insbesondere ihre Abhängigkeit vom Gefüge, untersucht werden.

2. Die Umwandlung der im Lager verlorengehenden Energie in Wärme: Die Berechnung der im Lager

1 s erzeugten Wärme nach den Formeln $\frac{P v \mu}{427}$ oder

$0,174 \sqrt{\frac{P n^3 \eta}{1/d}}$ ergibt sehr abweichende Werte infolge der

sicheren Annahmen für die Reibungszahl μ und die Zähigkeit η . Von der Reibungszahl müßte man sich frei machen und für die Zähigkeit bessere Unterlagen schaffen, z. B. die Temperaturabhängigkeit durch die Druckabhängigkeit ergänzen, die wirklich gedrückte Fläche feststellen und untersuchen, wie im Lager die Reibung in Wärme umgesetzt wird.

3. Neben diesen Hauptfragen wären die halbflüssige Reibung und ihre Grenzen und die Einflüsse der Schmierstoffe zu untersuchen. Außerdem ist eine Reihe von Einzelheiten, z. B. bezüglich des Schmiermittel-Durchflusses, zu klären.

Prof. Heidebroek, Darmstadt, berichtete über Versuche mit Drehschwingungen an Kurbelwellen. Die bisher bekannten Verfahren zur Vorausberechnung von Drehschwingungen sind zum Teil umständlich und liefern nicht immer einwandfreie Ergebnisse. Die Nachprüfung durch den Geigerschen Torsiographen ist nur am laufenden Motor auf dem Prüffeld oder im Betrieb möglich; dabei sind störende Einflüsse nicht immer zu vermeiden. Zur Prüfung der Genauigkeit der angewandten Rechenverfahren wurden im Maschinenbaulaboratorium II der Technischen Hochschule Darmstadt eine Versuchseinrichtung geschaffen, die im Hause des Motors eingebaut sind, zu erzeugen. Es zeigte sich, daß das graphische Verfahren zur Ermittlung kritischen Drehzahlen mit den gemessenen Werten sehr genau übereinstimmt. Hierbei wurden besondere Verfahren zur Umrechnung der Kurbelkröpfungen auf die sogenannte „reduzierte“ Wellenlänge angewandt. Aus dem Ergebnis wurden sehr einfache graphische Tafeln aufgestellt, für veränderliche Schwungradmassen an beiden Enden der Welle die Eigenschwingungszahl mit großer Genauigkeit abzulesen gestatten. Weitere Versuche, die noch im Gange sind, betreffen die Dämpfung, den Einfluß der Kurbelkröpfungen auf die Dämpfung und die Untersuchung der Dämpfungszahl.

Ferner sprach Dr. Kirner, Cannstatt, über verschiedene Fragen der Berechnung und Herstellung von Wälzlagern. Prof. Heinel, Breslau, hatte zu der Frage „Der Maschinenteil in der Maschine“ eine schriftliche Stellung genommen.

Die Besichtigung der Berlin-Erfurter Maschinenfabrik Henry Pels & Co. zeigte den Teilnehmern den Bau der Arbeitsweise schwerer Scheren, bei denen die auf Tagung behandelten Fragen der Lagerausbildung, Schmierung usw. erfolgreich gelöst sind. [N 671] Dr. A. d. r.

⁴⁾ Reibungsziffern für Riemen- und Stahlbandtriebe. Danzig 1921.

⁵⁾ Schulze-Pillot: Neue Riementheorie, S. 36, Berlin 1926.

⁶⁾ Steinmetz: Dehnungsmessung am laufenden Riemen. München und Berlin 1917.

Die Normung des Winkelmaßes

F. Fügen, Oberingenieur der Firma „Rheinmetall“, Düsseldorf

Nach einem Rückblick auf die bestehenden Winkleinheiten werden die Forderungen aufgestellt, die bei der Reform der Winkelmessung zu berücksichtigen sind. Diesen Forderungen entspricht am besten der gestreckte Winkel als Einheit, da er die einfachste Beziehung zwischen wissenschaftlicher und praktischer Winkelrechnung ergibt. Die Einteilung der Winkleinheit muß unbedingt dezimal erfolgen.

Während für Längenmessungen das Meter und seine Teile und Vielfachen international und fast allgemein eingeführt sind, herrscht auf dem Gebiete der Winkelmessung ein üppiges Neben- und Durcheinander. Da mißt der Mathematiker den Bogen am Einheitskreis, d. h. mit der „absoluten Winkleinheit“. Im gewöhnlichen Leben und in der Technik rechnet man meist nach „Grad“, wovon der 90 oder 100 mit den verschiedensten Unterteilen auf den rechten Winkel kommen. Der Astronom teilt den Kreis in 24 Stunden zu je 60 Zeitminuten zu je 60 Sekunden ein. Der deutsche Artillerist gar hat auf den Kreisumfang je nachdem 360° (zu je $16/16^\circ$), 5760 Sechzehntelgrad oder 6400 Strich, oder er gebraucht Kompositionen dieser Maßstäbe; die russische Artillerie rechnet mit 6000 oder 6300 Strich. Der Seemann wiederum teilt die Windrose in 32 (nautische) Striche zu je 16 Sechzehntelstrichen ein.

Die Winkelsekunde des Astronomen und Winkelsekunde, die nicht mehr denselben Wert haben, werden aus der Einheit durch Anwendung der Sechzigstellung gewonnen, selbst aber nötigenfalls meist dezimal geteilt. Daß zur Vermeidung von Fehlern angelegte Aufmerksamkeit beim Arbeiten mit den heute in der trigonometrischen Tafeln notwendig ist, wird jeder begreifen, der sich damit beschäftigen muß. Besonders erschwerend ist es, wenn mehrere Systeme in einer Arbeit nebeneinander benutzt werden müssen.

Trotzdem behauptet fast jeder, daß er für seine Arbeit und seine Wissenschaft von dem durch die Überlieferung geheiligten Winkelmaßsystem nicht abgehen könne, ebenso wie bei Einführung des Meters der Schuster ohne den Fuß, der Schneider nicht ohne seine Elle auskommen zu können glaubte.

Für die Bestrebungen, die Winkelmessung zu vereinfachen, müssen folgende Grundforderungen aufgestellt werden:

1. Wissenschaft und Praxis müssen versuchen, mit einer einzigen Maßeinheit auszukommen; wenn sich das nicht erreichen läßt, ist eine möglichst einfache Zurückführung des einen Winkelmaßes auf das andre anzustreben.

2. Die Einteilung ist unbedingt dezimal durchzuführen.

3. Ältere und neuere Verbesserungsvorschläge erkennen die größte Forderung 2 an, lassen dagegen eine genügende Rücksichtnahme auf das Zusammenklingen der wissenschaftlichen und der praktischen Messung vermissen. Im Gebrauch befindlichen Winkelmaße entsprechen den Forderungen noch weniger, so daß keins dieser Systeme einheitlich zugrunde gelegt werden kann.

4. Völlte man nun ein Winkelmaßsystem, bei dem eine ganze Anzahl von Winkleinheiten auf den Vollkreis käme, wie es bei den vorhandenen praktischen Maßen der Fall ist, und für das praktische Leben auch erforderlich ist, ungenutzte auf die Infinitesimalrechnung anwenden, so würde hierfür recht bald die Schwerfälligkeit eines solchen Systems herausstellen. Beispielsweise müßten dann die Reihen der trigonometrischen Funktionen, die sich bei Anwendung der „absoluten“ Winkelmessung sehr einfach gestalten, nunmehr außer anderen Beiwerten auch die rationale Zahl π in steigender Potenz enthalten. Der Weg ist also nicht gangbar.

5. Versuchen wir deshalb, indem wir für die Wissenschaft das absolute System beibehalten, hiervon ein neues System für die Praxis abzuleiten.

6. Nimmt man für ein praktisches System den n -ten Teil des Vollkreises als Einheit, wobei n eine vorläufig beliebige ganze Zahl bedeutet, so ist für jeden beliebigen Winkel das Verhältnis der Anzahl Maßeinheiten im absoluten Maß zu der Anzahl Maßeinheiten im praktischen Maß immer $2\pi/n$. Da n eine ganze Zahl sein soll, so ist das Verhältnis $2\pi/n$ am einfachsten für $n=2$, es

nimmt dann den Wert π an. Die Forderung $n=2$ bedeutet aber, daß die gegebene praktische Winkleinheit der Zentriwinkel des Halbkreises, nämlich der gestreckte Winkel ist. Die absolute Einheit ist demgegenüber ein Winkel von $\frac{180^\circ}{\pi} = 57,3^\circ$.

Während der Halbkreis-Zentriwinkel im absoluten Maß die Größe $\pi = 3,14 \dots$ hat, lautet dafür die Größenangabe in dem entwickelten praktischen System: 1 $[\pi]$, wobei „1“ die Maßzahl, „ π “ die Winkleinheit (nämlich der Halbkreis-Zentriwinkel selbst) ist. π hat natürlich auch in diesem Falle (als absolute Größe des gestreckten Winkels) den Wert 3,14..., aber im praktischen Rechnen und für den mathematischen Anfangsunterricht ist es einfach die Winkleinheit, der Halbkreis, so wie bisher der Grad die Einheit darstellte. Beispielsweise würde der sonst 45° genannte Winkel heißen: 0,25 $[\pi]$, wobei der Ausdruck als Ganzes, d. h. die sich durch die Vervielfachung $0,25 \times \pi$ ergebende Größe, den „absoluten“ Wert ($= 0,785 \dots$) darstellt, während in der Praxis 0,25 Winkleinheiten π darunter verstanden werden.

Der Vorzug liegt also darin, daß die vollständige Größenangabe eines Winkels wie bisher seinen absoluten Wert darstellt, daß aber das praktische Maß ganz einfach dadurch gewonnen wird, daß man aus dem Zahlenwert die Einheit π aussondert (falls sie nicht schon in dem Ausdruck gesondert enthalten ist). Einige Beispiele werden das erklären:

Der absolute Wert des Winkels 0,275 π ist $0,275 \times 3,14 = 0,864$, während der unveränderte Ausdruck 0,275 $[\pi]$ das praktische Maß darstellt; ein Winkel von der Größe 0,32 hat den absoluten Wert 0,32, die praktische Größe $\frac{0,32}{\pi} [\pi] = 0,102 [\pi]$.

Das vorgeschlagene Winkelsystem erinnert an die neuzeitliche Modulteilung der Zahnräder. Hier werden bekanntlich die Teilungen auf dem Teilkreis nicht mehr wie früher in glatten Millimetern gewählt, sondern mit Rücksicht auf glatte Durchmesser als Vielfache der Zahl π angegeben. Beispielsweise hat ein Zahnrad mit der Angabe „Modul 6“ oder „Teilung $= 6\pi$ “ eine Teilung von $6 \times \pi = 18,85$ mm; die Zahl 6 (mm) ist der „Modul“. Dieser ist dabei das praktische Zahlenmaß, während 18,85 mm die absolute Teilung darstellt. Der zu einer Teilung gehörige Zentriwinkel ergibt sich sofort, wenn die Teilung durch den Halbmesser des Teilkreises geteilt wird, und zwar das (vorgeschlagene) praktische Winkelmaß durch Teilen des praktischen Teilungsmaßes 6 mm $[\pi]$ (wobei man π als Einheit unverändert stehen läßt), das absolute Winkelmaß durch Teilen des absoluten Teilungsmaßes 18,85 mm.

Selbstverständlich wird man die verhältnismäßig große Winkleinheit „ π “ teilen müssen, und zwar, mindestens ebenso selbstverständlich, dezimal, etwa in 1000 oder 100mal 100 Teile. Nennt man vorläufig einmal den 1000. Teil ein „Milli- π “, so hat beispielsweise der frühere 45° -Winkel eine Größe von 250 Milli- π , und sein absolutes Maß ergibt sich ohne weiteres durch Ausmultiplizieren zu $250 \times \pi/1000 = 0,785$.

Ich glaube gezeigt zu haben, daß die oben aufgestellten beiden Forderungen, denen sich m. E. niemand verschließen kann, mit dem vorgeschlagenen Winkelmaß am einfachsten erfüllt werden. Wird diesem Winkelmaß der Vorwurf gemacht, daß in ihm beispielsweise die Winkel des gleichseitigen Dreiecks keine ganzen Zahlen annehmen, so ist zu berücksichtigen, daß man unter Vermeidung der Milli-Einteilung den „ 60° “-Winkel einfach $\frac{1}{3} \pi$ nennen kann. Die Summe der drei Winkel eines beliebigen Dreiecks hat übrigens den glatten Wert von $\pi (= 1000 \text{ Milli-}\pi)$.

Der Vorwurf der geringeren Teilungsmöglichkeit in ganze Zahlen gegenüber der alten Gradteilung wäre außerdem nicht dem Winkelsystem, sondern unserem Zahlensystem zu machen, dem die Grundzahl „zehn“ statt der viel besser geeigneten Zahl „zwölf“ zugrunde gelegt wurde². Es ist aber abwegig, bei Aufstellung eines Winkelmaßes das nachholen zu wollen, was bei Aufstellung des Zahlensystems versäumt wurde. Mit kaum geringerer Berechtigung hätte man dann auch für Längen- und Kräfte-maße (Gewichtmaße) etwa eine Teilung in Sechzigstel verlangen können.

Von artilleristischen Kreisen wird das Verlassen der Teilung von 5760 Sechzehntelgrad oder 6400 Strich auf den Umfang vielfach mit dem Hinweis darauf als unmöglich hingestellt, daß man die bequeme Faustformel „1 Sechzehntelgrad oder 1 Strich Änderung der Seitenrichtung verlegt den Treffpunkt für je 1000 m Entfernung um an-

² Vergl. Sieber, Die Normung des Zahlenmaßes. Maschinenbau-Gestaltung Bd. 1 (1922) S. 98.

Ursprünglich war 1 Grad der Sonnenweg im Tierkreis an einem

nähernd 1 m nach der Seite“ nicht entbehren könne. Ein derartiger, ich möchte sagen, kleinlicher Einwand sollte doch für die Festlegung eines allgemeinen Maßsystems nicht entscheidend sein, abgesehen davon, daß das, was für die alte artilleristische Einheit 1 m ist, für das Milli- π mit derselben oder einer größeren Genauigkeit 3 m bedeutet, daß ferner in dem neuen System die Seitenverlegung (im Bogen gemessen) sich genau durch Vervielfachen des (absoluten) Winkels mit der Entfernung ergibt.

Der Einwurf, daß die Umstellung auf ein neues, einheitliches Winkelmaß gewaltige Kosten verursache, wird bekanntlich bei jeder Normung erhoben. Aber sollte nicht gerade auf unserem Gebiete die spätere dauernde Ersparnis

die Kosten reichlich aufheben? Kein Mensch denkt übrigens an einen sofortigen und allgemeinen Ersatz alten Teilung durch die neue. Zunächst handelt es sich erst einmal darum, die Grundlagen festzulegen.

Erforderlich ist es jedoch, daß bei der Festsetzung neuen Winkleinheiten Wissenschaft und Praxis Hand in Hand arbeiten und daß keine Kirchturnpolitik trieben wird; nur große Gesichtspunkte dürfen den Schlag geben. Für den Deutschen Normenausschuß wird eine dankbare Aufgabe, unter Führungnahme mit den gebenden ausländischen Stellen die Leitung zu übernehmen. Unter zielbewußter Führung werden sich sicher gen
Helfer an dem wichtigen Werk finden. [N 1

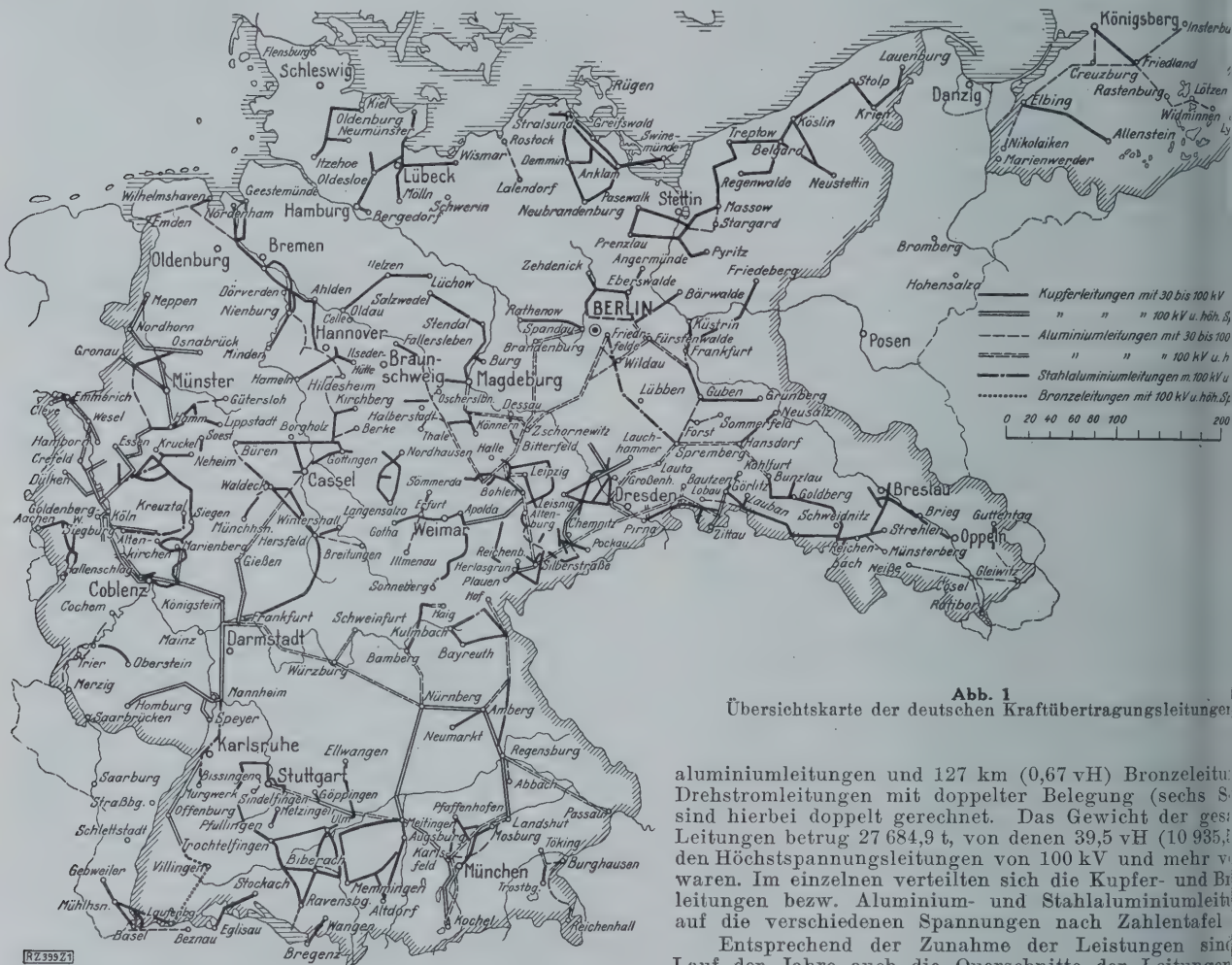


Abb. 1
Übersichtskarte der deutschen Kraftübertragungsleitungen

aluminiumleitungen und 127 km (0,67 vH) Bronzeleitun
Drehstromleitungen mit doppelter Belegung (sechs S
sind hierbei doppelt gerechnet. Das Gewicht der ges
Leistungen betrug 27 684,9 t, von denen 39,5 vH (10 935,3
den Höchstspannungsleitungen von 100 kV und mehr v
waren. Im einzelnen verteilten sich die Kupfer- und Br
leitungen bzw. Aluminium- und Stahlaluminiumleitun
auf die verschiedenen Spannungen nach Zahlentafel

Entsprechend der Zunahme der Leistungen sind
Lauf der Jahre auch die Querschnitte der Leitungen
deutend gestiegen. Während noch 1906 keine einzigt
mehr als 50 mm² Querschnitt hatte und 1917 der g
Querschnitt 70 mm² betrug, wurden seitdem 2408,8 km
tungen mit 95 mm² Querschnitt, 4173,9 km mit 120
Querschnitt, 1668 km mit 150 mm² Querschnitt und 3
mit 200 mm² Querschnitt und mehr verlegt. [M 3
Berlin

Die deutschen Kraftübertragungsleitungen

Die Gesamtlänge aller Kraftübertragungsleitungen für mehr als 30 kV Übertragungsspannung im Deutschen Reich, Abb. 1, betrug Ende des Jahres 1926 18 998,7 km. Davon waren 11 496,3 km (60,51 vH) Kupferleitungen, 6775,4 km (35,66 vH) Aluminiumleitungen, 600 km (3,16 vH) Stahl-

Zahlentafel 1

Verteilung der Leitungen aus verschiedenen Metallen im Deutschen Reich auf die verschiedenen Spannungen

1. Kupfer- und Bronzeleitungen:

Spannung kV	30	35	40	45	50	55	60	über 60
Länge km	902,2	356,6	1837,2	241,6	2706,2	499,7	2107,3	293,4

2. Aluminium- und Stahlaluminiumleitungen:

Spannung kV	30	35	40	45	50	55	60	über 60
Länge km	198,2	54,3	333,9	—	634,6	97,7	1527,7	48,1

RUNDSCHAU

Feuerung

selbsttätige Temperaturregelung

Ein besonderer Vorteil der Gasfeuerung wird von jeder Seite ins Feld geführt, daß sie jedem Betriebszustand angepaßt werden kann. So ermöglicht die Gasfeuerung z. B. auch, was in zahlreichen Fällen von ausserordentlicher Wichtigkeit ist, Einstellung und Einhaltung bestimmter Temperaturen. Größter Wert auf genaue Einhaltung der Temperatur ist hauptsächlich in solch betrieblichen zu legen, in denen bei Nichteinhaltung vorbestimmter Temperaturen der anfallende Ausschub im Verhältnis zu den Anlage-, Betriebs- und Bedienungskosten sehr groß ist.

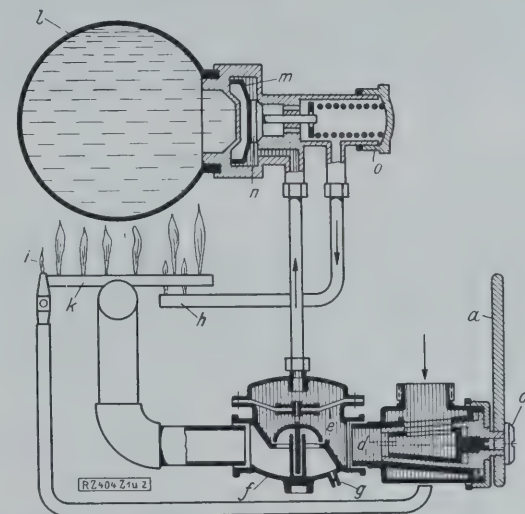
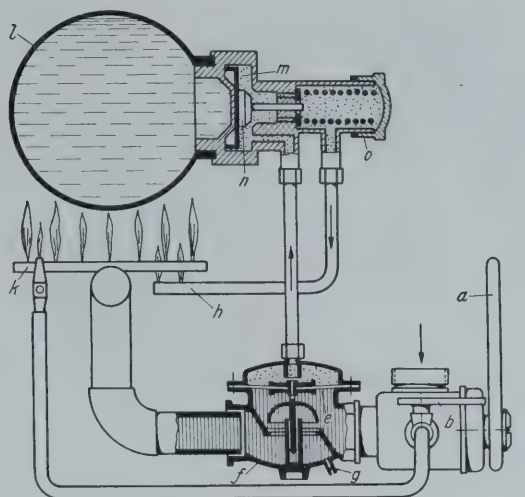
Bei Kohlenbeheizung sucht man sich gegen Unregelmäßigkeit der Temperaturen dadurch zu helfen, daß große Massen erwärmt, z. B. die Muffel eines Glühkamins oder das Speichermauerwerk eines Backofens, die bei niedrigen Temperaturen die Wärme aufnehmen, um sie bei höheren Temperaturen wieder abzugeben. Derartige Wärmespeicherung bedingt jedoch, besonders für nur kurze Zeit beheizte Betriebe, große Verluste, da auch für kleine Mengen der große Speicher aufgeheizt werden muß. Insbesondere ist auch bisweilen der Strahlungsverlust nicht unbedeutend.

Für die Ausgestaltung des Temperaturreglers ist das Verhältnis zwischen Wärmebedarf beim Anheizen und Wärmebedarf beim Weiterheizen ein wichtiger Wert. Bei Fleischereikesseln z. B. beträgt das Verhältnis 10 : 1; für das Erhalten zum Aufrechterhalten der Temperatur nur ein Viertel der Anheizleistung. Bei Lackierschränken dagegen beträgt das Verhältnis rd. 3 : 1.

Für einen Regler für Gasfeuerung muß unterteilt werden, ob er für leuchtende Flammen, für Bunsenbrenner oder für Preßgas- und Preßluftbrenner verwendet

Die einfachste ist die Regelung der leuchtenden Flammen, Abb. 1 und 2. Der Wärmefühler wirkt auf eine Ventileinrichtung, die je nach der Temperatur mehr oder weniger Gas durchläßt und daher den Gasdruck mehr oder weniger vermindert, so daß durch die gleiche Düse mehr oder weniger Gas ausströmt. Der als Beispiel in Abb. 1 gezeigte Temperaturregler der Firma Junkers & Co., Dessau, arbeitet mit einem Wärmefühler, der als eine mit leicht siedender Flüssigkeit gefüllte Kapsel ausgebildet ist. Erwärmt sich diese Flüssigkeit, so übt die sie umgebende Metallwand einen Druck auf das Ventil der Umleitung aus und verringert den Gasdruck vor der Umleitung, d. h. verstärkt den Gasdruck über der Membran des Hauptventils und bewirkt somit Verringerung des Gasdurchlasses des Hauptbrenners. Der Regler findet hauptsächlich Anwendung bei Hausheizgeräten, wie Warmwasserbereitungs-Einrichtungen, Kesseln und Zentralheizungsanlagen.

Schwieriger ist die Ausgestaltung eines Temperaturreglers für Bunsenbrenner, da hier bei zu starker Verringerung des Gases im Mischrohr des Bunsenbrenners eine ungünstige Mischung zwischen Gas und Luft eintreten kann und die Flamme zurückschlägt. Bei einer Anzahl derartigen Bunsenbrenner tritt das Zurückschlagen bei Verringerung auf ein Drittel der Volleistung ein. Daher muß



■ voller Gasdruck ■ verringerter Gasdruck

Abb. 1 und 2
Wirkungsweise der selbsttätigen Temperaturregelung für Warmwasser-Umlaufgeräte mit leuchtender Gasflamme

- | | |
|---------------------------------|--|
| a Griff für den Gashahn | i Zündflamme mit Regelung |
| b Zündflammenhahn | k Brenner |
| c Verschlusskappe | l Wasserbehälter |
| d Verschraubungsküken | m Metallmembran |
| e Ledermembran mit Ventilteller | n Gasventil |
| f Gashaupventil | o einstellbare Verschlusskappe mit Gegenring |
| g Manometerstutzen | |
| h Steuerbrenner | |

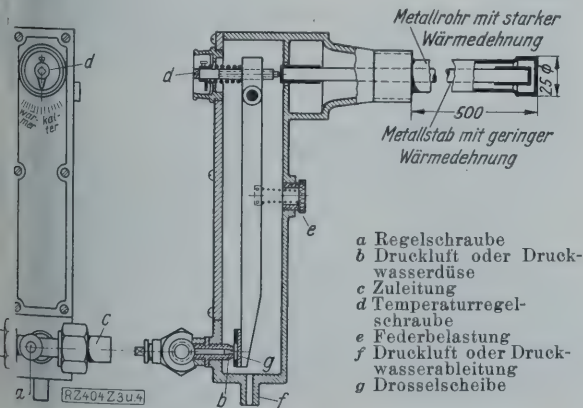


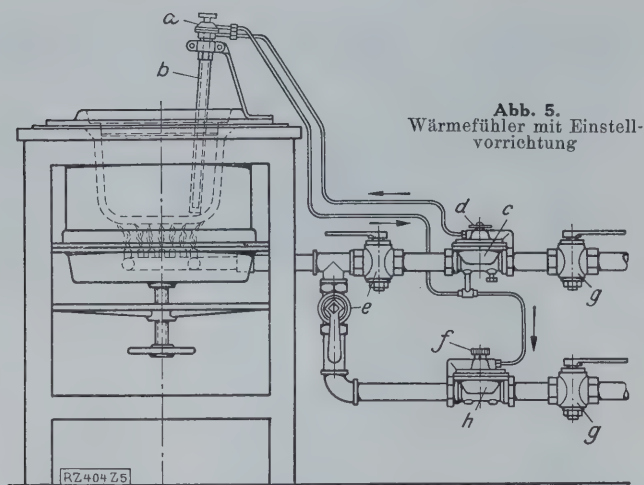
Abb. 3 und 4

Temperaturregler (Thermostat) für Betrieb durch Druckwasser oder Dampf von 1 bis 2 at und für Temperaturen von -20 bis +300°C

hierbei, wenn das anfangs erwähnte Verhältnis den Wert 3 : 1 übersteigt, die Gesamtzahl der Brenner vermindert werden. Das kann z. B. so vorgenommen werden, daß alle Brenner zusammen die Anheizleistung decken, während der kleinste Brenner allein für das Weiterheizen ausreicht. Eine solche Einrichtung kann entweder durch Beeinflussen der Hauptbrenner mit der Hand geregelt werden, während der Weiterheizbrenner mit einem Regler in der Art wie bei leuchtenden Flammen versehen ist, oder die Hauptbrenner werden beim Erreichen einer bestimmten Temperatur durch einen Kurzschlußregler, der vollkommen absperrt, gelöscht und die Feinregelung wird wie im ersten Falle durchgeführt.

Alle diese Schwierigkeiten werden in neuester Zeit durch Anwendung von Bunsenbrennern vermieden, die nach Art des Injektors gebaut sind. Hier saugt sich der Brenner — je nach der Ausströmgeschwindigkeit des Gases aus der Düse, also je nach dem Druck vor der Düse — immer die richtige Luftmenge an; demnach kann die Regelung genau so vorgenommen werden wie bei der leuchtenden Flamme.

Bei der Besprechung des unvollkommenen Bunsenbrenners wurde ein Kurzschlußregler erwähnt. Zum vollkommenen Schließen eines Ventils, das den Gasdurchlaß

Abb. 5.
Wärmefühler mit Einstell-
vorrichtung

a Wärmefühler mit Einstellvorrichtung
b Fühler-Schutzrohr
c Regelventil für Luft
d kleiner Schalthahn

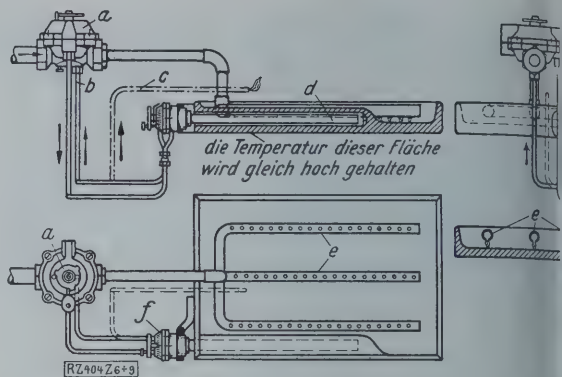
e Regelhähne (Mischhähne)
f Einstellschraube
g Absperrhähne
h Regelventil für Gas

sicher absperrt, ist eine größere Kraft nötig. Soll diese Kraft von einem Fühler ausgeübt werden, so muß dieser naturgemäß stark gebaut sein — er muß eine große Masse besitzen. Große Masse im Fühler bedingt wiederum, daß das Gerät an Empfindlichkeit verliert, da für die Erwärmung des Fühlers eine große Wärmemenge nötig ist. Man kann deshalb eine derartige Regelung nur mit großem Spielraum in der Temperatur durchführen oder den Regler klein bemessen und nur zum Verstellen eines Servomotors verwenden.

Abb. 3 und 4 bringen als Beispiel solcher Art den Regler der Gesellschaft für selbsttätige Temperaturregelung, Berlin. Hier besteht der Fühler aus einem Metallstab mit geringer Wärmedehnung, über den ein Metallrohr mit starker Wärmedehnung geschoben ist. Erwärmt sich der Fühler, so dehnt sich das Mantelrohr aus, während der Innenstab zurückbleibt. Dieser Bewegungsunterschied wird durch Hebelübersetzung vergrößert und bewirkt das Sperren einer Druckluft- oder Druckwasserdüse. Wird die Düse gesperst, so staut sich das Wasser oder die Luft in der Leitung und übt auf das mit dieser in Verbindung stehende Hauptventil einen Druck aus, der zur Drosselung der Gaszufuhr führt. Als Hilfskraft wird in diesem Falle Druckwasser oder Druckluft von 1 bis 2 at verwendet.

Druckgasbrenner kann man in der gleichen Art regeln wie leuchtende Flammen, also durch bloße Drosselung des Gasdurchlasses unter der Voraussetzung, daß der Brenner richtig gebaut ist.

Bei Druckluft-Gasbrennern ergibt sich vielfach die Notwendigkeit, nicht nur die Gasmenge, sondern auch die Luftmenge zu regeln, damit das Mischverhältnis zwischen Gas und Luft gewahrt bleibt. Abb. 5 zeigt eine solche Regelung der Firma G. Kromschroder, Osnabrück, für die Beheizung eines Schmelzkessels. Der Fühler besteht wiederum aus einem Rohr und einem innenliegenden Stab, die beide verschiedene Wärmedehnung haben. Der Bewegungsunterschied der beiden Teile bei der Erwärmung wird auf ein Gasventil übertragen, das in der Nebenleitung des



die Temperatur dieser Fläche
wird gleich hoch gehalten

Abb. 6 bis 9
Beheizte Platte mit Niederdruckgas- oder Preßgas-Brenner
kleine Gasmengen

a Selbsttätiges Gasregelventil
b Leitung für Druckgas
c " " Niederdruckgas

d Wärmefühler
e Brenner
f Einstellung

Gasstromes liegt. Beim Schließen des Ventils steigt der in der Nebenleitung und bewirkt das Schließen der Ventile in Luft- und Gasleitung. Dort, wo besondere Hähne für Gas und Luft vorhanden sind, kann man mit einem einzelnen Regelventil in der Luftleitung (die saugt hier das Gas an) auskommen.

Abb. 6 bis 9 mögen noch den Kromschroder-Regler Niederdruckgas oder Druckgas zeigen in seiner Anwendung für die Regelung der Temperatur einer beheizten Fläche. Man sieht, wie sich der Gasregler den Bedürfnissen schwierigsten Beheizungsarten anpassen läßt (Beheizung von Wasserbehältern, Lackkesseln, Schmelzkesseln, platten, Kalanderswalzen, Trockenschrank usw.).

Soll eine einwandfreie Temperaturregelung erreicht werden, so muß der Fühler in enger Berührung mit dem Stoff bleiben, dessen Temperatur er zu regeln hat. Durchführbar ist dies bei der Beheizung von Gasen, Flüssigkeiten, in die der Wärmefühler eintaucht. Schwieriger wird der Vorgang hingegen bei der Beheizung fester Körper. Hierbei muß der Fühler so angebracht werden, daß er, wenn er auch nicht gerade den gleichen Temperaturen wie das Werkstück selbst ausgesetzt ist, doch anzeigt, die nach Ausprobung einen Rückschluß auf tatsächlichen Temperaturen möglich machen. [M 4]

Berlin

Dipl.-Ing. Kurt Kaß

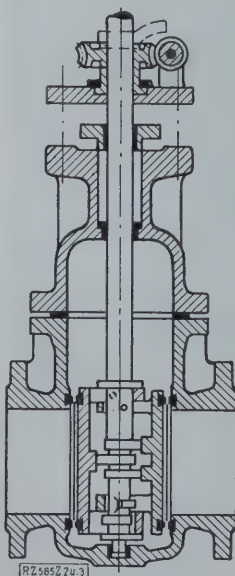
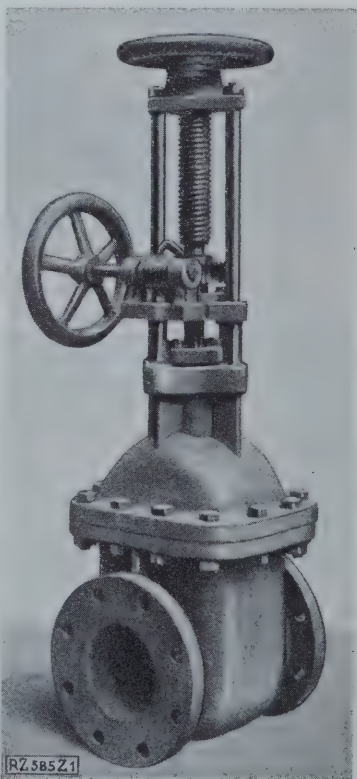


Abb. 11

Abb. 10 und 11
Schieber für Heißdampf
bis 425°C und 60 at. Bei-
triebsdruck ohne Druck-
ausgleichsvorrichtung
von Dingler, A.-G.,
Zweibrücken

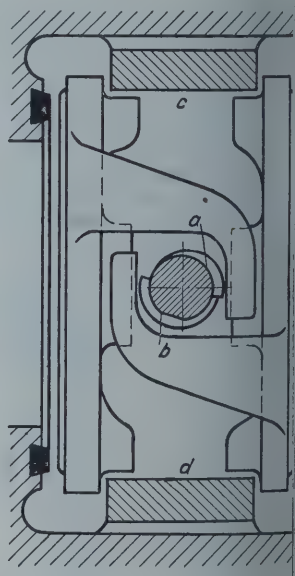


Abb. 12

Dampfraum des Heißdampfbehälters
nach Abb. 10 und 11, Dichtung-
platten abgezogen

a, b Abdrückknocken
c, d bearbeitete Stangen, die ver-
drehen, daß die Dampfströme
die Dichtungsplatten gegen
Gehäuseringe drückt

Maschinenteile

Hochdruck-Heißdampfschieber

Der in dieser Zeitschrift Bd. 70 (1926) S. 1264 beschriebene Hochdruck-Heißdampfschieber der Firma Dingler A.-G., Zeibrücken, bei dem der übliche innere Druckausgleich durch Ventile oder durch eine Umleitung mittels eines seitlichen Schiebers fortfällt und im Schieberdampfraum keine beweglichen Verbindungsteile oder Gewinde vorkommen, ist inzwischen weiter vervollkommen worden, s. Abb. 10 bis 12.

Der äußere Aufbau und der Dampfraum sind weiter vereinfacht. Zum Abheben der Dichtungsplatten dienen nicht mehr zwei besondere Spindeln, die nacheinander die Platte an zwei Stellen angreifen, vielmehr wirkt jetzt die Mittelstange bis zum vollen Druckausgleich nur an einer Stelle am Plattenrandes, und zwar mittels zweier Abdrücknocken *a* und *b*, Abb. 12. Dadurch entfallen zwei Deckeldurchführungen mit Stopfbüchsen und die Stirnräder und Zahnbögen, die bei der früheren Bauart notwendig waren. Bei dem neuen Schieber kann man die Platten abheben und hochziehen, schon bevor der Druckausgleich hergestellt ist. Die Abdrücknocken wirken auf 270° Spindeldrehung und heben die Platten unter steter Druckverminderung ab. Bearbeitete Stangen *c* und *d*, die beim Emporziehen der Platten diese im Gehäuse führen, verhindern, daß die Dampfströmung die Platten gegen die Gehäuse rings preßt. Die Platten sind mit einer elastisch ausgebildeten, damit sie sich unter dem Einfluß des Dampfdrucks auch bei ungleichmäßiger Ausdehnung des Gehäuses dicht anlegen. [M 585]

Zeibrücken

Karnath

Elektrotechnik

Ein Riesen-Drehstromerzeuger

In den Rheinischen Stahlwerken, Duisburg-Meiderich, haben die Schorchwerke, A.-G., Rheydt, einen Drehstromerzeuger für 10 000 kVA bei 5300 V und 94 Uml./min aufgestellt, der in bezug auf seine Abmessungen wohl die bisher größte Dynamomaschine überhaupt darstellt.

Das Gehäuse des ruhenden Ankers, Abb. 13, ist vierteilig und hat 10 750 mm Außendurchmesser bei 8950 mm Bohrung des Blechkörpers. Die Ankerbleche werden, wie üblich, auf prismenförmigen, im Gehäuse angeschraubten Isolatoren geführt sowie durch isolierte Schraubenbolzen und dichte Druckplatten an der Stirnseite fest zusammengepreßt. Auf die wirksame Eisenbreite kommen sechs radial angeordnete Lüftkanäle, die in der Mitte der Maschine dicht angeordnet sind, um die Wicklung dort stärker abzukühlen und örtliche Übertemperaturen zu verhindern.

Der Anker, Abb. 14, hat zwei halbgeschlossene Nuten je Pol und Phase. In jeder Nut liegen zwei Leiter, die zur Ver-

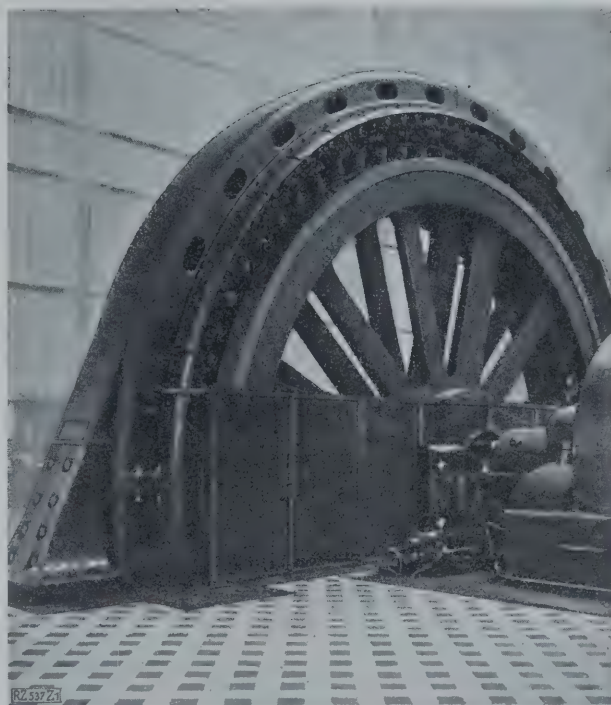


Abb. 13
Drehstromerzeuger für 10 000 kVA bei 5300 V und 9400 Uml./min

minderung der zusätzlichen Kupferverluste in mehrere Teilleiter zerlegt sind. In die Leiter ist nach vorherigem Luftleermachen heiße Isoliermasse unter hohem Druck eingepreßt; diese Maßnahme verhindert Lufteinschlüsse, die durch Glimmentladung zur Zerstörung der Isolation führen und einen Durchschlag der Wicklung einleiten würden. Die so behandelten Leiter sind mit Glimmerisolierung (Mikafolie) heiß umpreßt. Die Verbindung der einzelnen Leiter auf der Stirnseite besteht aus vollen Kupfergabeln, die in zwei Ebenen angeordnet und mittels isolierter Bolzen und Segmentstücke gegen das Gehäuse gestützt sind, so daß auch bei einphasigem Kurzschluß und den dabei auftretenden großen Kräften keine Verformung der Spulen eintreten kann, Abb. 15. Hierbei sind die Abstände sowie die Dicke und die Art der Isolierstoffe derart gewählt und die Formgebung ist eine solche, daß bei der Betriebsspannung im dunklen Raum noch keine Glimmerscheinungen wahrnehmbar sind und auch bei der Prüfspannung noch keine Gleitfunken-Vorentladungen auftreten.

Die Füße sind nicht mit dem Gehäuse zusammengelassen, sondern abschraubbar, damit bei einem etwa notwendigen Austauschen von Ankerspulen in der unteren Gehäusehälfte die Füße entfernt und das Gehäuse auf dem Polrad aufliegend um 180° gedreht werden kann. Die Spannweite des Gehäuses, d. h. das Maß über die Außenkanten der Füße gemessen, beträgt 13 m. Um die bei dem großen Durchmesser unvermeidliche Durchbiegung des Gehäuses auf ein Mindestmaß zu beschränken, ist es kastenförmig ausgebildet und mit innen liegenden hohen Versteifungsrippen versehen. Das vollständige Ankergehäuse wiegt 70 t.

Der Luftspalt zwischen Anker und Polrad beträgt 7,5 mm. Dieses ist aus Stahlguß und ebenfalls vierteilig ausgeführt. Beiderseits der Nabe wird es durch zwei übereinander geschrumpfte Stahlringe auf der Welle befestigt, die in der Nabe 950 mm Dmr. hat. Das Rad hat 64 Stahlgußpole mit halbrunden Enden; die Befestigungsbolzen gehen durch den Induktorkranz hindurch. Die aus hochkant gewickeltem Flachkupfer bestehende, mit Hartpapierisolierung versehene Wicklung ist durch eingelegte Spannrahmen unter eine Druckspannung gesetzt, die höher ist als die unter der Wirkung der Fliehkräfte auftretende Beanspruchung.

Der Stromerzeuger sitzt auf der Welle eines von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg gelieferten Viertakt-Zwillingsgasmotors von 13 000 PS Leistung. Um einen einwandfreien Parallelbetrieb zu gewährleisten, hat man mit Rücksicht auf diese Antriebsmaschine im Polrad ein Schwungmoment von 8000 tm² bei einem Gesamtgewicht von 175 t untergebracht. Außerdem haben die Pole Dämpferstäbe aus Rundkupfer, die an beiden Stirnseiten in Messingsegmente eingelötet sind. Diese sind zwischen den



Abb. 14
Anker des Drehstromerzeugers, Abb. 13

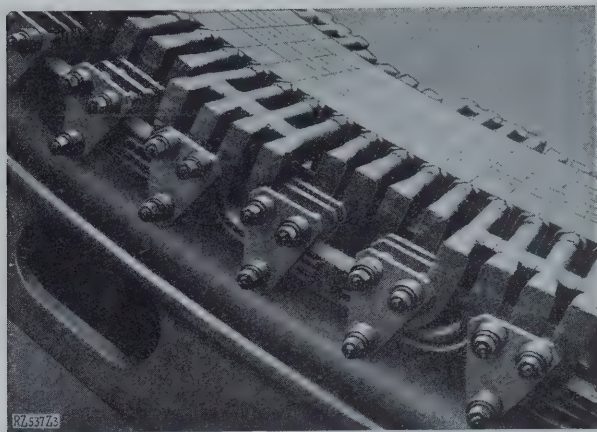


Abb. 15
Abstützungen der Anker-Wickelköpfe

einzelnen Polen durch nachgiebige Flachkupferbänder verbunden. Die Dämpfwicklung ist so angeordnet, daß sie die Spannungsoberwellen stark abflacht. Die Form der Polschuhe ergibt eine praktisch sinusförmige Spannungskurve.

Das Gesamtgewicht des Stromerzeugers ohne Welle beträgt 245 t. Zur Erregung dient ein besonderer Erregersatz, bestehend aus Antriebsmotor, Haupterregers und Hilfs-erregemaschine, in deren Nebenschlußkreis parallel zum Nebenschlußregler ein Schnellregler für gleichbleibende Spannung angeordnet ist. [M 537] Wgm.

Mechanik

Reibung zwischen Rad und Bremsklotz

Versuche zur Ermittlung der Reibung zwischen Rad und Bremsklotz im Bremsversuchsanstalt Grunewald¹⁾ unter Leitung von Regierungsbaurat Metzkow sind zu einem gewissen Abschluß gelangt²⁾. Die Untersuchung zielte auf folgende Hauptpunkte ab:

1. Abhängigkeit der Reibung von der Geschwindigkeit,
2. Abhängigkeit der Reibung vom spezifischen Bremsklotzdruck,
3. Ermittlung der Bremsklotzhärte,
4. Einfluß der Temperatur und der Feuchtigkeit.

Ohne die zahlreichen Vor- und Sonderversuche mitzurechnen, wurden 1500 Einzelversuche an der Versuchseinrichtung, Abb. 16, ausgeführt.

Diese besteht aus einer aus Radreifenstahl hergestellten Reibscheibe von 300 mm Dmr. Die Versuchs-bremsklötze hat man aus dem Innern großer Bremsklötze ausgeschnitten, um möglichst gleichförmigen Werkstoff zu erhalten; sie sind der Reibscheibe im Verhältnis großer Bremsklötze zu normalen Eisenbahnradern angepaßt. Die beiden Bremsklötze sitzen an einem Zaum einander gegenüber. Nach Abb. 16 ist

$$(2 P \mu) r = Q h,$$

demnach

$$\mu = \frac{Q h}{2 P r}.$$

Der Ausschnitt aus einer Versuchsaufnahme, Abb. 17, gibt Aufschluß über die näheren Versuchsumstände. Grundsätzlich sollte hier der Einfluß der Geschwindigkeit bei gleichem spezifischen Druck gezeigt werden.

Wesentlich ist, daß diese Versuche als Durchzugversuche bei gleichbleibender Geschwindigkeit ausgeführt wurden, da bei Auslaufversuchen, bei denen zu jeder augenblicklichen Geschwindigkeit stets nur ein Punkt der Reibungslinie gehört, zufällig auftretende Störungen zu falschen Schlüssen führen könnten. Nur bei den Versuchen, die zur Ermittlung der Reibung beim Übergang auf den

¹⁾ Vergl. Glasers Annalen Bd. 96 (1925) S. 137 u. f.

²⁾ Vergl. Glasers Annalen Bd. 99 (1926) S. 149 u. f.

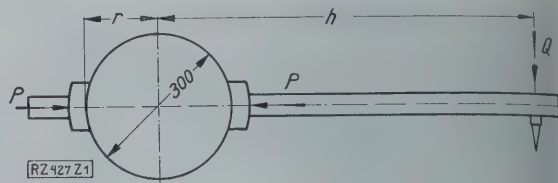


Abb. 16
Allgemeine Anordnung der Versuchseinrichtung

Stillstand dienten, mußten Auslaufversuche ausgeführt werden. Die Abhängigkeit der Reibung von der Geschwindigkeit zeigt die für einen spezifischen Bremsklotzdruck von 2 kg/cm² aufgezeichnete Schaulinie, Abb. 18. Die berechneten Mittelwerte sind als leere und volle Kreise die Darstellung eingezeichnet. Für spezifische Bremsklotzdrücke von 4, 6, 9 und 12 kg/cm² haben die Linien einen ähnlichen Verlauf. Auch hier wurden Durchzugversuche für Geschwindigkeiten von 10, 25, 40, 60, 80, 100, 125 und 150 km/h, sowie Auslaufversuche von 40 km/h bis nahezu auf Stillstand durchgeführt. Besonders wichtig ist die Kenntnis der Reibungsverhältnisse bei großen Geschwindigkeiten, da die Steigerung der Fahrgeschwindigkeit unbedingte Zuverlässigkeit der Bremsung erfordert.

Bereits in den Jahren 1902/03 hatte die Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen durch Versuche festgestellt, daß sich die Reibungszahl nach Überschreitung einer bestimmten Geschwindigkeit wieder erhöhte. Die Bestätigung dieser Beobachtung ergaben die vorliegenden Versuche, besonders bei spezifischen Klotzdrücken von 4, 6 und 12 kg/cm². Mit wachsendem spezifischen Klotzdruck sinkt die Reibungszahl. Die Anwendung übertrieben hoher Klotzdrücke ist daher unzweckmäßig und unwirtschaftlich. Einen praktischen Beweis liefert die Tatsache, daß ein und derselbe Zug unter den gleichen Verhältnissen ein kürzeres Bremsweg hat, wenn man möglichst viele Bremsklötze verwendet, obwohl der Gesamtwirkungsgrad schlechter wird. Daher ist doppelseitige Bremsung immer vorzuziehen, wobei die Reibfläche des einzelnen Bremsklotzes möglichst groß sein soll, so daß sich der Verschleiß verringert. Die Versuche wurden, wie erwähnt, mit weichen und härteren Bremsklötzen ausgeführt, und zwar mit Härten von 195 bis 255 Brinelleinheiten. Auf Grund der vorliegenden Versuche wird empfohlen, für die Bremsklötze ein weiches Gußeisen als solches mit mindestens 195 bis 200 Brinelleinheiten zu verwenden. Die Versuche lehren ferner, daß sich bei größeren Geschwindigkeiten über 120 km/h die Reibungszahl des weichen Bremsklotzes des härteren Klotzes stark nähert und sie zum Teil wieder überschreitet.

Die Mittelwerte der Ergebnisse von Versuchen mit harten und weichen Bremsklötzen sind in der Zahlentafel zusammengestellt.

Zahlentafel 1
Mittlere μ -Werte.

Klotzdruck kg/cm ²	Fahrgeschwindigkeit km/h							
	0	10	25	40	60	80	100	125
2		0,488	0,328	0,270	0,220	0,199	0,190	
4	0,625	0,431	0,270	0,225	0,192	0,180	0,170	0,167
6	0,570	0,408	0,248	0,212	0,185	0,171	0,158	0,146
9	0,520	0,388	0,229	0,203	0,178	0,162	0,149	0,139
12	0,478	0,369	0,212	0,193	0,172	0,156	0,143	0,134

Werte von spezifischen Klotzdrücken unter 2 kg/cm² festzustellen war äußerst schwierig, da starke Erzitterungen in der Versuchseinrichtung auftraten. Für die Praxis, ständige Erschütterungen die Reibungszahl beeinflussen, empfiehlt es sich, von den Prüfstandwerten etwa 12 bis 15 vH abzuziehen.

Nach den Versuchen steigt die Reibungszahl ein wenig mit der Temperatur. Zur Feststellung dieser Temperatur dienten Thermoelemente. Die Erfahrung, daß sich beim

Zahlentafel 2
Mittlere Reibungszahlen bei verschiedenen Temperaturen

v km/h	p = 2 kg/cm ²			p = 4 kg/cm ²			p = 6 kg/cm ²			p = 9 kg/cm ²			p = 12 kg/cm ²		
	t _a	t _e	$\mu_e : \mu_a$	t _a	t _e	$\mu_e : \mu_a$	t _a	t _e	$\mu_e : \mu_a$	t _a	t _e	$\mu_e : \mu_a$	t _a	t _e	$\mu_e : \mu_a$
10	25	25	1,0	50	175	1,034	100	250	1,035	100	350	1,105	125	225	1,1
25	50	75	1,029	100	300	1,019	100	375	1,18	100	400	1,041	150	450	1,1

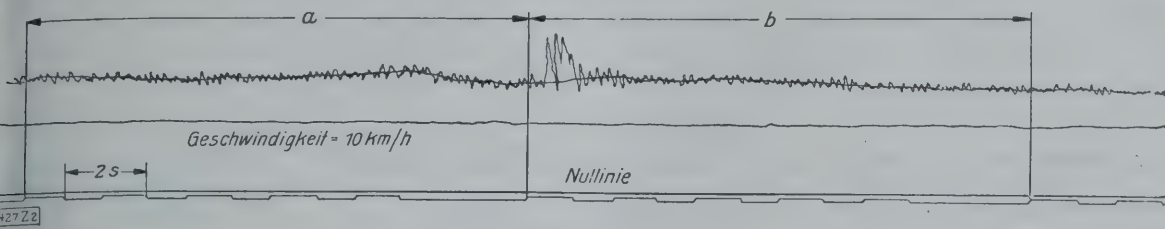


Abb. 17
Auschnitt aus der Aufnahme eines Durchzugversuches
Spez. Bremsklotzdruck $p = 4 \text{ kg/cm}^2$, $v = 10 \text{ km/h}$, $h = 195$ Brinelleinheiten

Werte für Abschnitt a		Werte für Abschnitt b	
Zeit = 60 s	mittlere Höhe = 5,05 cm	Zeit = 72 s	mittlere Höhe = 4,943 cm
Temperatur = 68°C	mittlerer Druck $P = 20,725 \text{ kg}$	Temperatur = 72°C	mittlerer Druck $P = 19,907 \text{ kg}$
Fläche = 112,59 cm ²	mittlere Reibungszahl $\mu = 0,4278$	Fläche = 109,71 cm ²	mittlere Reibungszahl $\mu = 0,4109$

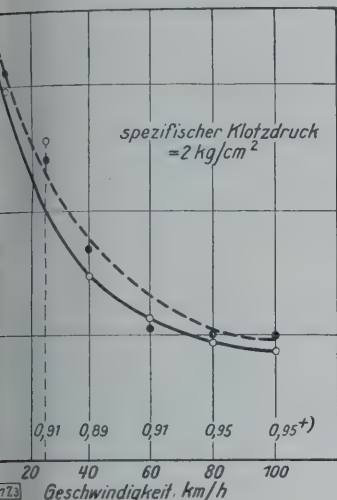


Abb. 18
Abhängigkeit der Reibungszahl μ von der Geschwindigkeit bei 2 kg/cm^2 spezifischem Klotzdruck für harte (---) und weiche (—) Bremsklötze

† Die Zahlen bedeuten das Verhältnis der Reibungszahl vom weichen zum harten Bremsklotz.

langer Gefälle die Bremswirkung verschlechtert, ist Metzkwos Ansicht nicht auf eine Abnahme der Reibzahl zurückzuführen, sondern auf ein Nachlassen der Kraft. In Zahlentafel 2 sind die Mittelwerte der Reibzahl für verschiedene Temperaturen bei verschiedenen spezifischen Klotzdrücken einander gegenübergestellt. Die Zahlen bezeichnen die Zeiger a und e für t und μ die Anfangs- und Endwerte.

Die Ergebnisse der Versuche über den Einfluß der Feuchtigkeit und die Versuchsumstände sind aus Zahlentafel 3 ersichtlich, wobei die Angaben besagen, wie sich die Reibungszahl gegenüber der eines trockenen Klotzes verhält.

Zahlentafel 3
Verhältnisse von nassen Bremsklötzen gegenüber trockenen.

Bremsdruck cm ²	$v = 25 \text{ km/h}$ vH	$v = 60 \text{ km/h}$ vH	$v = 100 \text{ km/h}$ vH
4	— 14,1	— 15,6	+ 15,2
6	— 18,7	— 11,8	+ 24,2
2	— 16,9	+ 3,2	+ 22,7

Die Versuche sollen noch weiter fortgesetzt werden, um vor allem auch auf das Bremsklotzmaterial einzugehen, sowie darauf, die Bremswege durch Auslaufversuche zu ermitteln.
Krs.

Gesundheitsingenieurwesen
Der technische Aufbau der Frischwasser-Kläranlage, Bauart „OMS“
Von Prof. Dr. Strell, München, in seinem Aufsatz erwähnte Boller-Patent Nr. 273 794 aus dem Jahre 1912 ist die Grundlage des unter dem Kennwort „OMS“ in der Praxis eingeführten Frischwasser-Klärverfahrens, das in dem Aufsatz, allerdings nur kurz, beschrieben worden ist. Es verwirklicht neben der schon bekannten selbsttätigen Ausscheidung der Sinkstoffe auch eine mit den bis dahin üblichen Verfahren noch nicht mögliche, selbsttätige Ausscheidung der Schwimmstoffe, bringt also einen neuen

Gedanken und einen wesentlichen Fortschritt auf dem Gebiete der Frischwasser-Klärung. Durch die Unterwasseranordnung des Absitzraumes erhält der Schlammraum die größtmögliche Oberfläche; die sonst vielfach auftretenden unangenehmen Folgen der Zusammendrängung der Schwimmdecke auf einen schmalen Raum werden also völlig vermieden.

Bei den „OMS“-Anlagen ist der Absitzraum allseitig umgrenzt. Es werden dadurch vergrößerte Reibungsflächen und infolge der größeren Tiefenanlage auch absolut größere Reibungen geschaffen. Infolge dieser Vergrößerung der Reibung werden in Verbindung mit den Geschwindigkeitsänderungen, die dadurch eintreten, daß der Durchflußquerschnitt des Absitzraumes unabhängig von der Zuflußmenge unveränderlich bleibt, die Rutschflächen durchaus selbsttätig gereinigt, während sie bei dem offenen Gerinne durch besondere Bedienung gereinigt werden müssen.

Die im Abwasser enthaltenen Schwimmstoffe scheiden sich von selbst aus und verlassen den Absitzraum durch den oberen Schlitz, können also das noch zu klärende Abwasser nicht verunreinigen, wie bei Konstruktionen mit offenem Gerinne, bei denen die Schwimmstoffe an Tauchwänden zurückgehalten werden und zu einer Infizierung führen können, wenn sie nicht regelmäßig durch den Wärter entfernt werden.

Die nach Menge genau einstellbare Durchströmung und Durchspülung des Faulraumes ermöglicht eine bessere Abführung der Abbaustoffe des Schlammes, wodurch dieser erfahrungsgemäß günstig beeinflußt wird.

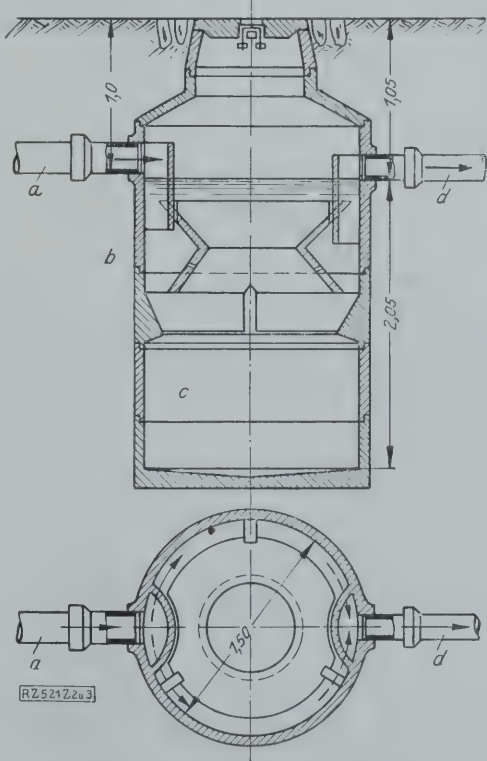
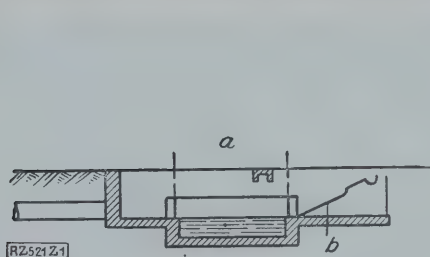


Abb. 19 und 20. Hausklärgrube Bauart OMS
 a Zulauf b Absitzraum c Schlammraum d Ablauf



a Sandfang
b Rechen
c Pumpe
d Schlammbeet

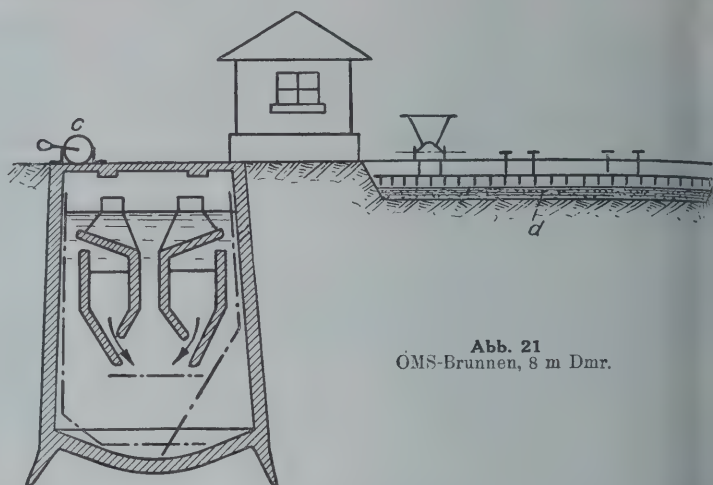


Abb. 21
OMS-Brunnen, 8 m Dmr.

Das „OMS“-Verfahren wird für städtische Kläranlagen und für Frischwasser-Hauskläranlagen angewendet. Eine Hausklärgrube nach diesem Verfahren, Abb. 19 und 20, wird als Betonringschacht ausgeführt mit ringförmigem,

am Umfang liegendem Absitzraum. Abb. 21 zeigt Schnitt durch die nach diesem Verfahren erbaute der Stadt Mayen/Eifel. Wiesbaden

Dir. Otto M.

Kleine Mitteilungen

100 at-Dampfturbine für 6 at Gegendruck

In Verbindung mit dem Erfolg des Atmos-Dampferzeugers¹⁾ hat die Aktiebolaget de Laval's Angturbin, Stockholm, eine Bauart von Höchstdruck-Dampfturbinen entwickelt, die sie bereits in zwei Ausführungen geliefert hat. Die Maschinengruppe, die aus einer Dampfturbine und einem mit 15 000/3000 Uml./min übersetzten Drehstromerzeuger für 480 kW bei 525 V besteht, verbraucht bei 100 at Anfangsdruck, 400 °C Anfangstemperatur und 6 at Gegendruck 12 bis 13 kg/kWh. Die Turbine hat nur zwei fliegend angeordnete Laufräder von 293 und 295 mm wirksamem Durchmesser mit einfacher Schaufelung; diese sind mit der Welle und dem Antriebsritzel des Zahnrädergetriebes aus einem Stück geschmiedet und laufen in zwei durch Labyrinthdichtung getrennten Kammern. Die Wand zwischen diesen Kammern ist ein Schmiedestück aus Stahl, in das der Düsenring der zweiten Druckstufe eingelassen ist. Der Dampftritt wird durch Düsenventile gesteuert, die vom Regler hydraulisch betätigt werden. Die einzige Wellenstopfbüchse befindet sich am Austritt aus der zweiten Kammer, wo der Druck nur noch 6 at beträgt. Die Welle wird mittels eines Michell-Drucklagers in der vorgeschriebenen Lage erhalten. („Engineering“ 5. August 1927 S. 164/65*) [N 735 a]

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 169.

Höchstdruckkessel zur Erzeugung von Heißdampf

In der Kraftanlage der Preßholzfabrik Mason Fibre Co., Laurel, befindet sich seit einiger Zeit ein Kessel im Betrieb, der nächst den Höchstdruckkesseln des Edgar- und des Lakeside-Kraftwerkes den höchsten Dampfdruck in den Vereinigten Staaten aufweist, nämlich rd. 70 at. Im Gegensatz zu den beiden erwähnten Kesselanlagen dient dieser aber nicht zur Dampferzeugung für Kraftmaschinen, sondern für Kochzwecke. Die Abfallspäne aus Sägefabriken werden zunächst 10 bis 15 s unter einem Druck von rd. 14 at gekocht, dann für ganz kurze Zeit, 3 bis 5 s, dem vollen Druck von 70 at ausgesetzt. Durch plötzliche völlige Entspannung bildet sich ein Holzbrei, der dann durch nochmalige Drucksteigerung zu Preßholztafeln verarbeitet wird. Der Kessel, Bauart Babcock & Wilcox, hat etwa 370 m² wasserberührte Heizfläche und eine nahtlose Trommel (1,22 m Dmr., 116 mm Blechdicke, ferner Wasserrohre von 51 mm Dmr. und 9,5 mm Wanddicke. („Power“ 26. Juli 1927 S. 141) [N 735 g]

Neue Bauart der Doxfordmotoren

In das Fahrgastmotorschiff „Bermuda“ werden zwei Doxfordmotoren je 2800 PS_e besonderer Art eingebaut. Bis jetzt betrug das Verhältnis des Gesamthubes beider Kolben zum Durchmesser 4:1, bei diesen Motoren ist es auf 3:1 vermindert worden. Dabei haben die oberen Kolben 760 mm, die unteren 1040 mm Hub bei 600 mm Zyl.-Dmr. Hierdurch soll der Massenausgleich verbessert worden sein; außerdem haben die Maschinen geringere Höhe.

Außer der Spülluftpumpe sind keine Hilfsmaschinen angehängt. Auf dem Prüfstand betrug der Brennstoffverbrauch 174,5 g/PS_eh bei 2800 bis 2900 PS_e Nennleistung und 110 bis 112 Uml./min; dabei betrug der mittlere Wirkungsgrad 90 vH und die Abgastemperatur 232 °C. Bei Überlast von 3400 bis 3500 PS_e und 120 Uml./min hat man 179 g/PS_eh und 315 bis 343 messen. Der Brennstoff wird mit 420 bis 560 at spritzt. („The Motorship“, London, August 1927 S. 1735 b)

Brückenzolleinnahmen bei der Delaware Bridge

In Ergänzung meines Berichtes über die Delaware Bridge in Philadelphia¹⁾ in Z. Bd. 70 (1926) S. 1401, Bd. 71 S. 145, 422 und 857 seien folgende Mitteilungen der Schrift „Engineering News-Record“ vom 21. Juli gegeben.

Für die die Brücke befahrenden Fahrzeuge wurden den ersten zwölf Monaten nach Eröffnung der Brücke 1. Juli vorigen Jahres an Brückenzoll 2,1 Mill. \$ 6 vH der Baukosten entrichtet; das ergibt 5 vH Gewinn nach Abzug der Unkosten aus Unterhaltungsbetrieb. Trotz des sehr geringen Brückenzolles von 25 c für ein Fahrzeug übertrifft diese Summe mehr als ein Drittel die geschätzten Einnahmen, so daß der Abschreibung bereits in diesem Jahr begonnen kann. Diese Zahlen beweisen, wie gut sich nach kurzer Zeit ein solches Riesenbauwerk an günstig ge Stelle bewähren kann, trotz der selbst für nordamerikanische Verhältnisse gewaltigen Bau- und Grunderwerbskosten insgesamt 36 Mill. \$, und wie bald durch richtige Erhebung, nach völliger Tilgung die Brücke dem freien Verkehr dann übergeben werden kann.

Sollte dies nicht für deutsche Verhältnisse auch wissen Fällen zutreffen?

[N 735 d]

Dr.-Ing. R. Bernh.

¹⁾ Der Bericht erscheint als Sonderdruck

Der elektrische Betrieb auf der französischen Südbahn

Gegenwärtig sind von dem Netz der französischen bahngesellschaft 768 km im elektrischen Betrieb, 552 km doppelgleisig. Eine Strecke von 101 km ist im Bau begriffen, für weitere 714 km ist die Umstellung beschlossen. Die Energie wird ausschließlich von Kraftanlagen erzeugt, und zwar als Drehstrom von 6 bei 50 Per./s. Ein Teil davon wird unmittelbar an den Anlagen in Gleichstrom von 1500 V umgewandelt, mit dem im allgemeinen die Fahrmotoren gespeist werden. Für weitere Entfernungen wird die Spannung von 150 000 V erhöht, um sodann wieder auf 60 000 V erniedrigt zu werden. Bisher sind vier Wasserkraftwerke im Betrieb, eine weitere im Bau und sechs andre in der Planung. („Le Génie Civil“ 30. Juli 1927 S. 105*)

[N 735 f]

große Kanal- und Elektrizitätspläne in Belgien

Zu Anfang dieses Jahres wurde in Belgien eine Kommission gebildet, die über die Erweiterungsmöglichkeiten Kanalnetzes, die Neugestaltung der Elektrizitätsversorgung und den Schutz des Maastales gegen die jährlichen Überschwemmungen berichten sollte. Dieser Bericht liegt nunmehr vor. Es wird empfohlen: Bau eines Kanals Lüttich-Antwerpen; Bau von Dämmen in den Ardennen für die Wasserversorgung dieses Kanals und zur Bewässerung gewisser Teile der Campine; Vertiefung und Geradelegung der Maas, von drei oder vier Dämmen und Schleusen zwischen

Huy und Visé; Bau von drei Wasserkraft-Elektrizitätswerken in den Ardennen und an den Maasdämmen; Errichtung eines Hauptnetzes der Elektrizitätsversorgung, das alle großen Kraftzeugungs- und -verbrauchstellen verbinden soll; Ausnutzung von Abwärme und Abgasen zur Erzeugung elektrischen Stromes; Bau von Unterwerken, die das elektrische Leitungsnetz beliefern und ungünstig arbeitende kleine Werke überflüssig machen sollen; Sonderbauten an der Maas, um die jährlichen großen Schäden des Hochwassers abzuwenden. Die Kosten dieser Bauten werden auf rd. 235 Mill. \mathcal{A} geschätzt. („The Engineer“ 5. August 1927 S. 158) [N 735 e] Pa.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

er-Pouillets Lehrbuch der Physik. 11. Aufl. 2. Bd. Lehre von der strahlenden Energie. 1. Hälfte. Bearb. von O. Lummer. Braunschweig 1926, Friedrich Vieweg & Sohn. 928 S. m. 624 Abb. Preis 54 \mathcal{M} .

Als im Jahre 1842 der Lehrer der Physik und Mathematik an der Realschule zu Gießen Dr. Joh. Müller das Buch der Physik und Meteorologie von Pouillet, die deutschen Verhältnisse frei bearbeitet, herausgab, war der bescheidene Mann gewiß nicht, daß er damit der deutschen Wissenschaft ein Werk geschenkt hatte, das die nächsten Jahrzehnte überdauern und sich zu einem führenden Handbuch der Physik auswaschen würde; schätzte er doch sein Werk nicht als eine der physikalischen Wissenschaft und der Natur selbst gewidmete Leistung, als vielmehr einen Beitrag zu größerem Publikum, etwa den Chemikern, Medizinern, Kameralisten und Technikern (!) geleisteten Dienst. Ohne Rührung kann man heute jenes Buch und das zum zweiten Bande geschriebene Vorwort lesen. Der Verfasser nennt sein Buch: „Pouillets Lehrbuch“, während er doch nur sehr wenige und kurze Abschnitte übersetzt, die übrigen aber das französische Buch nur zum Vorbild seine eigene Arbeit genommen hatte. Immer zeigt er sich ängstlich besorgt, dem französischen Gelehrten ja keine Ehre angedeihen zu lassen, so z. B. indem er erklärt, „Pouillet gewissermaßen ebenfalls die Ehre der Entdeckung des Ohmschen Gesetzes zukomme“. Das sagt der Verfasser, der doch an andern Stellen sich gegen die Verdrängung seiner eigenen Verdienste durch die gewisse deutsche Arbeiten, so vor allem die Gaußschen Arbeiten über Magnetismus, von Pouillet mit keiner Silbe nicht (!) seien. Das ist deutsche wissenschaftliche Objektivität.

Auf diese — ängstlich übertriebene — Objektivität muß man sich, wenigstens zum großen Teil, zurückführen, daß das Buch (während doch schon in den noch von Müller bearbeiteten späteren Auflagen allmählich die Spuren des französischen Abkunts vollständig verwischt wurden) heute noch den Namen Pouillets im Titel trägt. Das mutet bei dem Vorliegen der vorliegenden Teile seltsam an, daß das Gebilde, auf dem gerade die deutsche Wissenschaft ihre großen Triumphe gefeiert hat.

Das vorliegende Buch ist ein Dokument deutscher Wissenschaft. Seine neue Gestalt erhielt es, als Lummer die zehnte Auflage die Aufgabe übernahm, die Lehre von der strahlenden Energie einheitlich zu behandeln. Die vorliegende elfte Auflage, die bei Lummers Tode so weit fortgeschritten war, daß sie (von A. Eucken und E. Waetzmann) „als ein unverfälschtes Vermächtnis Lummerschen Wissenschafts“ herausgegeben werden konnte, zeigt im wesentlichen noch dasselbe Gesicht. Freilich ist inhaltlich vieles verändert. Schon die Zuziehung mehrerer ausgezeichneten Mitarbeiter zur Bearbeitung des Bandes läßt darauf schließen, daß auch ein Zeichen für die schnelle Entwicklung dieses Zweiges der physikalischen Wissenschaft; selbst ein Zeichen reichender Geist wie der Lummers fühlte sich nicht berufen, das Gebiet, das er im Jahre 1908 allein bearbeitet hatte, sieben Jahre später noch einmal allein zu bearbeiten.

Von der Neubearbeitung waren für mich die ersten Kapitel am beachtenswertesten, in denen in ausgereicher Weise das Wesen des Lichtes, der Wandel des Lichts Äther im Laufe der Zeiten und die Lichtgeschwindigkeit behandelt werden; dann ganz besonders das elfte Kapitel über das Auge und die Gesichtsempfindungen. Der Inhalt dieses Kapitels ist gegen die vorige Auflage auf das Doppelte (auf 170 S.) vergrößert. Es ist bezeichnend, daß der Physiker heute so viel von der physiologischen Optik in sein Gebiet herüberzunehmen für nötig und demgegenüber um so verwunderlicher, daß der

Lichttechniker im allgemeinen noch so wenig Neigung zeigt, sein Gebiet gründlich physiologisch zu untermauern. Ich bin der Ansicht, daß der Lichttechniker nichts Besseres tun könnte, als dieses elfte Kapitel genau durcharbeiten. Freilich braucht er hernach noch mehr und manches anders. Das liegt in der Natur der Sache: während Physiker und Physiologen sich im allgemeinen damit begnügen können, Tatsachen zu erforschen, muß der Lichtingenieur immer fragen, wie er die gewonnene Erkenntnis zu nützlichem Schaffen verwenden kann. Dadurch verschiebt sich für ihn oft schon die Forschungsrichtung und sehr stark die Bewertung der Forschungsergebnisse. Dieser Unterschied ist mir in dem vorliegenden Buche besonders deutlich geworden in der verhältnismäßig geringen Beachtung, die der Blendung gewidmet, und in der Art, wie die Photometrie behandelt wird, nicht nämlich in einem besonderen Kapitel, sondern eingestreut in die verschiedenen Abschnitte. Daß das auch gewisse Vorzüge hat, soll nicht bestritten werden.

Immer, wenn ich in dem Buche — sei es in den soeben besonders hervorgehobenen, sei es in den andern, dem neuesten Stande der Wissenschaft angepaßten Kapiteln — las, habe ich größte Freude und Befriedigung gehabt; und wärmste Dankbarkeit erfüllt mich gegen den nun verstorbenen Herausgeber, den großen Forscher und Lehrer, dem die Lichttechnik soviel verdankt. [E 601]

Karlsruhe

J. Teichmüller

Schnitte und Stanzen. Von Ernst Göhre. Leipzig 1927, Otto Spamer. 192 S. m. 183 Abb. Preis 16 \mathcal{M} .

Der Verfasser behandelt in dem ersten Band seines „Schnitte und Stanzen“ betitelten neuen Werkes nur die Schnitte und bringt hiervon eine große Anzahl gut ausgewählter und zum größten Teil deutlich dargestellter Beispiele, die auch für den erfahrenen Praktiker wertvoll sind.

Der erste Abschnitt behandelt die Begriffe des Schneidens und Lochens sowie die Eigenschaften der Werkstoffe. Bei den Ausführungen des Verfassers über die Ausbildung der Schnittkante, wo er die scharf unterteilte Schnittkante für die allein richtige hält, kann man geteilter Meinung sein. Es haben z. B. alle guten Gesamtschnitte zylindrische Durchbrüche und werden bei großer und gleichbleibender Genauigkeit der Teile sehr gut ausgenutzt.

Im zweiten Abschnitt werden dann die einzelnen Arten der Schnitte ausführlich behandelt, anfangend beim Freischnitt und endigend beim verwinkelten Gesamtschnitt. Bei dem Absatz über die Verminderung des Schnittdruckes müßte noch ergänzt werden, daß auch die Schnittplatte mit einem schrägen oder dachförmigen Anschliff versehen werden kann.

Im letzten Abschnitt sind Anleitungen zur Wahl der geeigneten Schnittwerkzeuge gegeben und die Ursachen der am häufigsten auftretenden Betriebsstörungen besprochen. Man erkennt, daß der Verfasser sein Fachgebiet beherrscht. Bei den Beispielen für die Auswahl der Werkzeuge fallen als störend und unübersichtlich die viel zu langen, umständlichen Zeichen und Symbole auf, für die am Anfang des zweiten Abschnittes eine Übersicht gebracht wird. Eine Kennzeichnung der Werkzeuge nach sieben verschiedenen Gesichtspunkten geht zu sehr ins einzelne.

Bedauerlich ist es, daß der Verfasser gerade hier eigene Wege gegangen ist, obwohl ihm die Arbeiten des Ausschusses für Stanzerietechnik beim AWF, der schon vor 1½ Jahren Kennzeichen und Kurzzeichen für die Stanzerietechnik veröffentlicht hat, bekannt sein mußten. Da er diese Arbeiten und die Vorteile ihrer Anwendung erwähnt, lag es eigentlich nahe, die Kennzeichnung ganz auf den Arbeiten des AWF aufzubauen und die festgelegten Zeichen unverändert zu übernehmen. Es ist schade, daß hier eine Gelegenheit zur Vereinheitlichung nicht ausgenutzt worden ist.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß diese Neuerscheinung zu den besseren und brauchbaren Werken gehört und daß sie als Lehrbuch für Anfänger und auch für Fortgeschrittene wertvoll ist. [E 331]

Berlin

Obering. K a e z m a r e k

Betriebswissenschaftliche Bücher, 1. Bd.: **Wirtschaftsfragen der Massenfertigung.** Von K. H. Schmidt. Berlin 1927, Georg Stilke. 91 S. m. 2 Abb. Preis 2,50 M.

2. Bd.: **Fließende Fertigung.** Von H. L. Mittelstaedt. Berlin 1927, Georg Stilke. 100 S. m. 20 Abb. Preis 3 M.

3. Bd.: **Zeitstudien.** Von Hans Freund. Berlin 1927, Georg Stilke. 71 S. m. 2 Abb. Preis 2,50 M.

Bd. 1 und Bd. 2 behandeln zwei eng miteinander verbundene Fragen, die im Schrifttum bereits sehr häufig erörtert worden sind. Es kommt hierbei jedoch nicht auf die Aufgabestellung an, sondern auf die praktische Durchführung, also auf die Art, auf einfachstem Wege mit geringsten Mitteln das Ziel zu erweitern. Dazu ist erforderlich, die Wirtschaftlichkeit rechnerisch zu erfassen; das wird gebraucht! — Beispiele und zahlenmäßige Angaben müssen gegeben werden, darin liegt der Wert solcher Bücher. Leider ist in den beiden vorliegenden Bänden das erwähnte Ziel nicht erreicht.

Freund behandelt ein Gebiet, das durch die Arbeiten des Reichsausschusses für Arbeitszeitermittlung (REFA) eine besondere Förderung erfährt. Das Grundsätzliche der Zeitstudie und ihrer Auswertung ist gut hervorgehoben. Eine Kürzung des ersten Teiles wäre anzuraten, dafür ist der zweite Teil mehr durch Beispiele zu ergänzen, damit die praktische Auswertung der Zeitstudie erkannt wird. Nicht das Wissenschaftliche, sondern die praktischen Beispiele sind die Rüstzeuge für den Werkstattmann.

[E 640]

W. Wiedemann

Handbook of the Society of Automotive Engineers. March 1927, Revised and reprinted semi-annually. New York City, 29 West 39th Street. Mit zahlr. Abb. Preis 5 \$.

Das Handbuch, das alljährlich zweimal erscheint, ist die Zusammenstellung von etwa 600 Normen und Normvorschlägen, die seit dem Jahre 1910 in den Ausschüssen der Society of Automotive Engineers bearbeitet wurden und weit über den Kreis dieser Vereinigung hinaus praktische Anwendung gefunden haben.

Die Vorschriften gliedern sich nach den Hauptteilen des Kraftwagens von der Maschinenanlage bis zum Rahmen und den Federn. Ihr vielleicht bemerkenswertester Teil sind die Vorschriften über Stähle und Nichtisenmetalle für den Kraftwagenbau, die auch genaue Vorschriften über Warmbehandlung einschließen.

Neben eigentlichen Normen enthält das Buch auch allgemeine Regeln, z. B. für die einheitliche Benennung von Kraftwagenteilen, für die Durchführung von Untersuchungen an Kraftwagen usw., die auch bei uns Beachtung verdienen. Auch der Anzeigenteil beschränkt sich auf Firmen, die genormte Teile oder Werkstoffe liefern.

[E 620]

H.

Handwörterbuch des Kaufmanns. Lexikon für Handel und Industrie. Herausgeg. von Karl Bott. Hamburg Hanseatische Verlagsanstalt. 1. Bd. A—D 946 S. 2. Bd. E—H. 1086 S. Preis je Bd. 30 M.

Das Handwörterbuch des Kaufmanns ist in erster Linie für die in der deutschen Wirtschaft tätigen Kaufleute und Techniker bestimmt. Es umfaßt u. a.: Volks- und Betriebswirtschaftslehre, Handels- und Wirtschaftspolitik, Finanz- und Verkehrswesen, Privatversicherung, Biographien schar Wirtschaftsführer, Interessenverbände, Kartell-, Konzernwesen, Bank- und Börsenwesen, Geld- und Zahlungsverkehr, die Organisation des Handels, Handelsbräuche, Handelsklauseln, Gründung, Führung und Finanzierung, Unternehmung, Selbstkostenrechnung, Lohnwesen, Betriebskontrolle, Betriebstatistik, Kundenwerbung, Kaufmannsarithmetik, Handelsrecht, Wechsel- und Scheckrecht, Bankrecht, Arbeitsrecht, Sozialpolitik, Sozialversicherung, kaufmännisches und gewerbliches Bildungswesen, Wirtschaftsgeographie unter besonderer Berücksichtigung der Industrie-, Handels-, Hafen- und Umschlagplätze, Warenkunde unter besonderer Betonung der Handelssorten und Handelsbräuche.

Mit berücksichtigt wurden, wenn auch in begrenztem Maße, für ein Kaufmannslexikon erforderlichen Beschränkungen der Land- und Forstwirtschaft, Technik, Chemie, chemischen und mechanischen Technologie, Zeitungswesen, die öffentlichen Behörden, Auslandsinstitute, Gesandtschaften, Konsulatwesen. Außerdem wurden wichtige Angaben über die ausländische Wirtschaft, ausländische Großunternehmen, ausländische Interessenvertretungen und Behörden gemacht.

Wir haben es mit einem Werk zu tun, das — aus einigen Stichproben zu urteilen — sicherlich großen Anklang in den beteiligten Kreisen finden wird und ihn verdient. [E 619]

Vorrichtungen im Maschinenbau. Von Otto Lich. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 500 S. m. 656 Abb. Preis 26 M.

Fließende Fertigung. Von Hermann Schaefer. Leipzig 1927, Max Jänecke. 121 S. m. 42 Abb. Preis 3,90 M.

Siliziumstahl als Baustahl und Stahlformguß. Von Kerpely. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 41 S. m. 47 Abb. Preis 3,90 M.

Die Konstruktion von Hochbauten. Von Otto Frick. Karl Knöhl. 5. Aufl. Leipzig und Berlin 1927, G. Teubner. 200 S. m. 584 Abb. Preis 9,60 M.

Bridge architecture. Two hundred illustrations of notable bridges of the world, ancient and modern, with descriptive, historical and legendary text. Von W. J. Watson. New York, William Helburn Inc. 28 S. m. Abb. Preis 17,50 \$.

Handbuch der Kokerei. Herausgeg. von Wilhelm Gluck. Verf. von G. Schneider und H. Winter. 1. Aufl. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 302 S. m. 155 Abb. Preis 29 M.

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Selbsttätige Feuerungsreglung. Von Th. Stein . . .	1177
Gelenk-Doppeltriebwagen für eine Überland-Schnellstraßenbahn . . .	1184
Tiefbohrreinrichtungen mit elektrischem Antrieb. Von L. Steiner . . .	1185
Werkstattprüfung von Schweißungen . . .	1194
Modellversuche an Kühlwasserkanälen für Kraftwerke . . .	1195
Wärmeübergang und Turbulenz . . .	1199
Tagung für Maschinenelemente . . .	1200
Die Normung des Winkemaßes. Von P. Füs gen . . .	1203
Die deutschen Kraftübertragungsleitungen . . .	1204
Rundschau: Selbsttätige Temperaturregelung — Hochdruck-Heißdampfschieber — Ein Riesen-Dreh-	

stromerzeuger — Reibung zwischen Rad und Bremsklotz — Der technische Aufbau der Frischwasser-Kläranlage, Bauart „OMS“ — Kleine Mitteilungen . . .	
Bücherschau: Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik. Von O. Lummer — Schnitte und Stanzen. Von E. Göhre — Wirtschaftsfragen der Massenfertigung. Von K. H. Schmidt — Fließende Fertigung. Von H. L. Mittelstaedt — Zeitstudien. Von H. Freund — Handbook of the Society of Automotive Engineers — Handwörterbuch des Kaufmanns. Von K. Bott — Eingänge . . .	

Das Inhaltsverzeichnis
der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1921-1925 Band 65 bis 69
ist erschienen. Preis 6 M, für VDI-Mitglieder 5,40 M.

Zu beziehen durch VDI-Verlag GmbH, Berlin NW 7

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFÜHRER: C. MATSCHOSS



71

SONNABEND, 27. AUGUST 1927

NR. 35

Die Gestaltung der Brücken

Ein Beitrag zur Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst

Von Dr.-Ing. K. Schaechterle, Stuttgart

Vorgetragen in der Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen anlässlich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg 1927

Hierzu Textblatt 7 bis 10

Die technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte, die für den Entwurf und die Bauausführung von Brückenbauwerken maßgebend sind — Grundsätze für die künstlerische Gestaltung — An charakteristischen Beispielen aus alter und neuer Zeit wird die Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst und unsere gegenwärtige Einstellung zu der Aufgabe der Brückengestaltung gekennzeichnet.



Hängebrücke über den Rhein in Köln

Der Wettbewerb über die neue Rheinbrücke bei Köln-Mülheim hat über die Grenzen Deutschlands und über die engere Fachwelt hinaus Beachtung gefunden. Daß neben der Köln-Mülheimer Bürgerschaft auch unmittelbar beteiligte Kreise an der Lösung der Baufarbe Anteil nehmen, liegt daran, daß dieser Wettbewerb nicht nur Gradmesser deutscher Ingenieurarbeit, sondern ein Spiegel unsrer Baugesinnung ist.

Technische und wirtschaftliche Gesichtspunkte für Entwurf und Bau

Die Ingenieurbauwerke sind äußere Erscheinungen des Verkehrs- und Wirtschaftslebens. Für ihre Gestaltung sind in erster Linie wirtschaftliche Bedürfnisse maßgebend. Man erwartet vom Ingenieur, daß er die aus dem Verwendungszweck sich ergebenden Forderungen unter Ausnutzung aller bautechnischen Möglichkeiten möglichst restlos erfüllt. Die Fortschritte auf allen Gebieten der Wissenschaft und Technik führen hinaus über die Fragen der technischen Einzelheit, des Baustoffes, der Konstruktion und Berechnung und Ausnutzung zur wirtschaftlichen Erfassung der Bauaufgaben. Die Entscheidung über eine neue Verkehrs- oder Industrie-

anlage im ganzen wird in der Regel auf Grund eines Nachweises der Bauwürdigkeit getroffen. Von den verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten gleicher betriebstechnischer Eignung wird der Wirtschaftler im allgemeinen derjenigen Lösung den Vorzug geben, bei der die auf eine bestimmte Zeitspanne bezogenen Betriebskosten einschließlich der Verzinsung und Abschreibung der Baukosten, der Sicherungs- und Unterhaltungskosten einen Kleinstwert ausmachen. Das Ingenieurbauwerk als technische Einzelheit im Rahmen der Gesamtaufgabe soll dem vorgeschriebenen Zweck unter Einrechnung der Betriebs- und Unterhaltungskosten sowie der Lebensdauer mit einem Mindestaufwand an Kosten genügen. Umstellungs-, Erweiterungs- und Änderungsmöglichkeiten sind zu berücksichtigen. Über das Theoretische dieser Forderungen ist man sich klar, in der Praxis des Bauens geht es ohne Zugeständnisse nicht ab.

Mit der Erfüllung der betrieblichen und wirtschaftlichen Forderungen wird sich die Allgemeinheit nicht in jedem Fall abfinden. Die Zweckgestaltung mag wohl ausreichen bei Erdbauten und sonstigen untergeordneten Ingenieurbauwerken, nicht aber bei Kunstbauten, wie Brücken, Hallen, Speichern, Wassertürmen, Funktürmen,

Bahnhöfen, Staumauern, Kraftwerken und Industriebauten aller Art, die in der Landschaft oder im Stadtbild auffällig in die Erscheinung treten. Ingenieurbauwerke sollen auch „schön“ sein¹⁾. Wir wissen wohl, daß zweckmäßig noch nicht schön zu sein braucht, daß dagegen zweckvoll als schön empfunden werden kann. Ich will mich daher bestimmter ausdrücken: Diese Ingenieurbauwerke sollen „künstlerisch“ gestaltet werden.

Die künstlerische Gestaltung

von Ingenieurbauwerken braucht nicht in Widerspruch zu geraten mit den betriebstechnischen und wirtschaftlichen Forderungen. Man kann wohl schmückende Zutaten, die verteuern und in keiner Beziehung zur Zweckbestimmung stehen, ablehnen und doch dem Grundsatz, mit einem Mindestaufwand an Mitteln Höchstleistungen in zweckvoller, stofflicher, konstruktiver, statischer und künstlerischer Hinsicht zu erreichen, zustimmen.

Die künstlerische Wirkung von Ingenieurbauten kann nicht erreicht werden durch architektonischen Aufputz oder äußere Verzierung. Die Ingenieurbauten verlangen eine andre Einstellung, als sie unsre alten Lehrbücher über architektonisch formales Schaffen bieten. Das soll aber nicht heißen, daß alles Bisherige, Überkommene im Sinne der revolutionären Bewegungen unsrer gärenden Zeit verdammt und verworfen werden soll. Die Gegenwart fußt auf der Vergangenheit, und das Zukünftige wird sich auf das Gegenwärtige stützen. Erst der Einblick in den geschichtlichen Werdegang und die großen Linien der Entwicklung befähigt uns, das Neue voll zu erfassen und in lebendige Beziehung zum Überlieferten zu bringen. Das Bauen im Geiste unsrer Zeit schließt Lebendigerhaltung und Fortführung gesunder Überlieferung nicht aus. Aber falsch wäre es, neue Erscheinungen in alte Formen zu kleiden.

Dadurch, daß der Ingenieur von der Zweckbestimmung ausgehend unter Ausschöpfung aller Hilfsmittel der fortgeschrittenen Wissenschaft und Technik gestaltet, entstehen neue Formen, die von der Überlieferung abweichen, neu und ungewohnt sind und von Laien oft nicht verstanden werden. Neue Formen werden sich durchsetzen, wenn sie organisch und logisch aus den gegebenen Bedingungen erwachsen. Die Allgemeinheit wird sich mit ihnen abfinden, ja sie als Bereicherung der Formsprache begrüßen. Das Suchen nach einer neuen Form um jeden Preis lehnt der Ingenieur ebenso ab wie die Anwendung erdachter oder historischer Stilformen.

Der Ingenieur ist in seinen Schöpfungen an die Naturgesetze gebunden. Er kann immer größere Weiten freitragend überspannen, die Bau- und Werkstoffe immer mehr veredeln, die Ausnutzung der Festigkeitseigenschaften der Bau- und Werkstoffe immer weiter treiben, immer mehr an Masse sparen; aber je kühner der Ingenieur gestaltet, um so gewissenhafter muß er wägen und prüfen, um so genauer rechnen und messen, die vorhandenen Erkenntnisse und Erfahrungen nutzen und werten.

Grundsätze für die künstlerische Gestaltung

Die Brücke ist zu allen Zeiten als Kunstwerk empfunden worden. Im 19. Jahrhundert wurden jedoch die künstlerischen Gesichtspunkte durch die stürmische technische Entwicklung zurückgedrängt. Man sah im Brückenbau mehr und mehr eine ingenieuertechnische Aufgabe. Mit der zunehmenden Beherrschung der Hilfsmittel von Wissenschaft und Technik traten wirtschaftliche Erwägungen in den Vordergrund. Erst in jüngster Zeit hat sich wieder die Anschauung von der künstlerischen Bedeutung der Brücke durchgesetzt. Wegen ihrer beherrschenden Stellung im Landschafts- und Stadtbild gehören die Brücken zu den augenfälligsten Schöpfungen der Baukunst.

Bestimmend für die künstlerische Gestaltung sind Zweck und Örtlichkeit, Baustoff und Konstruktion.

Zweck und Eigenart

sollen voll und klar zum Ausdruck gebracht werden. Alles Unnötige, Gesuchte, Gekünstelte, Verwickelte, den Zweck Verhüllende, Verschleiende und Verwirrende ist abzulehnen.

Die Brücken dienen dem Verkehr durch Überwindung von natürlichen oder künstlichen Hindernissen. Durchführung und Betonung der Fahrbahn ist das gegebene Hauptmotiv für Brückengestaltung. Die Fahrbahnlinie darf keine Zutaten übertönt oder verwischt werden. Das Werk muß sich der Fahrbahn unterordnen. Bei den Brücken bildet die Fahrbahn den oberen Abschluß der Brücke. Bei den Eisenbetonbrücken ermöglichen ausladende, durch Konsole gestützte Brüstungen ein Sparsnis an Baukosten und lassen die Fahrbahn hervortreten. Bei den eisernen Brücken ist die freigestützte oder die frei aufgehängte Fahrbahn jeder Anordnung überlegen. Eine verdeckte Lage der Fahrbahn ist immer unbefriedigend. Die mittlere Lage durch das Haupttragwerk und beeinträchtigt die Gesamtwirkung. Die Konstruktion soll den Verkehr möglichst wenig behindern oder einschränken. Statt die Brückenbahn über Widerlagern und Pfeilern durch Steinbauten einzusetzen, sind Verbreiterungen für die flüssige Ein- und Ausfahrt des Verkehrs und Ausweichstellen erwünscht. Da die Gesamtanordnung der tragenden und stützenden Teile von der Fahrbahn aus, sondern nur von einem Stand außerhalb des Bauwerks übersehen werden kann, sind Schaueiten für den Gesamteindruck ausschlaggebend.

Das Ingenieurbauwerk soll in die Umgebung eingeordnet werden.

Bauwerk und Umgebung müssen sich vertragen. Natur wirkt am stärksten, wo sie von Menschenhand unberührt geblieben ist. Die Bauten des Ingenieurs in freier Natur, seien es Straßen, Eisenbahnen, Kanäle, Anlagen, bedeuten immer mehr oder weniger einen Eingriff. Die Kunstbauten des Ingenieurs, seien Brücken, Tunnel, Staumauern, Kraftwerke, Bahnhöfe, treten viel mehr in der Umgebung hervor und stellen eine andre Zweckbauten des Menschen. Sie sollen deshalb eine enge Beziehung zu dieser gebracht werden, nicht fremd und störend in der Umgebung stehen, sondern unauffällig, anspruchslos und harmonisch unter Wert und Erhaltung des Landschafts- oder charaktvollen Bildes einfügen. Die Empfindung von schön und häßlich, harmonisch und störend ist nirgends so geschärft wie im freien Blick auf die Landschaft. Die Natur ist die Erzieherin, um das Auge für das Schöne und Harmonische empfindlich zu halten. Ein gewisses Maß von Schönheitsempfinden ist jedermann angeboren. Zur künstlerischen Gestaltung gehört jedoch tieferes Verständnis für ästhetische Werte, Geschmacksbildung, die nur durch Studium und Beschäftigung mit ästhetischen Fragen erworben werden kann. Nur wer die Örtlichkeit, das Landschafts- oder Stadtbild mit seinen Linien, Formen und Farben in sich aufgenommen hat, der Augenmaß und Vorstellungsgabe besitzt, um das neue Bauwerk in die Umgebung hineinzudenken, wird der Aufgabe der künstlerischen Einpassung gerecht werden.

Die Eigenart des Baustoffes soll in der Erscheinung zum Ausdruck kommen. Er gibt dem Bauwerk das besondere Gepräge. Dieses ist um so stärker, gesünder und freier, je zweckvoller man den Baustoff verwendet. Wir werten die Baustoffe nach Güte, Beständigkeit und Gestaltungsfähigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen die verschiedenen Beanspruchungen und äußeren Einflüsse. Die zweckvolle Verwendung setzt genaue Kenntnis der Eigenschaften des Baustoffes und der technischen Bearbeitungs- und Behandlungsverfahren voraus.

Für die Ingenieurbauten kommen in erster Linie die Festigkeitseigenschaften der Baustoffe in Betracht. Je höher die Festigkeit des Baustoffs, um so kleiner der Stoffaufwand, um so schwächer die Querschnitte, um so aufgelöster die Konstruktion, um so feiner und reichere Gliederung. An die Stelle der geschlossenen Masse tritt bei Holz, Eisen und Eisenbeton weitgehend aufgelöste Traggerippe. Bei Bauten aus Quader-, Bruchstein- oder Ziegelmauerwerk tritt die Gliederungsweise durch die Fugenteilung hervor. Die Linien der Fugen der Mauern, die Stoßfugen der Gewölbe und die streichen die Tragwirkung durch Ausnutzung der Druckkraft.

¹⁾ Vergl. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 1113.

zeit des Steins. Steingröße, Mauerverband, Stirn- und Fugenbehandlung sind für das Aussehen von Bedeutung. Die natürliche Tönung des Steins wirkt belebend.

Bei Steinbauten stehen die Betonbauten nahe, bei ihnen handelt es sich um die Ausnutzung der Festigkeit des Baustoffs. Aus der Herstellung des Betons durch Einstampfen, Schütten oder Gießen der weichen Betonmasse in Schalungen und Formen ergeben sich erhebliche Unterschiede der äußeren Erscheinung. Das Fehlen von Lager- und Stoßfugen bedingt den gleichartigen, einheitlichen Charakter der Betonbauten. Der unbearbeitete Beton wirkt kalt, stumpf und eintönig. Man findet aber häufig eine Verkleidung der Sichtflächen durch Putzgemäuer oder Putz. Dem Baustoff mehr entnehmend ist die Anwendung eines dichten Vorsatzbetons, mit der übrigen Masse gleichzeitig in die Schalung gebracht wird und sich vollkommen mit ihr zu einem einheitlichen Körper verbindet. Durch geeignete Auswahl der Zuschlagstoffe des Vorsatzbetons nach Korngröße und durch Wechsel der steinmetzmäßigen Bearbeitung lassen sich Kontraste erzielen und die Sichtflächen beleben. Durch die Bewehrung des Betons mit Eisen und die damit erreichte hohe Widerstandsfähigkeit der Verbundkörper gegen Biegung wurde die Anwendung des Betonbaues außerordentlich erweitert.

Die Technik des Eisenbetonbaues ist grundverschieden von der des Steinbaues. Gegenüber den massigen, dichten Stein- und Betonbauwerken wirken die Eisenbeton-Tragwerke straff und gedungen. Die Formen des Eisenbetons bieten nur geringe Möglichkeiten der Verfeinerung und der Sichtflächenbehandlung. Die Sichtflächen haben eine Bedeutung gegenüber der Form des Traggerippes.

Im Eisenbau liegt die Schwierigkeit der künstlerischen Gestaltung im Werkstoff selbst begründet. Seine Härte tritt gegenüber der Festigkeit ganz zurück. Das Material läßt sich gefühlsmäßig nicht mehr erfassen. Im aufgelösten eisernen Tragwerk fehlt Körper und Masse. Eisenkonstruktionen haben etwas Dünnes, Skelettartiges, Fleischloses an sich. Dazu kommt der eintönige Schutz gegen Rost notwendiger Anstrich. Der in der Härte des Baustoffes begründete Mangel an Flächenwirkung und die Farbhärte können jedoch nicht für das schlechte Aussehen vieler eiserner Bauwerke verantwortlich gemacht werden. Im Gegenteil darf gesagt werden, daß der Eisenbau noch lange nicht ausgeschöpfte Möglichkeiten der künstlerischen Gestaltung liegen.

Gegenüber dem Stein- und dem Eisenbau tritt das Holzbauwerk zurück. Und doch ist das Holz der bildungsfähigste und gestaltungsfähigste Baustoff. Das zeigt sich in der Vielseitigkeit der Verwendung vom rohen Gerüst zum feinsten Möbel. Holzkonstruktionen sind für Bauwerke gegen Witterungseinflüsse und wechselnde Feuchtigkeit durch Bedachung und Verschalung zu sichern. Dem Baustoff eigene Werkform kommt äußerlich selten zum Ausdruck. Wo Bauteile nicht verrotten oder verfaulen, nimmt sachgemäß behandeltes Holz nach kurzer Zeit eine durch keinen Farbanstrich zu übertreffende, durch die Natur belebte Naturfärbung an.

Die Konstruktion

Die Konstruktion ist klar und technisch einwandfrei in allen Teilen. Sie muß gleich widerstandsfähig sein. Die konstruktiven Möglichkeiten sind für jeden Bau- und Werkstoff verschieden. Die Hauptaufgabe der Konstruktion besteht darin, die auf den Bauwerk wirkenden Kräfte zuverlässig und auf dem einfachsten und natürlichsten Weg auf den Baugrund zu übertragen. Die Konstruktion besteht aus vordringenden und vorwiegend stützenden Konstruktionselementen. Durch Zusammensetzung, Verbindung und Anordnung der tragenden und stützenden Teile entsteht das Traggerippe.

Die Schwierigkeit bei neuzeitlichen Ingenieurbauwerken besteht darin, die statische Wirkung dem Verständnis der Laien näher zu bringen, der nicht nachrechnet, sondern nachempfindet. Ist die statische Wirkungsweise nicht verständlich oder gar verschleiert, so kann kein befriedigender Eindruck aufkommen. Bei den einfachsten



Abb. 3

Talbrücke der Nebenbahn Schorndorf – Welzheim

Trägerformen des Balkens und Pfostens ist die Aufgabe des Tragens und Stützens eindeutig. Bei dem Gewölbe in Stein wird auch das ungeschulte Auge des Laien die statische Wirkung erkennen. Ebenso natürlich und verständlich wirken das Tragseil oder die Tragkette bei Hängebrücken, der Tragbogen mit frei gestützter und frei angehängter Fahrbahn, das Sprengwerk und das Hängewerk. Gegenüber den vollwandigen Trägern in Holz, Eisen und Eisenbeton sind die in Netz- und Maschenwerk aufgelösten Trägersysteme der gefühlsmäßigen Beurteilung weniger zugänglich. Kommen hierzu noch Unklarheiten über die Bedeutung der Einzelteile im räumlichen Verband, so begreift man die oft beklagte Ablehnung solcher Konstruktionen als unverständlich, fremd und ungewohnt. Der Beschauer sieht eben ein Gerüst, er erkennt nicht den geistigen Gehalt. Man hat anfänglich gehofft, daß der Beschauer sich mit der Zeit an die Formsprache des Eisenbaues gewöhnen werde, und später nach offenkundigen Mißerfolgen gesagt, daß das statische Gefühl für Eisenkonstruktionen erst erzogen werden müsse. Richtiger ist zweifellos die Feststellung, daß es der Ingenieur nicht immer verstanden hat, Stoff und Form so zu meistern, daß seine Absichten auch vom Laien verstanden werden.

Was die Lösung einer Bauaufgabe vom statischen Gesichtspunkt aus anlangt, so hat das statisch bestimmte Tragwerk mancherlei Vorteile. Die Berechnung ist einfach und zuverlässig. Damit ist aber nicht gesagt, daß die Konstruktion zweckmäßig ist und die im Baustoff ruhenden konstruktiven Möglichkeiten voll ausgeschöpft sind. Je vollkommener das Zusammenwirken der Einzelglieder eines räumlichen Traggerippes, der Platten, Träger, Stützen durch steife Verspannung, d. h. biegebeste Verbindungen ist, um so günstiger ist die Lastverteilung, um so gleichmäßiger die Teilnahme der Einzelglieder an der Aufnahme und Übertragung der Last auf den Baugrund. Man erreicht damit ein größtmäßiges Widerstand mit einem Mindestaufwand an Baustoff. Darauf beruht der bahnbrechende und durchschlagende Erfolg des Eisenbetons. Die steife Rahmenkonstruktion ist die am meisten fortgeschrittene und vollkommenste Schöpfung neuzeitlicher Ingenieurkunst; sie findet neuerdings auch im Eisenbau immer mehr Anwendung und Verbreitung.

Gegenüber der gewölbten Steinbrücke mit geschlossener Massenwirkung gewinnt das aufgelöste Eisenträgerwerk durch Leichtigkeit und Eleganz der Erscheinung. Auch durch Gegensätze kann Harmonie ausgelöst werden. Bei dem Mangel an Körper, Fläche und Tönung kommt der Umrisslinie eine entscheidende Bedeutung zu. Der nach der Stützlinie geformte Bogen mit voller Wand oder Vergitterung, die natürliche Seillinie des Tragkabels oder der Tragkette, die Gurtlinien der Balkenträger bestimmen den Gesamteindruck. Neben dem Umriss ist die Untergliederung, das Stab-, Netz- und Maschenwerk zu beachten. Das Stabwerk soll in sich einfach, klar und harmonisch sein. Die Querschnitte sind sorgfältig gegeneinander abzuwägen. Die Unterteilung soll das Maßverhältnis zu den Verkehrseinheiten und zur Umgebung herstellen.

Man glaubte lange Zeit, daß das Eisengerippe allein nicht in der Lage sei, ästhetische Bedürfnisse zu befriedigen, und kam so zur Verkleidung, zur steinernen Kulisse. Heute besteht kein Zweifel, daß es möglich ist, die Eisenkonstruktionen als eigenwilliges, maßstäblich faßbares, selbständiges Gebilde künstlerisch zu gestalten. Man mußte eben im Eisenbau erst lernen, die Werkgedanken und das Kräftespiel zum erfäßbaren Ausdruck zu bringen. Man beurteilt heute die Schönheit der Eisenkonstruktion nicht mehr in ornamentaler Hinsicht, sondern nach der mehr oder weniger gelungenen Versinnlichung der Tragidee und nach der Schnittheit der Linien.

Je mehr der Ingenieur die beengende Schranke der Konstruktion und Berechnung überwindet, je mehr er den Blick für das Ganze freihält, um so eher wird er in der Lage sein, Werke zu schaffen, denen man die Schwierigkeiten des Entstehens, der Entwurfbearbeitung und Berechnung nicht mehr ansieht, die schließlich als selbstverständlich dastehen und keiner Erklärung und Begründung bedürfen.

Zweckmäßig, gediegen, sachlich, echt, wahr und gesetzlich ist immer noch nicht künstlerisch. Ein bedeutendes Ingenieurbauwerk kann als technisch-wissenschaftliche Leistung Achtung verdienen, ein kühnes, gewagtes Bauwerk sogar Staunen und Bewunderung erregen und doch ästhetisch nicht befriedigen. Selbst Rhythmus und Wohlklang der Form und geschickte Einpassung in die Umgebung genügen nicht, um die Schöpfung zum Kunstwerk zu erheben. Das alles sind nur Voraussetzungen. Das Kunstwerk entsteht erst durch die Zusammenfassung aller erfüllten Forderungen zur Einheit und Einzigartigkeit durch die Persönlichkeit des schöpferisch gestaltenden Künstlers. In der künstlerischen Gestaltung zeigt sich die Willenszusammenfassung und Sammlung, die zur Erstellung des Bauwerks geführt hat.

Die Brückenbaumeister

Die alten Meister der Baukunst waren Handwerker und Künstler. Ihnen stand noch kein wissenschaftliches Rüstzeug für die Gestaltung ihrer Bauten zur Verfügung. Dagegen besaßen sie ein durch Beobachtung, Erfahrung und Überlieferung ausgebildetes statisch-konstruktives Gefühl und hatten Sinn für gute Form. Ihre Leistungen gingen zum Teil weit über handwerkliches Können hinaus und zeugen von einer erstaunlichen Beherrschung statischer Gesetze, hervorgegangen aus der gefühlsmäßigen Erfassung des Verhältnisses von Schwere und Festigkeit, des Gleichgewichtes der angreifenden und widerstehenden Kräfte, so daß sie geradezu als Ingenieurleistungen ihrer Zeit angesprochen werden dürfen.

Im 19. Jahrhundert sind es die Ingenieurwissenschaften, die umwälzend gewirkt haben. Der Ingenieur von heute arbeitet nicht mehr gefühlsmäßig, sondern nach den Gesetzen logischen Denkens auf Grund von gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen. Die Wissenschaft bietet heute die unentbehrliche Grundlage für die Gestaltung der Ingenieurbauten.

Bei den alten Meistern bestand die Gefahr, daß das statische Gefühl trotz der Trag- und Standfähigkeit der Konstruktion überschätzt wurde. Mancherlei Irrtümer zeigen uns die Schattenseiten gefühlsmäßigen Könnens ohne wissenschaftliche Grundlagen. Bei den Ingenieuren von heute droht ein Übermaß an Theorie und Rechnung, die einseitig verstandeskritische Einstellung, die weitgehende Spezialisierung und Mechanisierung der technischen Arbeit den Blick für die Erfassung der Bauaufgabe als Einheit zu trüben, die schöpferische Gestaltungskraft zu lähmen. Ohne diese wird aber auch bei vollkommenster Beherrschung der Hilfsmittel von Wissenschaft und Technik kein Meisterwerk entstehen. Den alten Meistern ist es gelungen, das Bauen zur Kunst, die Werkform zur Kunstform, das Bauwerk zum Kunstwerk zu erhöhen. Ob wir wieder einmal zu so einheitlicher Baugesinnung, zu so geschlossenem Formenausdruck, zu einem neuen Stil gelangen werden, steht dahin. Unsere Zeit ist jedenfalls noch nicht reif und hat die Einheitlichkeit in ihrer Formenerscheinung noch nicht gefunden.

Dem persönlichen Eigenwillen des Baukünstlers sind bei Ingenieurbauwerken Schranken gesetzt. In den freien

Künsten mag das Vorrecht der Persönlichkeit, ihr in individuell gestaltenden Formen zum Ausdruck zu gen, gelten, in der angewandten Kunst und in der Ingenieurbaukunst im besonderen kann es ein Vorrecht begrenzter künstlerischer Freiheit nicht geben. Die literarische Formgebung darf den technischen Voraussetzungen nicht widersprechen.

Der Ingenieur hat sich lange Zeit gegen die spröde und ablehnend verhalten. Seine Kraft war die Arbeiten auf den ureigensten Gebieten der Berechnung und -behandlung, der Werkstoffherzeugung, der Ausbildung der Trägerarten und der Zusammenfassung, Verbindung und Fügung der tragenden, standsicheren, räumlichen Gebilden durch wissenschaftliche Forschungsarbeiten und Versuche, die Fortbildung der Werkstatttechnik und der Aufstellung und Arbeitsverfahren voll in Anspruch genommen, sich um die ästhetische Seite der Aufgabe wenig kümmert. Wohl hat es nicht an wohlgemeinten Versuchen gefehlt, seine Arbeiten künstlerisch zu beeinflussen. Versuche hatten jedoch selten Erfolg. Die Beeinflussung durch die Architekten des 19. Jahrhunderts war ästhetisch und mußte es bei der herkömmlichen Einstellung zu neuen Bauaufgaben sein; daher der Gegensatz zwischen Ingenieur und Architekt, über den so oft geklagt worden ist.

Und doch sind vereinzelt Ingenieurwerke entstanden, denen künstlerischer Wert nicht abgesprochen werden kann, trotzdem sie keine Architektenhand berührt haben. Schwierigen Ingenieurprobleme sind leider auch heute nicht — weder verstandes- noch gefühlsmäßig — zu stigen Eigentum der Architekten und Formbildner geworden. Wenn heute vielfach die Zweckform der Kunst gleichgesetzt wird, so bedeutet das einen Verzicht auf künstlerische Gestaltung. Der Gegensatz zwischen Architekt und Ingenieur wird erst schwinden, wenn der Architekt die Denkweise des Ingenieurs in sich aufnimmt und innerlich verarbeitet hat.

Die Trennung der Arbeitsgebiete zwischen Architekt und Ingenieur war eine unvermeidliche Begleiterscheinung und Folge des technischen Fortschrittes und der Arbeitsteilung. Es ist heute kaum mehr möglich, die Gebiete zu durchdringen und zu beherrschen. Die Arbeiten eines Leonardo da Vinci, eines Albrecht Dürer, eines Balthasar Neumann, die als Maler, Bildhauer, Architekt und Ingenieure Großes geleistet haben, sind von unsrer Empfindung ist nicht mehr das der Vorurteile. Unsere Bedürfnisse sind andere geworden, wir arbeiten mit anderen Mitteln. Je weiter die Arbeitsteilung fortschreitet und je intensiver die Sonderfachausbildung betrieben wird, um so wichtiger ist das Zusammenarbeiten.

Der Ingenieur stellt die Zweckmäßigkeit vor, der Architekt die Empfindung. Zweckmäßig, wahr und fundiert ist das Endziel der Zusammenarbeit. Sondererziehung streben die Kräfte auseinander zu trennen. Es gilt deshalb, schon auf den Hochschule das Verbundensein der Arbeit von Ingenieur und Architekt zu betonen, die Vereinigung zur Einheit baukünstlerischen Schaffens zu suchen.

Die Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst

Wenn wir Deutschland durchwandern, finden wir noch überraschend viele Brücken aus alter Zeit — aus der mitteralterlichen Baukunst —, die günstigen Umständen ihre Erhaltung verdanken. Allbekannt sind die ehrwürdige Donaubrücke in Regensburg (1135 bis 1146) und die Marienbrücke über den Main in Würzburg (1474 bis 1607), Abb. 1, Textbl. 7. Diese alten Brücken sind an sich schön, unübertrefflich im Hinblick auf das Gewicht der Massen und im Rhythmus der Gliederung, aber erst die Verwachsenheit mit der Umgebung macht sie zu ihrer hohen künstlerischen Bedeutung. Die Brücken sind zu organischen Bestandteilen des Landschaftsbildes geworden. Die von Halbkreisgewölben überspannten kleinen Öffnungen, die breiten, wuchtigen Pfeiler mit den stromaufwärts keilförmig vorspringenden und stromabwärts abgerundeten Unterteilen für den gehinderten Wasserabfluß weisen zwanglos und natürlich auf die Zweckbestimmung hin. Die großen

Schaechterle:

Die Gestaltung der Brücken, ein Beitrag zur Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst



Abb. 1
Marienbrücke über den Main in Würzburg



Abb. 2
Enzviadukt bei Bietigheim



Abb. 4
Grandf6-Viadukt bei Freiburg, Schweiz, nach dem Umbau

Schaechterle:

Die Gestaltung der Brücken, ein Beitrag zur Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst



Abb. 5. Rheinbrücke in Koblenz



Abb. 6. Kaiser-Wilhelm-Brücke bei Münstern



Abb. 7. Straßenbrücke über den Rhein bei Worms

Schaechterle:

Die Gestaltung der Brücken, ein Beitrag zur Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst



Abb. 8
Hohenzollernbrücke über den Rhein in Köln



Abb. 9
Straßenbrücke über den Rhein in Düsseldorf



Abb. 11
Friedrich-Ebert-Brücke in Mannheim

Schaechterle:

Die Gestaltung der Brücken, ein Beitrag zur Entwicklung der deutschen Brückenbaukunst



Abb. 10
Straßenbrücke bei Donauwörth



Abb. 15
Entwurf „Aus einem Guß“, Wettbewerb für die Rheinbrücke Köln-Mülheim



Abb. 14
Entwurf „Von Ufer zu Ufer“ (Hängebrücke), Wettbewerb für die Rheinbrücke Köln-Mülheim

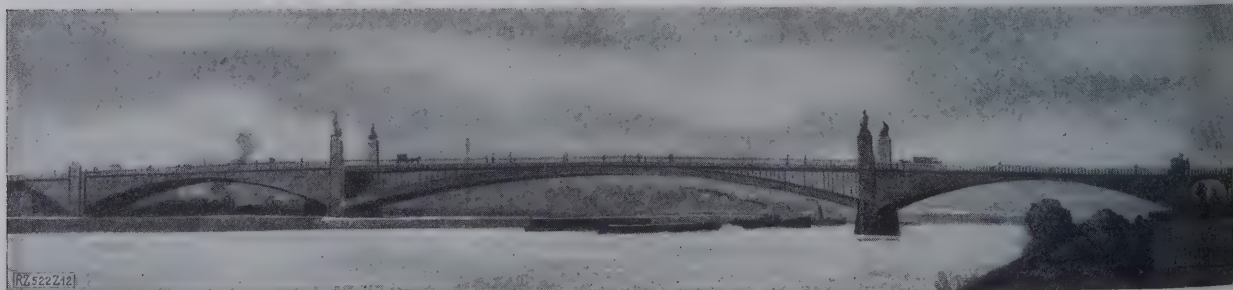


Abb. 13
Straßenbrücke über den Neckar bei Mannheim

den sind durch die Fugenteilung, Licht und Schatten natürliche Tönung des Steins belebt. Alles an diesen werken ist abgewogen und abgestimmt, voll Harmonie und im Gleichklang mit der Landschaft und den Verhältnissen der Umgebung.

Gegenüber den Steinbrücken treten die alten Holzbrücken an Zahl und an künstlerischer Bedeutung zurück. Die Konstruktion ist meist verdeckt oder nur zum Teil sichtbar. Immerhin kann man sagen, daß die Holzbrücken bei aller Dürftigkeit der Form, Ausführung und Erhaltung sich jeder Umgebung anschmiegen, nie unharmonisch, aufdringlich oder gar störend wirken.

Die alten Brücken treten immer mehr zurück hinter die große Zahl von Bauwerken für Straßen- und Eisenbahnen, die der neuzeitlichen Entwicklung des Verkehrsverkehrs ihre Entstehung verdanken.

Die ersten Eisenbahnbauten standen noch ganz im Zeichen des Holz- und Hausteinbaues. Besonders im Steinbau sind in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts Ingenieurbauwerke von bleibendem Wert und vollkommener Technik geschaffen worden. Abb. 2, Textbl. 7, zeigt den Brunnviadukt bei Bietigheim, gleich ausgezeichnet durch die Kühnheit der Konstruktion, Gediegenheit des Bauwerks, die handwerkliche Verarbeitung des Quadermauerwerks und die kunstvolle Behandlung der Sichtflächen.

Mit den Eisenbahnen kamen die eisernen Brücken. Eine Zeitlang schien es, als ob der Steinbau durch den aufstrebenden Eisenbau verdrängt würde. Man verwendete Eisenkonstruktionen auch da, wo für Steinwerke die technische Ausführungsmöglichkeit gegeben war. Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts trat der Eisenbau durch die Aufnahme und Verwendung des Eisens mit dem Eisenbau wieder in Wettbewerb.

Durch die gesteigerten Verkehrsansprüche, die Verringerung der Spannweiten und Verringerung der Baukosten lassen sich die neuen Bauaufgaben in Stein nur in seltenen Fällen konstruktiv und wirtschaftlich lösen. Der Beton ist zum vorherrschenden Baumaterial geworden. Wegen der teuren Handarbeit wurde die Verwendung von Quadermauerwerk mehr und mehr auf die Verkleidung der Sichtflächen beschränkt, z. B. bei der Prinzregentenbrücke in München und der Augustusbrücke in Dresden. Nur das Bruchsteinmauerwerk hat sich in steinreichen Gegenden und im Gebirge gehalten. Ingenieurtechnisch und künstlerisch gleich bemerkenswerte Bauwerke sind neuerdings in der Schweiz erstellt worden, wie der Landwasserviadukt der Albulabahn, und die Eisenerbrücke der gleichen Strecke.

Mit der Fortbildung der Betonbautechnik hat man gelernt, die Betonbrücken der Eigenart des Baustoffes entsprechend zu gestalten. Man wagte die Bauwerke zu bauen, wie sie aus der Schalung kommen, Abb. 3. Die sorgfältige steinmetzmäßige Bearbeitung der Sichtflächen und reicherer Zierrat würden bei der Entfernung, aus der große Bauwerke in freier Landschaft gesehen werden, nicht zur Geltung kommen. Ausnahmen sind Brücken im Stadtbild, wo die Betonung der Einzelheiten, sorgfältige Sichtflächenbehandlung und bildhauerischer Schmuck zu näherer Betrachtung herausfordern.

Auch hierfür gibt es heute zahlreiche gelungene Ausführungen, bei denen der Betoncharakter durchaus beachtet worden ist. Entscheidend für die Wirkung ist die große Form. An Stelle des Halbkreisgewölbes ist das der Stützlinie geformte Gewölbe und bei beschränkter Bauhöhe der Flachbogen getreten, mit dem man durch die Abhaltung von Gelenken bis zu einem Pfeilverhältnis von $1/10$ heruntergehen konnte. Wenn auch mit den gebräuchlichsten Formen die Schönheit des alten Steinbaues erreicht wird, so ist doch auch bei solchen, den neuen Verkehrsanforderungen entsprechenden Bauwerken künstlerische Wirkung erreichbar. Für Eisenbahnbauwerke kommen für kleine Stützweiten die Plattenbalken und Balken auf Widerlagern, die Pfeiler, Stützwände und Pfeiler, für größere Stützweiten der Bogen in Betracht. Die schlanke Bogenform, die die Abbrechung des Aufbaus, die konsolartige Auskragung

der Gehwege, die Anwendung durchbrochener Eisenbetonbrüstungen und eiserne Geländer geben der Eisenbetonbrücke ein eigenartiges, gefälliges Aussehen.

Durch Auflösung des früher auf die ganze Breite der Brücke durchgehenden Gewölbes in Bogenrippen, die über die Fahrbahn hochgezogen werden können, ist die Anwendung der Eisenbetonbauweise auch in Fällen möglich geworden, wo früher gemauerte Ausführung ausgeschlossen war. Nur in wenigen Fällen ist es jedoch gelungen, Eisenbetonbrücken mit untenliegenden, an die Tragbogen angehängter Fahrbahn künstlerisch befriedigend zu gestalten.

Die erste Zeit des Eisenbaues ist gekennzeichnet durch die Entwicklung der Grundformen der eisernen Balken-, Bogen-, Ketten- und Seilhängebrücken. Unter den ersten Eisenbrückenbauten trifft man recht ansprechende Lösungen — leichte, gefällige Bogenbrücken oder geradlinige mit vollwandigen oder vergitterten Trägern, die auf schlanken steinernen Pfeilern über mehreren Öffnungen durchlaufen. Die Erbauer zum Teil Maschinen-, zum Teil Bauingenieure oder Architekten fanden gefühlsmäßig für die neuen Eisenkonstruktionen einfache und wirksame Formen mit gut abgestimmten Maßverhältnissen.

Besonders gelungen sind die Talbrücken mit geraden Gitterbalken und oberliegender Fahrbahn, für die sich bald eine typische Form herausgebildet hat. Die gute Wirkung beruht in der klaren Trennung der tragenden und stützenden Teile. Auch da, wo an Stelle der Mauerpfeiler eiserne Gerüstpfeiler und Stützen verwendet wurden, ist durch gleichartige Wandbildung mit feiner Netzteilung ein befriedigendes Aussehen erzielt worden. Eine mustergültige Leistung zeigte der alte Grandfédaviadukt bei Freiburg in der Schweiz, der längste und höchste Viadukt des schweizerischen Bahnnetzes, 1857 bis 1862 von deutschen Ingenieuren aus Gußeisen und Schweißeisen erbaut. Das Bauwerk ist in den letzten Jahren in Eisenbeton umgebaut worden. Der Brückeningenieur Bühler hat dabei ein Bauwerk geschaffen, das das alte an künstlerischem Wert noch bedeutend überragt, s. Abb. 4, Textbl. 7.

Vorbildlich für große Strombrücken ist in Deutschland die von Lentze 1857 erbaute Gitterfachwerkbrücke über die Weichsel bei Dirschau geworden, wobei der Architekt Stüler steinerne Tor- und Aufbauten über den Widerlagern und Pfeilern als Gegengewicht gegen die starre Wagerechte des Balkentragwerks für notwendig erachtete.

Ein gelungenes Bauwerk ist die in den Jahren 1860 bis 1864 erbaute Rheinbrücke in Koblenz, Abb. 5, Textbl. 8. Die Schwingung des Bogens tritt in der Ansicht voll in Erscheinung. Das feingliedrige Stabwerk der Gitterbogen und der Aufbauten ist äußerst befriedigend, wenn auch die Überschneidung der Bogenlinie durch die Fahrbahn dem sonst klaren Eindruck etwas abträglich ist. Die Ausbildung der steinernen Strompfeiler ist gut, durch die niedriggehaltenen festungsartigen Aufbauten wird die Gesamtwirkung nicht beeinträchtigt.

In der Folgezeit tritt der Statiker für Eisenkonstruktionen mehr und mehr hervor. Auf der Suche nach statisch günstigen Trägerformen kam man vom Parallelträger zu den Parabel-, Halbparabel-, Linsen-, Fischbauch-, Trapez- und Polygonträgern. Die ingenieurmäßig entwickelten Werkformen sind an sich nicht schön und nicht häßlich. Unbefriedigend war jedoch die Art der Verwendung. Man stellte die Träger nach Art des Steinbaukastens auf Widerlagern und Pfeilern zu Brücken zusammen, höchstens, daß die Hauptöffnungen mit ihren größeren Weiten durch die Trägerhöhe hervortraten. Man kümmerte sich früher wenig um die Örtlichkeit, verwendete die gleichen Formen bei Flach- und Hochbrücken in ebener Flußlandschaft, im Hügellande und im Gebirge. In der stürmischen Entwicklungszeit ging dem Ingenieur mit der Vertiefung in die statischen und konstruktiven Aufgaben, im Kampf mit Herstellungs-, Verarbeitungs- und Aufstellungsschwierigkeiten der Blick für die künstlerische Gestaltung mehr und mehr verloren. Aus der Öde und künstlerischen Unfruchtbarkeit

dieses Entwicklungsabschnittes führte die bahnbrechende Erfindung des bayerischen Ingenieurs Gerber heraus. Durch die Gerberträger wurden die Werkformen des Brückenbaues außerordentlich bereichert. Bei der übertriebenen Scheu vor statischer Unbestimmtheit war es durch Einschalten von Gelenken wieder möglich, die Brücken über mehreren Öffnungen durchlaufend mit stetem Linienzug zu gestalten.

Man hatte aber immer noch die Empfindung, daß diese starren Eisenkonstruktionen hart und fremd in der Landschaft stehen und die Stadtbilder nicht zum Vorteil veränderten, und versuchte deshalb durch architektonisches Beiwerk den ungünstigen Eindruck zu mildern, Anschluß an das Gelände zu gewinnen, Anfang und Ende auffällig zu verdecken oder zu betonen. Torbauten, Türme, figürlicher Schmuck, Blechornamente und Wappenschilder, Standbilder gekrönter Häupter waren beliebte Mittel der Verschönerung.

Das Überwuchern der architektonischen Mittel kennzeichnet noch den fruchtbarsten Abschnitt des deutschen Brückenbaues im letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts. Er wurde eingeleitet durch den Bau der großen Bogenbrücken über den Nordostkanal (1891 bis 1894). Die Wettbewerbe für die Rheinbrücken bei Worms, Bonn, Mannheim, Köln, Ruhrort brachten wertvolle Anregungen. Flüssige Linienführung der Gurte, mustergültige Durchbildung der konstruktiven Einzelheiten sind die hervorstechenden Kennzeichen dieser Bauwerke. Die an Zweigelenbogen-Fachwerkträger aufgehängte Fahrbahn, die 1894 erstmals von Harkort vorgeschlagen wurde, fand mannigfache Nachahmung und Verbreitung. Die künstlerische Gestaltung der Großbrückenbauten stand leider nicht immer auf der Höhe der ingenieurtechnischen Leistung und hat die berechtigte Kritik berufener Kreise hervorgerufen.

Die Kaiser-Wilhelm-Brücke bei Münstertal²⁾, Abb. 6, Textbl. 8, mit einer eingespannten Bogenfachwerk-Konstruktion von 170 m Stützweite der Mittelöffnung hat Weltruf erlangt. Wir sehen ein reines Eisenwerk als Ingenieurleistung gewaltig und kühn. Aber die Schöpfer sind im Konstruktiven stecken geblieben. Das Eisengerüst wirkt starr und schwer, beinahe plump. Es ist zu weitmaschig und bildet mit seinem groben Verband einen unausgeglichene Gegensatz zu den Maßstabeinheiten der Züge und der Landschaft³⁾. Ungelöst ist die Verbindung zwischen den Turmgerüsten und den Fahrbahnträgern, die Abstützung der Fahrbahnträger auf den Bogen mit den dünnen Wandstützen zwischen den selbst den Hauptbogen erdrückenden Turmpfeilern über den Widerlagern. Geradezu hilflos und unfertig ist die Auflagerung der Fahrbahnträger an die Bogenseitel.

Die Straßenbrücke über den Rhein bei Worms, Abb. 7, Textbl. 8, ist trotz der für die Gestaltung günstigen hohen Fahrbahnlage und trotz des großen architektonischen Aufwands nicht ganz gelungen. Die Eisenkonstruktion ist uneinheitlich. Es fehlt an der Verbindung zwischen den kühn geschwungenen, vergitterten Bogen und der schweren Fahrbahn. Die dünnen Stützen in weiter Teilung und die spitz zulaufenden, leeren Bogenzwickel lassen keinen ganz befriedigenden Eindruck aufkommen. Die Fahrbahnlinie wird außerdem durch die übermächtigen Torbauten in romanischem Stil, durch Türmchen und Pfeileraufbauten durchschnitten. Die Steinkulissen sind für den Verkehr hindernd und störend. Die schweren Tortürme dieser Brücken haben aber immerhin insoweit noch eine gewisse Daseinsberechtigung, als sie die Ortswiderlager zur Aufnahme des gewaltigen Bogenschubs belasten und damit zur Standsicherheit des ganzen Bauwerks beitragen.

Der Höhepunkt falsch verstandener monumentaler Brückenbaukunst wurde bei der 1911 vollendeten Hohenzollernbrücke über den Rhein in Köln erreicht, Abb. 8, Textbl. 9, mit der, nach dem harten Ausspruch Wehners⁴⁾, eines der schönsten Stadtbilder Deutschlands verschandelt worden ist. Mit Unrecht wird der Architekt allein mit seiner mittelalterlichen Romantik für das Mißlingen des Bares verantwortlich gemacht. Der Ingenieur ist mitschuldig. Der

bei der Kölner Brücke verwendete Bogenfachwerk mit Zugband, der eine lange Zeit den deutschen Brückenbau fast ganz beherrschte, ist ein nicht ganz gelungenes Gebilde. Verführerisch sind die geschwungenen Bogengurte. Dem die Umrisslinie bestimmenden Obergurt fehlt jedoch das Widerlager. Der Endstützpunkt ist kein Ersatz, der Abschluß ist unbefriedigend. Die Umrisslinie wirkt unstet, hart und unnatürlich. Der Architekt hatte das Empfinden, daß der Bogen nicht einzeln gegliedert werden darf. Er setzte die Steinkulissen gegen und verstärkte den Eindruck des Bogens, damit in einen unlöslichen Widerspruch mit der statischen Wirkung des Gesamtsystems als Balken. Das Zugband zur Aufhebung des Bogenschubs tritt lediglich kaum in Erscheinung, so kann die Auflagerung Laien kaum verständlich gemacht werden. Gegenüber dem einfachen Balkenfachwerkträger mit parallelen Gurten wirkt das Tragwerk durch die unnatürliche Höhe größere Gewicht schwer und plump. Durch Zusammenstellung der Einzelüberbauten bei mehreren Öffnungen häufen sich die Widersprüche. Über den Mittelbogen entsteht der Eindruck, als ob die oberen Bogengurte gegeneinander stützen. Die Enden bleiben hart und ungelöst und gaben dem Architekten Veranlassung, den Ausgleich um so größere Mauermassen anzuhäufeln. Die Mängel dieses aufsehererregenden Bauwerkes sind erkannt und seitdem andre Wege zur Lösung solcher Aufgaben beschritten.

Die jüngste Entwicklung

Die Arbeiten des Deutschen Werkbundes und die Äußerungen namhafter Kunstkritiker wie M. Cohen, Wehner, Stahl, Lindner u. a. haben dazu beigetragen, die Ansichten über die künstlerische Gestaltung von Ingenieurbauwerken zu klären. Die Kulissenarchitektur ist überwunden. Die Gestaltung eines wesentlichen Fortschritt zum Sachlichen erreicht. Man hat erkannt, daß architektonisches Beiwerk nicht überflüssig, sondern der Wirkung abträglich ist, und gefunden, daß die Lösungen immer noch zu den Lösungen gehören, bei denen der Ingenieur es wagte, sein Werk verhüllt und unabhängig von herrschenden Geschmacksstilrichtungen zu zeigen. Man verlangt heute Einfachheit und Sachlichkeit der Form. Die Eisenkonstruktion ist nicht notwendiges Übel, mit der die Forderungen des Verkehrs technisch am leichtesten befriedigt werden können, sondern Mittel zu elegantester künstlerischer Gestaltung.

Wie weit wir darin in der Vorkriegszeit gekommen sind, zeigt die Straßenbrücke über den Rhein in Mannheim, Abb. 9, Textbl. 9, die zwar immer noch eine Steinarchitektur zeigt; aber diese ist schon losgelöst vom Eisentragwerk, das durchaus selbständig und sachlich gestaltet ist. Die wirtschaftlichen Verhältnisse zwingen heute, Maß zu halten in allen Dingen, unter Verzicht auf dekorativ-monumentale Architektur so einfach, so sparsam zu bauen, wie es sich eben mit der Sicherheit der Bauwerke verträgt. Die Fortschritte in Theorie und Praxis haben uns freier gemacht. Die Berechnungen kaum mehr Schwierigkeiten. Der Ingenieur ist nicht allein Erfinder und Forscher, Schöpfer neuer Formen, sondern Besizender. Der Weg ist freigemacht zur künstlerischen Gestaltung.

Welche Möglichkeiten der ansprechenden Gestaltung in dem steifen vollwandigen Balkenträger liegen, zeigt die Straßenbrücke bei Donauwörth, Abb. 10, Textbl. 10. Das Tragwerk ist der Fahrbahn untergeordnet. Die durchlaufenden Blechträger mit leichter Schwingung auf schmucklosen Pfeilern klar und einwandfrei gestaltet. Die Abmessungen sind wohl abgewogen und im Einklang mit den Maßverhältnissen der Verkehrseinheiten und der Landschaft.

Ein wohl gelungenes Bauwerk ist die neue Straßenbrücke über den Neckar in Mannheim, Abb. 11, Textbl. 11 und Abb. 12, nach der Britannia-Brücke wohl die schlaueste spannteste Vollwand-Balkenbrücke der Welt. Die Hauptträger treten auf Geländerholmhöhe über die Fahrbahn hervor und trennen diese von den durch Kon-

²⁾ Z. Bd. 41 (1897) S. 1321.

³⁾ E. Wehner, Baukunst und Ingenieurästhetik, Z. f. Eisenbau 1919.



Abb. 12

Ebert-Brücke in Mannheim, Blick auf die Fahrbahn

ten Gehwegen. Die Brückendenen sind durch schlanke Pylonen betont, die Ein- und Ausleitung des Verkehrs ist durch Erweiterung der Gehwege über den Widerlagern ermöglicht.

Zur Überbrückung größerer Öffnungen kommen auch der Blechträger Fachwerkträger in Betracht, die durch ihre Flächenwirkung geht verloren, kann aber durch die vielfältige Gliederung des Stabwerks ausgeglichen werden. Eine technisch und künstlerisch vorbildliche Lösung zeigt die neue Eisenbahnbrücke über die Elbe (Leipzig⁴⁾). Der Architekt war der Ansicht, daß im vorliegenden Falle durch eine Krümmung der Gurtlinien ein befriedigendes Brückenbild geschaffen werden könne, daß dem Schnellverkehr die der Fahrbahn gleichlaufende gerade Gurtlinie am besten entspreche, die auch der Brücke eine wesentliche Erhebung der Hauptstütze über der Fahrbahn tafel verbiete, um den freien Blick nach der Albertsburg nicht zu stören, daß die durch das Fachwerk eigentümliche Unruhe nur durch gerade Gurtführung und gekreuzte Streben mit durchgehender gleicher Neigung einigermaßen gemildert werden könne. Der Vergleich mit der alten Brücke zeigt deutlich den großen Fortschritt in der Gestaltung des Zweckbaues.

Eine in der Gesamtanordnung und in den Einzelteilen neuartige Eisenkonstruktion zeigt die Elbebrücke bei Hämerten, die in den letzten Jahren an Stelle der alten, in den Jahren 1868/1870 erbauten zweigleisigen Eisenbahnbrücke mit Schwellenrädern erstellt worden ist. Das Streben nach einheitlicher Gestaltung des Brückenbildes führte zur Anwendung gestufter Parallel-Fachwerkträger mit zentraler Auflagerung über den Pfeilern und Gelenken in den Seitenöffnungen. Das Bauwerk paßt sich gut in die flache Stromlandschaft ein. Man sieht aber aus verschiedenen Aufnahmen, daß der gestufte Träger, der in letzter Zeit Mode geworden ist, in der Hinsicht auf das Aussehen noch mancherlei Mängel aufweist. Die Umrißlinie hat namentlich in der schiefen Linie etwas Hartes und Gezwungenes.

Eine der schönsten, neueren Bogenbrücken ist die Ebertbrücke über den Neckar in Mannheim, Abb. 13, Tafel 10. Die große Mittelöffnung ist durch elastische Fachwerkträger überspannt, die Seitenöffnungen haben flache Bogenwölbe. Die durch die Verschiedenartigkeit des Bauwerks sich ergebenden Schwierigkeiten sind meisterhaft überwunden, wenn auch zugegeben werden muß, daß die einheitliche Ausführung noch besser gewirkt hätte. Die Pfosten zwischen Eisenbogen und Fahrbahn sind etwas schlaff und kraftlos geraten, die Unterbrechung der Fahrbahnlinie durch die Kandelaber wäre besser unterblieben.

Ein Meisterwerk neuzeitlicher Ingenieurbaukunst ist die Hängebrücke über den Rhein in Köln, s. Titelbild S. 213. Die Grundforderungen „freie Bahn für den Verkehr und freier Ausblick auf Strom und Ufer“ sind vollkommen erfüllt. Das Eisenbauwerk fügt sich harmonisch

in das altehrwürdige Stadtbild ein. Die Konstruktion ist von kaum übertreffbarer sachlicher Klarheit. Die Hängegurte, die auch aus der Ferne kraftvoll wirken, schwingen sich über schlanke Pylonen von Ufer zu Ufer, und bringen mit den die Fahrbahn begleitenden vollwandigen Versteifungsträgern die Bindung beider Ufer und die Überwindung des Stroms in ruhiger, sicherer und vollendeter Form zum Ausdruck. Man hat von allem Beiwerk und Zierat abgesehen, dagegen die Konstruktion in allen Teilen so gestaltet, daß die einzelnen Glieder ihren Zweck voll und ganz erfüllen und in den Formen sich der Einheitlichkeit des Brückenbildes einordnen.

Auch in der Bewältigung kleinerer Bauaufgaben sind wesentliche Fortschritte gemacht worden. Sind bei breiten Straßen Zwischenstützen ausgeschlossen, so braucht man bei der geringen zur Verfügung stehenden Bauhöhe schwere Träger, die über die Fahrbahn hinaufreichen und kaum maßstäblich in Einklang mit dem überbrückten Raum zu bringen sind. Durch die Anordnung von Zwischenstützen kann man die Träger unter die Fahrbahn legen, erreicht volle Bewegungsfreiheit auf der Brücke und eine zwangsläufige Regelung des Verkehrs unter der Brücke. Die vollwandige Ausbildung aller Teile ist gegeben. Die Gesamtgestaltung des Bauwerkes mit Widerlagern und Flügeln und die Einzeldurchbildung der Teile ist der Bedeutung des Bauwerkes im Stadtbild entsprechend ganz auf Sicht von der Straße aus anzulegen. Zierliche Aufbauten über den Widerlagern würden in unangenehmen Gegensatz zu den Eisenbahnfahrzeugen treten und im Vorbeifahren vom Zuge aus störend empfunden werden; maßgerechte Aufbauten zu den schweren Lokomotiven würden von der Straße aus ungeheuerlich erscheinen.

Eine andre, wegen der ungünstigen verkehrstechnischen Bedingungen oft recht undankbare Aufgabe ist die Überbrückung von ausgedehnten Bahnhofsanlagen. Dabei wird zu wenig beachtet, daß meist schon durch die Bedingungen großer Lichtweiten und kleiner Lichthöhen eine gute Lösung ausgeschlossen ist. Man findet viele Bauwerke, bei denen die Erbauer sich redliche Mühe gegeben haben und doch zu keinem befriedigenden Ergebnis gekommen sind. Die Eisenkonstruktion an sich ist einwandfrei durchgebildet; betrachtet man aber das Brückenbild als Ganzes, so tritt der grundlegende Mangel offenkundig zutage. Der freie Raum unter der Brücke verschwindet gegenüber dem Tragwerk, das dicht auf dem Gelände gelagerte hohe Tragwerk ist kaum verständlich. Hier sollte eine andre Lösung gesucht werden, und zwar mit gerade durchlaufenden Balken (möglichst unter der Fahrbahn) und versetzbaren Stützen, um die notwendige Bewegungsfreiheit bei Gleisänderungen unter der Brücke und Erweiterungsmöglichkeit für die Erfordernisse des Verkehrs auf der Brücke zu gewährleisten. Man erzielt damit gute Maßstabverhältnisse und außerdem nicht unbedeutende Kostenersparnisse. Unter Verwendung von Baustahl 48 oder Siliziumstahl können Spannweiten bis 80 m mit durchlaufenden, vollwandigen Kastenträgern überwunden werden, ohne daß die Konstruktion sich wesentlich über Geländerholmhöhe erhebt.

Im folgenden sei noch kurz auf den Wettbewerb für die neue Rheinbrücke bei Köln-Mülheim hingewiesen. Als Ergebnis des Wettbewerbes verdient zunächst hervorgehoben zu werden, daß der lange Zeit so beliebte Bogenfachwerk-Träger mit Zugband verschwunden ist, und daß der gestufte Träger nur in einem einzigen Nebentwurf vertreten ist, der deutlich zeigt, daß mit dieser Trägerform keine befriedigende Lösung gefunden werden kann. Es bleiben die versteifte Hängebrücke, der elastische Bogenträger mit voller Wand oder Vergitterung mit und ohne Zugband und der gerade Fachwerkbalken. In diesen altbewährten Grundformen sind technisch und künstlerisch hochstehende Entwürfe eingereicht worden. Von diesen kann der von der MAN zusammen mit Baudirektor Abel eingereichte Entwurf „Von Ufer zu Ufer“ einer vollständig in sich verspannten Hängebrücke mit vier

⁴⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 206.

⁵⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 501.

über eiserne Pylone geschwungenen Tragkabeln als zwar kostspielige, aber technisch und künstlerisch vorzügliche Lösung bezeichnet werden, Abb. 14, Textbl. 10. Bei dem vom Preisgericht zur „Ausführung in erster Stelle“ empfohlenen Entwurf „Aus einem Guß“ von Fried. Krupp A.-G., zusammen mit Prof. Peter Behrens, Abb. 15, Textbl. 10, wird der Rhein mit vollwandigen Bogen in einer 333 m weiten Öffnung überspannt. Die Großzügigkeit dieses ingenieurtechnisch hervorragenden Entwurfs verdient rückhaltlose Anerkennung, wenn auch der beherrschende Eisenbogen über der Hauptöffnung mit den kleinen Vollbogen über den Flutöffnungen nicht ganz im Einklang steht und die Eisenmassen über der

Fahrbahn aus der Nähe gesehen zweifellos schwer drückend wirken werden. Mit dem geraden Balken ließen sich die in der Aufgabe liegenden Schwierigkeiten leicht und ungezwungen lösen. Hierfür sind eine ganze Reihe von guten Vorschlägen gemacht worden, denen die Einfachheit und Anspruchslosigkeit gute Wirkung nicht abgesprochen werden kann. Vorbildlich ist der gekünstelte Übergang von den Gewölben oder Pfeilträgern der kleinen Öffnungen zum aufgelösten Pfeilwerk der Hauptöffnungen gelöst.

Man erkennt auch aus diesem Wettbewerb, daß die Entwicklung des deutschen Brückenbaus auf die Annäherung klassisch einfacher Formen hinzielt. [B 5]

Durchschlagsichere Stützenisolatoren

Von den Mittelspannungsnetzen muß bei ihrer Bedeutung für die Stromversorgung ganzer Gebiete höchste Betriebssicherheit verlangt werden. In dieser Hinsicht stellen die in den letzten Jahren entstandenen Klein-Kettenisolatoren¹⁾, die durch Einfügen weiterer Glieder jederzeit eine Verstärkung der Isolation gestatten, einen überaus wichtigen Fortschritt dar. Ihrem Einbau stehen jedoch vielfach wirtschaftliche Bedenken im Wege, besonders wenn es sich um die nachträgliche Erhöhung der Betriebssicherheit von Strecken handelt, bei denen die Maste für das Aufhängen der Leitung an Kettenisolatoren nicht hoch genug sind, so daß der Umbau einem völligen Neubau nahezu gleichkommen würde. In solchem Fall bietet sich eine Lösung durch die neuen durchschlagsicheren Stützenisolatoren mit einer im Vergleich zum Überschlagweg sehr großen Wanddicke zwischen dem Leitungsdraht und dem Stützenloch.

In Abb. 1 ist für die gleiche Betriebsspannung ein vom VDE genormter Delta-Isolator dem leichteren und schwereren Modell durchschlagsicherer Isolatoren gegenübergestellt, die von den Hermsdorf-Schomburg-Werken den VDE-Normen entsprechend für 10, 15, 20 und 25 kV ausgeführt werden. Im Gegensatz zu manchen anderen Bauarten stimmen bei diesen Isolatoren die Befestigung auf den Stützen und die Abmessungen der Stützenlöcher mit den entsprechenden Delta-Isolatoren überein. Beim Umbau von Leitungen können daher nicht nur die Maste sondern auch die alten Stützen beibehalten werden, die wegen Verrostens der Befestigungsmuttern nur schwierig und unter erheblichem Zeitaufwand von den Querarmen zu lösen sind.

Obschon bei beiden Ausführungsformen die Stützen nicht bis zur Bundrille in den Porzellankörper hineinreichen, weisen die Isolatoren eine mittlere Bruchfestigkeit von 1560 bzw. 1780 kg auf. Sie sind daher an Abspannmasten für Kupferleitungen von 35 bis 50 mm² und an Tragmasten für entsprechend größere Querschnitte verwendbar. Dabei wird infolge des weniger tiefen Eindringens der Stützen der Abstand zwischen Leitungsdraht und Querarm um rd. 5 cm vergrößert und so auch der Schutz gegen Erdschlüsse durch Fremdkörper, Vögel usw. erhöht.

Bei beiden Ausführungsformen liegen die unter Öl mit technischem Wechselstrom von 50 Hertz erzielten Durchschlagswerte über 200 kV. effektiv, so daß die Isolatoren

¹⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 1186.

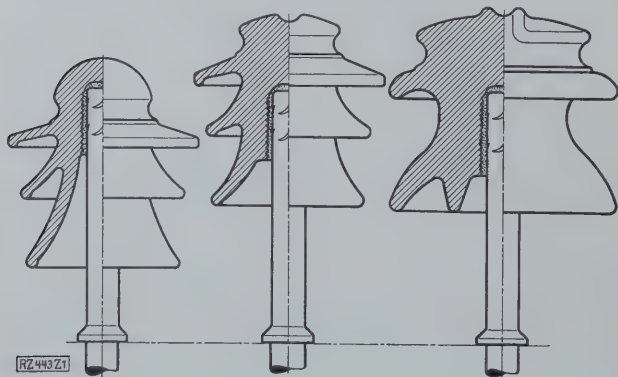


Abb. 1

Genormter Delta-Isolator (links) und durchschlagsichere Isolatoren leichter und schwerer Ausführung für gleiche Betriebsspannung unter Verwendung der gleichen Stütze

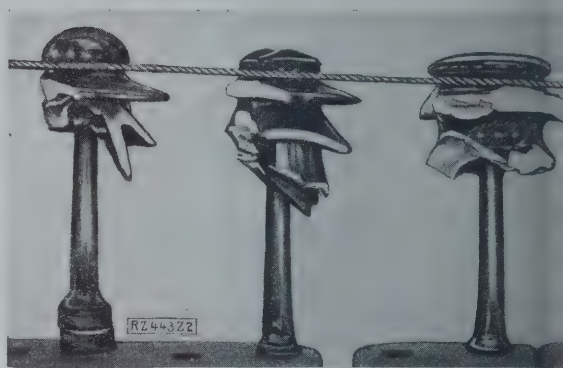


Abb. 2

Genormter Delta-Isolator (links) und durchschlagsichere Isolatoren leichter und schwerer Ausführung nach der Steinwurfprüfung

gegen Beanspruchungen mit Betriebsfrequenz unbedenklich durchschlagsicher sind. Bei den sehr eingehenden Prüfungen mit elektrischen Spannungstößen²⁾, die nach den Vorschriften des VDE mit Spannungen von 140 bis 180 kV (Scheitelwert) vorgenommen wurden, jedoch mit der erheblichen Verschärfung, daß jeder einzelne Isolator 20 Stöße, statt wie vorgesehen 20, erhielt, schlug kein einziger Isolator durch. Hierauf wurde zur Erhöhung der Beanspruchung zwischen den einen Pol der Zuleitung und der Halsrille des Isolators ein Lufttraum von einigen Zentimetern geschaltet, wodurch dem Isolator im Augenblick des Überschlages des Luftspaltes eine weit größere Spannung aufgedrückt wird. Die ersten Durchschläge traten bei 250 kV ein, also etwa bei dem doppelten Wert der Überschlagspannung nach den VDE-Leitsätzen. Die meisten Isolatoren schlugen jedoch erst bei Scheitelspannungen von 280 bis 320 kV durch oder hielten selbst dieser außerordentlichen Beanspruchung bis 330 kV und darüber stand. Infolge dieser Versuche Spannungsanstiege zu Grunde im Betriebe, wo steile Wanderwellen verhältnismäßig rasch abgeflacht werden, auch nicht annähernd auf die Isolatoren können also auch gegen Beanspruchungen mit hochfrequenten Spannungen (Wanderwellen) als durchschlagsicher angesehen werden.

Schließlich ist noch auf die außerordentlich große Widerstandsfähigkeit der durchschlagsicheren Isolatoren gegen böswillige Beschädigungen durch Steinwürfe, Fliederschüsse u. dergl. hinzuweisen. Bei einem Vergleichversuch in den Hermsdorf-Schomburg-Werken mit einer großen Zahl genormter Delta-Isolatoren und durchschlagsicherer Isolatoren, die betriebsmäßig montiert in einem Fallschuttturm einseitig mit Steinen beworfen wurden, genügten zum Durchschlagen der Mäntel bei der ersteren Bauart etwa 30 Treffer, während hierzu bei den beiden durchschlagsicheren Bauarten etwa 300 Volltreffer erforderlich waren. Aus diesen Versuchen ist nach dieser Prüfung aufgenommen, daß die beiden durchschlagsicheren Isolatoren einen längeren Isolationsweg zwischen Leitung und Stütze aufweisen als der genormte Delta-Isolator. Bei der abschließenden elektrischen Prüfung wurde daher auch bei den durchschlagsicheren Isolatoren eine höhere Trockenüberschlagspannung bei dem Delta-Isolator von 36 000 V gegenüber 55 000 bzw. 58 000 V bei den durchschlagsicheren Isolatoren ermittelt. [M 443]

Hermsdorf i. Th.

Walli

²⁾ Z. Bd. 63 (1924) S. 862 u. 70 (1926) S. 1187.

Über schädliche Schwungmassen bei Drehschwingungen

Von Dr. techn. Fredrik Vogt, Trondhjem

In diesem Aufsatz wird gezeigt, daß alle Schwungmassen zwischen null und einem gewissen Grenzwert im Schwungrad einer Kolbenmaschine auf den Gang des Stromerzeugers unmittelbar schädlich wirken können.

In den vielen wertvollen Arbeiten über Drehschwingungen bei Kolbenmaschinen, die in der letzten Zeit erschienen sind¹⁾, ist die Frage der günstigsten Schwungradgestaltung von anderen Aufgaben etwas zurückgedrängt worden. Es ist zwar allgemein bekannt, daß z. B. eine Kolbenmaschine mit Stromerzeuger am besten arbeitet, wenn die gesamte erforderliche Schwungmasse in den Stromerzeuger eingebaut ist. Diese Anordnung erfordert jedoch meist Sonderbauarten von Stromerzeugern, so daß man das besondere Schwungrad zwischen Maschine und Stromerzeuger häufig bevorzugt. Die Bemessung der Teile erfolgt dann so, daß die kritischen Drehzahlen 3. um wenigstens 15 bis 25 vH von der Betriebsdrehzahl entfernt sind.

Nach Untersuchungen an ausgeführten Anlagen scheint es als ob auch anerkannte Fabriken nicht davon unterrichtet seien, daß Schwungmassen unmittelbar schädlich wirken können, auch wenn die kritische Drehzahl wesentlich höher liegt, indem der Stromerzeuger ruhiger läuft und die Drehspannungen der Welle geringer werden, wenn man das Schwungrad ganz entfernt, trotzdem die Maschine eine ziemlich geringe Schwungmasse hat. Bei dem oben gegebenen Zahlenbeispiel entsprechen die Grenzen, die das Schwungradmassen schädlich wirkt, kritischen Drehzahlen von +86 und -7 vH der Betriebsdrehzahl.

Ein Beispiel lieferte vor kurzem eine Vierzylinder-Zeitakt-Dieselmachine mit Schwungrad und Stromerzeuger. Bei den Übergaberversuchen schwankte die Stromspannung so stark, daß das Licht unruhig wurde. Die Anlage wurde deshalb nicht abgenommen. Der Lieferer ersetzte das Schwungrad durch ein anderes mit knapp 4 vH des ursprünglichen Schwungmoments GD^2 , da Berechnungen und Versuche zeigten, daß beim ersten Schwungrad die Frequenz der Eigenschwingungen ersten Grades nur um wenige vH geringer war als die Frequenz der vier Hübe bei einer Umdrehung. Besondere Untersuchungen zeigten, daß die Ursache der Störungen nicht im Stromerzeuger ausgegangen war.

Mit dem neuen Schwungrad wurde die kritische Drehzahl bis auf rd. 14 vH über der Betriebsdrehzahl erhöht. Auch nach dem Umbau war aber das Licht zu unruhig und zeigte vier wiederkehrende Schwankungen während einer Umdrehung. Berechnungen, die durch Versuche bestätigt wurden, zeigten dann, daß der Betrieb ohne Schwungrad einen geringeren (günstigeren) Ungleichförmigkeitsgrad des Stromerzeugers ergab, und daß bei den vorliegenden Abständen und Wellenabmessungen jede Schwungmasse zwischen Maschine und Stromerzeuger schädlich wirkte, wenn sie nicht mindestens etwa doppelt so groß wie die ursprüngliche Schwungmasse war. Für solche Fälle gibt es keine andern Möglichkeiten, einen ruhigen Gang zu erreichen, als Umbau der Welle, allenfalls mit Einschalten einer nachgiebigen Kupplung, Anwendung eines sehr großen Schwungrades oder Einbau der erforderlichen Schwungmasse in den Stromerzeuger.

Die nachstehende Untersuchung befaßt sich mit solchen „schädlichen Schwungmassen“ in einem Rade, wenn beliebig viele Schwungmassen elastisch verkettet sind. Liegt die Frequenz der erzwungenen Schwingungen nicht allzu fern von der Frequenz der freien Eigenschwingungen, so ist bekanntlich die Dämpfung zumeist wenig Einfluß auf die Amplitude der Schwingung. Da hier insbesondere nicht die Verhältnisse bei vollkommener Resonanz untersucht werden, scheint es daher unbedenklich, sich auf reibungslose Systeme zu beschränken. Bedenklicher ist die Beschränkung auf eine erregende Kraft, die durch eine harmonische Funktion der Zeit gegeben ist. Es ist jedoch leicht, die Untersuchungen auf beliebige periodische Kraftfunktionen auszudehnen.

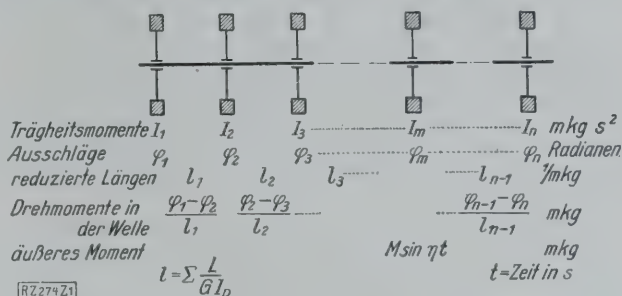


Abb. 1
Darstellung eines Systems mit n Rädern

Mit den in Abb. 1 erklärten Bezeichnungen werde also ein elastisch schwingendes reibungsfreies System betrachtet, dessen Räder mit den Trägheitsmomenten I_1, I_2, \dots, I_n durch Wellenstücke mit den reduzierten Längen l_1, l_2, \dots, l_{n-1} verbunden sind. Der Ausschlag eines Rades, aus der Gleichgewichtslage gerechnet, sei im Bogenmaß φ . Das einzige äußere Moment, womit hier gerechnet wird, ist das an einem bestimmten Rad m (der Maschine) angreifende Moment $M \sin \eta t$, wodurch die Drehschwingungen erzeugt werden. Führt man die Längen $l_0 = l_n = \infty$ ein, so sind die Bewegungsgleichungen für alle Räder bei $i = 1, 2, \dots, n$:

$$I_i \varphi_i'' = \frac{\varphi_{i-1} - \varphi_i}{l_{i-1}} - \frac{\varphi_i - \varphi_{i+1}}{l_i} \quad \text{für } i \leq m \quad (1a);$$

hierzu kommt

$$+ M \sin \eta t \quad \text{für } i = m \quad (1b).$$

Durch Summieren dieser Gleichungen von $i = 1$ bis $i = r$ folgt

$$\varphi_{r+1} = \varphi_r + l_r \sum_{i=1}^r I_i \varphi_i'' \quad \text{für } r < m \quad (2a);$$

hierzu kommt

$$- l_r M \sin \eta t \quad \text{für } r \geq m \quad (2b).$$

Nach und nach lassen sich so alle Größen φ durch φ_1 ausdrücken

$$\left. \begin{aligned} \varphi_2 &= l_1 I_1 \varphi_1'' + \varphi_1 \\ \varphi_3 &= l_1 l_2 I_1 I_2 \varphi_1''' + [(l_1 + l_2) I_1 + l_2 I_2] \varphi_1'' + \varphi_1 \end{aligned} \right\} \quad (3a)$$

usw. Von φ_{m+1} ab kommt dazu ein Glied $M \sin \eta t$ mit einem Faktor

$$\left. \begin{aligned} \varphi_{m+1} &= -l_m M \sin \eta t \\ &\quad + \text{Glieder der früheren Art} \\ \varphi_{m+2} &= -[l_m l_{m+1} I_{m+1} (-\eta^2) + (l_m + l_{m+1})] M \sin \eta t + \dots \end{aligned} \right\} \quad (3b)$$

usw. Werden alle Gleichungen (1) von $i = 1$ bis $i = n$ summiert, so ist

$$\sum_{i=1}^n I_i \varphi_i'' = M \sin \eta t \quad (4).$$

Werden alle Größen φ_i in Gl. (4) nach Gl. (3) durch φ_1 ausgedrückt, so erhält man die Differentialgleichung für φ_1

$$a_0 \varphi_1^{(2n)} + a_2 \varphi_1^{(2n-2)} + \dots + a_{2n-2} \varphi_1'' = R_1 M \sin \eta t \quad (5),$$

die durch das partikuläre Integral (die erzwungene Schwingung)

$$\varphi_1 = A_1 \sin \eta t \quad (6)$$

gelöst wird. Die Amplitude dieser Schwingung ist

$$A_1 = \frac{R_1 M}{a_0 (-\eta^2)^n + a_2 (-\eta^2)^{n-1} + \dots + a_{2n-2} (-\eta^2)} \quad (7)$$

¹⁾ Vergl. z. B. Quellennachweis in „Drehschwingungen in Kolbenmaschinenanlagen“ von Dr.-Ing. Hans Wydlor, Berlin 1922, Julius Springer.

Die Beiwerte der Ableitungen von φ_1 in Gl. (3) sind in den Formeln für φ_i als Summen von potenzfreien Produkten von l_1 bis l_{i-1} und I_1 bis I_{i-1} in verschiedenen Verbindungen gebildet. Ist dies für alle Größen i bis $i=r$ der Fall, so folgt aus Gl. (2), daß das Gleiche auch für $i=r+1$, also für alle Größen eintreten muß. Entsprechend hat das Produkt $I_i \varphi_i''$ Beiwerte für die Ableitungen von φ_1 , die in derselben Weise aus l_1 bis l_{i-1} und I_1 bis I_i gebildet sind. Die Summe dieser Produkte in Gl. (4) liefert folglich Beiwerte a in Gl. (5), die Summen von potenzfreien Produkten von l_1 bis l_{n-1} und I_1 bis I_n sind. Das Wesentliche ist hier, daß keine dieser Größen in höherer als der 1. Potenz vorkommt; der Nenner von Gl. (7) ist also z. B. vom Trägheitsmoment I_s des Schwungrades linear abhängig.

Von Gl. (3b) ausgehend, findet man in ganz ähnlicher Weise, daß der Beiwert R_1 und daher der Zähler in Gl. (7) von η und den Größen l_m bis l_{n-1} und I_m bis I_n abhängt, also nur von Abmessungen rechts vom Rad m in Abb. 1; auch diese Größen treten nur in der 1. Potenz auf.

Wird nicht die Schwingungsamplitude A_1 des äußeren Rades, sondern die Amplitude A_g des Rades g (des Stromerzeugers) gesucht, so führt man φ_1 in die Gl. (3) für φ_g ein und findet

$$\varphi_g = A_g \sin \eta t = \mu_g A_1 \sin \eta t,$$

wobei die Amplitude

$$A_g = \mu_g A_1 = \frac{\mu_g R_1 M}{a_0 (-\eta^2)^n + a_2 (-\eta^2)^{n-1} + \dots + a_{2n-2} (-\eta^2)} \quad (8)$$

ist und

$$\left. \begin{aligned} \mu_2 &= l_1 I_1 (-\eta^2) + 1 \\ \mu_3 &= l_1 l_2 I_1 I_2 (-\eta^2)^2 \\ &\quad + [(l_1 + l_2) I_1 + l_2 I_2] (-\eta^2) + 1 \text{ für } g \geq m \\ &\text{ usw.} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Auch μ_g enthält also, abgesehen von Potenzen von η , nur erste Potenzen von l_1 bis l_{g-1} und I_1 bis I_{g-1} .

Die Ungleichförmigkeit des Rades g wird, wenn ω_0 die mittlere Winkelgeschwindigkeit ist,

$$\delta g = \frac{\varphi'_{g \max} - \varphi'_{g \min}}{\omega_0} = 2 \frac{\eta}{\omega_0} |A_g| \dots \quad (10).$$

Mit Hilfe dieser Formeln kann man untersuchen, welchen Einfluß eine Änderung im Trägheitsmoment I_s des Schwungrades auf den Gang des Stromerzeugers hat. Die Räder bezieht man so, daß $g < m$ ist, und betrachtet den Fall, wo das Schwungrad zwischen Maschine und Stromerzeuger liegt oder starr mit Maschine oder Stromerzeuger verbunden ist, also $g < s < m$. Dann kommt I_s weder in μ_g noch in R_1 vor, der Zähler in Gl. (8) ist also von I_s unabhängig. Wie früher erwähnt, ist dagegen der Nenner in Gl. (8) von I_s linear abhängig. Nach Ordnung der Glieder kann man daher Gl. (8) auf die Form bringen

$$A_g = \frac{c}{1 - \frac{I_s}{I_{\text{krit}}}} \dots \quad (11),$$

wobei c und I_{krit} zwei von I_s unabhängige Größen sind, die positiv, negativ oder gleich null sein können (vergl. Beispiel unten). I_{krit} bezeichnet einen kritischen Wert von I_s .

Ist I_{krit} eine endliche positive Größe, so ist es physikalisch immer möglich, $I_s = I_{\text{krit}}$ zu wählen. Abgesehen von

$c = 0$ (Stromerzeuger im Knotenpunkt der Schwingung) wird dann die Schwingungsamplitude des Stromerzeugers in einem reibungsfreien System unendlich groß. Bleibt die Drehzahl der Maschine und damit η unverändert, so spielt I_{krit} dieselbe Rolle wie die kritische Drehzahl bei einer gegebenen Maschine mit veränderlicher Drehzahl: Setzt man $I_s = I_{\text{krit}}$ wird, nimmt die Frequenz einer der freien Schwingungen denselben Wert an, wie die des die Schwingung erzeugenden Moments. Jedem Wert von η entspricht nur ein bestimmter Wert von I_{krit} .

Ist das Trägheitsmoment des Schwungrades $I_s = 0$ wird die Schwingungsamplitude des Stromerzeugers A_g unendlich groß. Wird I_s größer und ist I_{krit} positiv, so wird die Amplitude absolut gerechnet, immer größer bis $I_s = I_{\text{krit}}$ ist; von dort nimmt die Amplitude ab, erreicht aber erst mit $I_s = 2 I_{\text{krit}}$ den ursprünglichen Wert c . Für diese Schwingung kann daher gesagt werden: Können bei einem gegebenen Trägheitsmoment $I_s = I_{\text{krit}}$ des zwischen Maschine und Stromerzeuger eingebauten Schwungrades Resonanzschwingungen im Stromerzeuger auftreten, so ist jedes Trägheitsmoment zwischen null und $2 I_{\text{krit}}$ schädlich für den ruhenden Gang des Stromerzeugers, vorausgesetzt, daß das Schwingung erzeugende Moment eine harmonische Funktion der Zeit ist. Erst bei $I_s > 2 I_{\text{krit}}$ wird das Schwungrad nützlich.

Ist I_{krit} negativ, so nimmt nach Gl. (11) die Schwingungsamplitude des Stromerzeugers immer ab, wenn das Trägheitsmoment des zwischen Maschine und Stromerzeuger liegenden Schwungrades zunimmt; das Schwungrad ist also immer nützlich. Liegt das Schwungrad nicht zwischen Stromerzeuger und Maschine, so tritt I_s in μ_g oder R_1 linear auf, und der Zähler in Gl. (8) hängt von I_s linear ab. Dieser Fall hat aber nur geringes praktisches Interesse.

Die reduzierten Längen l treten in der Amplitudengleichung in ähnlicher Weise wie die Trägheitsmomente auf; die Änderung einer bestimmten reduzierten Länge (Änderung der wirklichen Länge oder des Durchmessers) führt auf ähnliche Schlüsse wie die Änderung eines Trägheitsmomentes.

Ist das die Schwingung erzeugende Moment durch eine harmonische Analyse in mehrere harmonische Komponenten zerlegt, so liefert jede davon ihren Beitrag zur Schwingung des Stromerzeugers; diese Beiträge können verschiedene Amplituden, Phasen und Frequenzen haben. Wegen ihrer Größe bestimmt meist diejenige Komponente die Wirkung einer Schwungmasse, die dieselbe Frequenz wie das Kolbenspiel hat, wenn von der vollständigen Resonanz abgesehen wird.

Zahlenbeispiel. In dem Dreimassensystem Abb. 2, erzeugt das Moment $M \sin \eta t$ der Maschine Schwingungen des Stromerzeugers mit der Amplitude

$$A_g = A_1 = \frac{c}{1 - \frac{I_2}{I_{\text{krit}}}},$$

wobei

$$c = \frac{M}{\eta^2 [(l_1 + l_2) I_1 I_3 \eta^2 - (I_1 + I_3)]}$$

und

$$I_{\text{krit}} = \frac{(l_1 + l_2) I_1 I_3 \eta^2 - (I_1 + I_3)}{l_1 l_2 I_1 I_3 \eta^4 - (l_1 I_1 + l_2 I_3) \eta^2 + 1}.$$

Ist $M = 600 \text{ mkg}$ und $\eta = 4 \omega_0 = 40 \pi \text{ 1/s}$, so wird die Schwingungsamplitude

$$A_1 = \pm \frac{0,000960}{1 - \frac{I_2}{130,65}},$$

und jedes Trägheitsmoment des Schwungrades zwischen $I_2 = 0$ und $I_2 = 2 I_{\text{krit}} = 261,3 \text{ mkg s}^2$ ist für den ruhenden Gang des Stromerzeugers schädlich. Mit $I_2 = 0$ wird $A_1 = 233,5$ oder um 86 vH größer als $\eta = 40 \pi$. Mit $I_2 = 2 I_{\text{krit}}$ wird $\eta_{\text{krit}} = 117,4$ oder um 7 vH geringer als $\eta = 40 \pi$.

Wirkt auf die Maschine z. B. das Moment $M = [600 \sin(4 \omega_0 t) + 200 \sin(8 \omega_0 t) + 100 \sin(12 \omega_0 t)]$

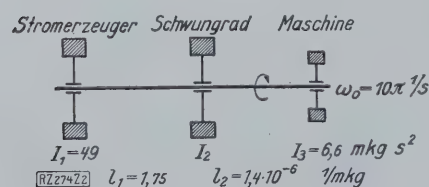


Abb. 2
System mit drei
Rädern

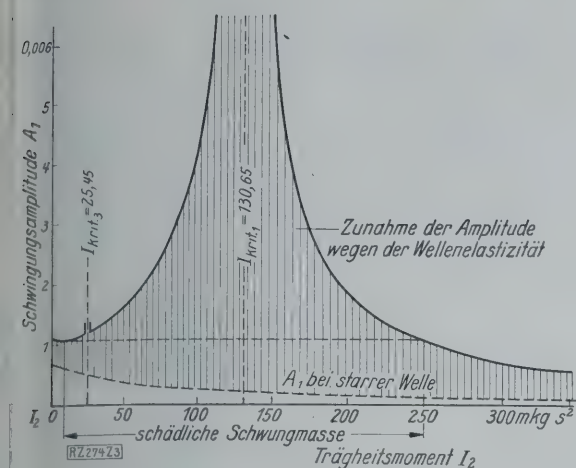


Abb. 3

Schwingungsamplitude des Stromerzeugers als Funktion vom Trägheitsmoment des Schwungrades

so folgen die Schwingungen des Stromerzeugers der Gleichung

$$\varphi_1 = -\frac{0,000\,960}{1 - \frac{I_2}{130,65}} \sin(4\omega_0 t) + \frac{0,000\,362}{1 + \frac{I_2}{4,76}} \sin(8\omega_0 t) + \frac{0,000\,008}{1 - \frac{I_2}{25,45}} \sin(12\omega_0 t).$$

Mit $I_2 \sim 25,45 \text{ mkg s}^2$ tritt Resonanz mit dem dritten Gliede der Momentengleichung auf; für andere Werte von I_2 spielt dieses Glied keine Rolle. Das zweite Glied ändert für große Werte von I_2 die Schwingungsamplitude nur wenig, für kleine Werte von I_2 wird die Amplitude durch dieses Glied ein wenig vergrößert. Auch die Abgrenzung des für I_2 schädlichen Gebiets wird dadurch ein wenig verändert. In Abb. 3 ist die entsprechende Schwingungsamplitude als Funktion von I_2 dargestellt. Die gewöhnliche Berechnung des Ungleichförmigkeitsgrades einer Maschine setzt voraus, daß die Welle starr ist. Die entsprechende Schwingungsamplitude ist in Abb. 3 auch angegeben; es zeigt sich, daß die übliche Berechnung ganz falsche Ergebnisse liefert.

[B 274]

(meinschaftssitzung der Fachausschüsse des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute

Zwei äußerst bemerkenswerte Vorträge wurden in dieser Sitzung, die am 22. Mai 1927 in Düsseldorf stattfand, gehalten.

Dr. C. Krauch, Direktor der J.-G. Farbenindustrie G., Ludwigshafen, sprach über

technische und wirtschaftliche Betrachtungen über Kohleveredlung unter besonderer Berücksichtigung der Hochdruckverfahren.

Die Überführung der Kohle in flüssige Brennstoffe, in weiterem Sinn aber auch die Gewinnung von Düngemitteln aus Luftstickstoff mittels der Ammoniaksynthese haben als Kohleveredlung zu gelten, da die Kohle der einzige kostengünstige Ausgangsstoff ist. Zahlreiche technische Verbesserungen bei der Synthese des Ammoniaks nach dem Verfahren von Haber-Bosch, sowie bei der Weiterverarbeitung des Ammoniaks auf die verschiedenen Stickstoff-Düngesalze, die die J.-G. Farbenindustrie in den Handel bringt, haben dazu beigetragen, daß die Preise wesentlich unter die Vorkriegspreise gesenkt wurden und daß der Verbrauch an Stickstoff durch die Landwirtschaft bedeutend gestiegen ist.

Die verschiedenen Verfahren zur Verflüssigung der Kohle wurden dann einzeln behandelt. Ausgehend von dem Verfahren der trockenen Destillation von Steinkohle und Anthrazit erörterte der Vortragende die Untersuchungen der Badischen Anilin- und Sodafabrik, bei denen mittels Katalysatoren flüssige Erzeugnisse aus der Kohle hergestellt werden. Sie führten zur Methanolsynthese, zur Gewinnung von höheren Alkoholen und von Kohlewasserstoffen als Reaktionsstoffe. Auf diesem Gebiete liegen auch die Arbeiten von Prof. Fischer. Aussichtsreicher erscheinen jedoch die Verfahren der unmittelbaren Hydrierung der Kohle. Durch die Arbeiten von Prof. Bergius wurde der Beweis erbracht, daß elementarer Wasserstoff an Kohle verschiedener Herkunft angelagert werden kann und daß hierbei in der Hauptsache flüssige Erzeugnisse entstehen. Bei dem Verfahren der J.-G. Farbenindustrie, das jetzt in einer auf dem Gelände der Leuna-Werke im Bau befindlichen Anlage in größerem Maßstab erprobt werden soll, kann man durch Verwendung verschiedenartiger Katalysatoren verschiedene flüssige Erzeugnisse erhalten.

Die für die Eisenhüttenindustrie wichtige Frage

Gasmaschine oder Dampfturbine

wurde von zwei Rednern behandelt. Dir. E. Hinderer, Leuna, behandelte die Entwicklung der Gasmaschine von ihren ersten Anfängen bis zu den heutigen Großgasmaschinen mit Kühlung und Abhitzeverwertung. Er ging dabei auf den Wärmeverbrauch der Gasmaschine und der Dampfturbine ein und behandelte die Wirtschaftlichkeit der Maschinenarten an mehreren Beispielen, indem er

die Betriebs-, Kapital- und Wärmekosten berücksichtigte. Aus einer Übersicht über die im letzten Jahrzehnt aufgestellten Gasmaschinen und Dampfturbinen ging hervor, daß sich bis heute in den deutschen Hüttenwerken die Dampfturbine gegenüber der Gasmaschine noch nicht durchgesetzt hat, daß man sie aber in erhöhtem Maße zum Spitzenausgleich und zur Bereitschaft heranzieht. Die Gasmaschine wird für den Antrieb von Gebläsen, Kompressoren und umlaufenden Pumpen im alten Umfang verwendet, in der Verwendung als Antriebsmaschine für die elektrische Kraftherzeugung ist ihr jedoch in der neuzeitlichen Dampfturbine eine Wettbewerberin entstanden.

Dir. Dr.-Ing. H. Wolf, Duisburg, sprach über die Entwicklung der Dampfturbine. Mit dem Ausbau der Hüttenkraftwerke zu Großkraftwerken tritt die Dampfturbine als Großkraftmaschine auch für die Eisenhüttenwerke in den Vordergrund, besonders da der Dampftrieb in den letzten Jahren sehr große Fortschritte gemacht hat. Bei den Dampfkesseln hat man die Leistungen gesteigert und den Wirkungsgrad bedeutend verbessert. Bei den Turbinen hat man Druck und Temperatur des Dampfes erhöht, durch Vorwärmen des Speisewassers mit Hilfe von Anzapfdampf den thermischen Wirkungsgrad verbessert, die Leistungen erhöht, den Platzbedarf verringert und für die Gesamtanlage die Anlagekosten vermindert.

In der Großkraftherzeugung nimmt die Dampfturbine heute eine überragende Stellung ein. Die außerordentliche Steigerung der Leistung in der einzelnen Maschine hat jedoch für die Eisenhüttenwerke zur Zeit nur begrenzte Bedeutung, es sei denn, daß man die Kraftwerke benachbarter größerer Hütten zusammenfaßt und sie zu einem Großkraftwerk ausbaut. Die deutsche Entwicklung im Dampfturbinenbau während der letzten 20 Jahre zeigt eine Steigerung des Dampfdruckes von 15 auf 40 at und der Dampftemperaturen von 300 auf 425 °; der Dampfverbrauch hat sich von 10 auf weniger als 4 kg/kWh verringert. Die Leistung, bezogen auf 1 m² Grundfläche, ist von 150 auf 700 kW und die Leistung der Einzelgruppe von 5000 auf 70 000 kW gestiegen. Sollte es der Technik gelingen, durch Steigerung des Dampfdruckes den Wärmeverbrauch auf den der Gasmaschine herabzumindern, so wird der Dampfkraftbetrieb wirtschaftlicher. [N 730] Gw.

Kompressoren für große Kälteleistungen

Berichtigung

In diesem Aufsatz sind auf S. 1148 die Unterschriften der Abbildungen infolge eines Versehens vertauscht worden. Unter Abb. 12 muß es heißen: a Verdampf-Temperatur — 20 °, b Verdampf-Temperatur — 15 °, und unter Abb. 13 muß es heißen: a Verdampf-Temperatur — 10 °, b Verdampf-Temperatur — 5 °. [N 748]

Entsandungsanlagen für Wasserkraftwerke

Von Ingenieur J. Büchi, Zürich

Durch eine zweckmäßige und zuverlässige Entsandung von Wasserkraftanlagen wird nicht nur die Abnutzung der Turbinen verringert, sondern es werden auch die übrigen Wasserwerkteile geschont, und die Fließgeschwindigkeit des Wassers in den Kanälen kann gesteigert werden, ohne daß ein Angriff der Wandungen und der Sohle zu befürchten ist — Die Versandung von Staubecken kann verlangsamt werden — Anlagen nach der Bauart des Verfassers, bei denen der Sand in einzelnen parallelen Kammern dank einer Beruhigungsvorrichtung und einer Abzugsvorrichtung für das gereinigte Wasser auf die Sohle abgesetzt und von dort in regelmäßigen Zwischenräumen abgeschwemmt wird — Nachweis für die Leistungsfähigkeit auf Grund von Abnahmeversuchen

Ein wesentlicher Bestandteil der Wasserfassungen, besonders bei Hochdruckwerken, sind die Entsandungsanlagen. Der Sand soll aus dem Betriebswasser entfernt werden, damit der rasche Verschleiß der Turbinen verhindert wird: Bei ungenügender Entsandung können diese Kosten der Turbinenabnutzung, abgesehen

von den lästigen Betriebsstörungen, die durch die wendige Auswechslung der beschädigten Turbinen bedingt werden, erhebliche Beträge erreichen.
Auch für die möglichst lange Lebensdauer der übrigen Bauwerkteile, wie z. B. des Verputzes in den Zuleitungskanälen und Stollen, der Überlaufleitungen und

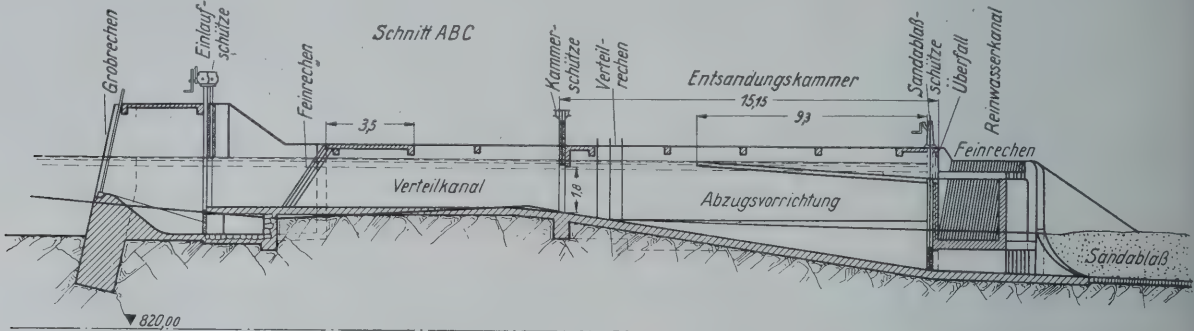
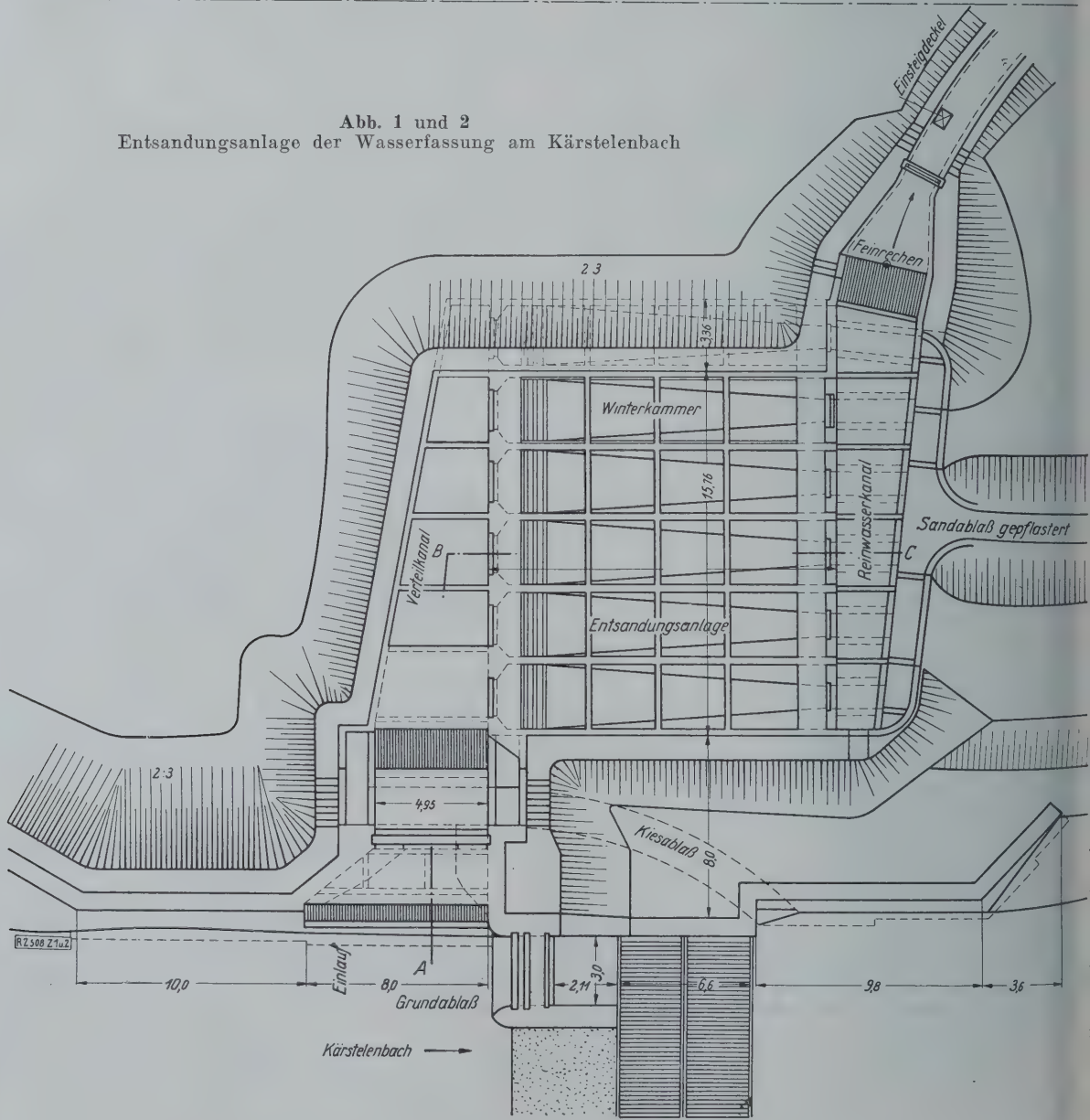


Abb. 1 und 2
Entsandungsanlage der Wasserfassung am Kärstelenbach



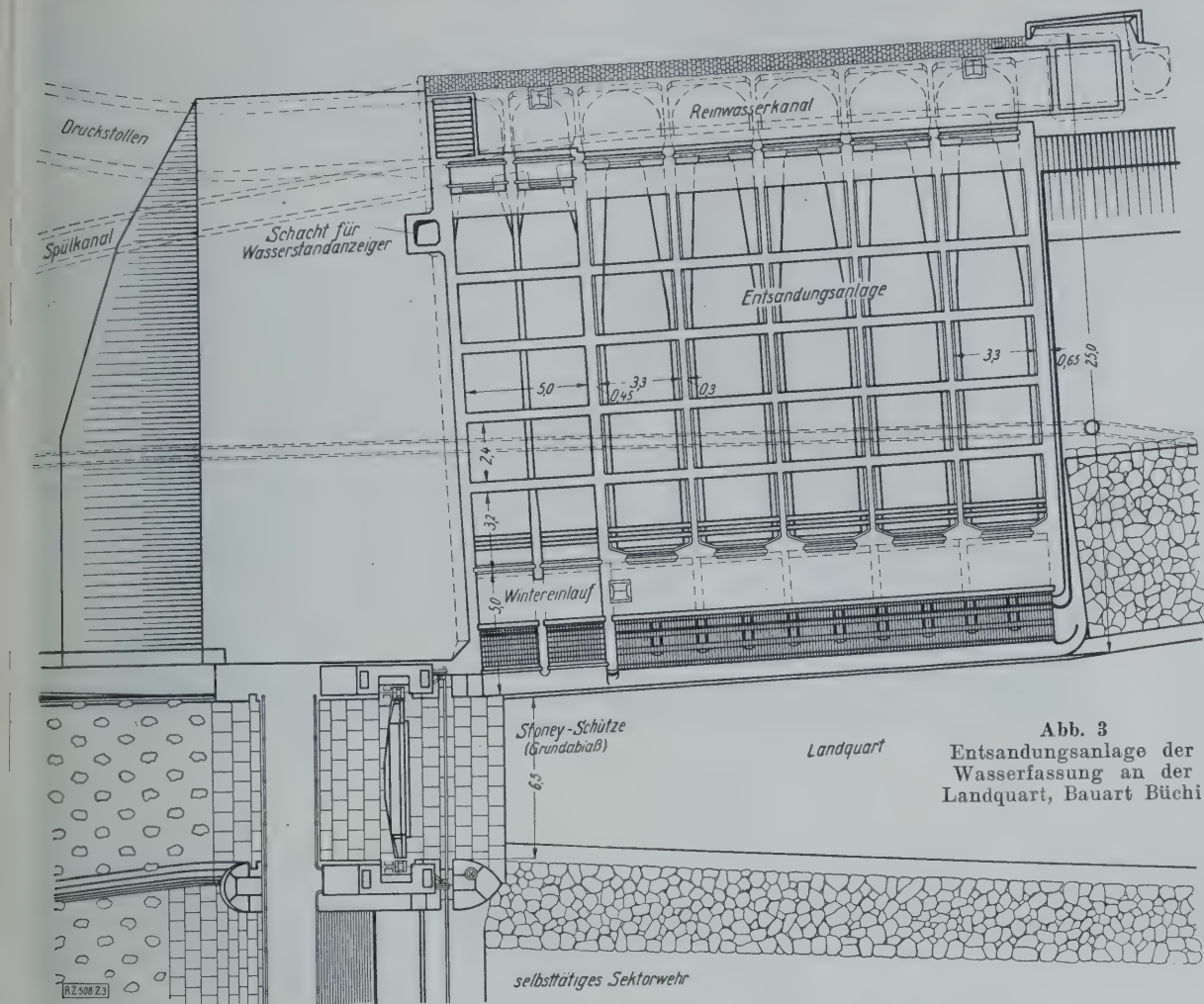


Abb. 3
Entsandungsanlage der
Wasserfassung an der
Landquart, Bauart Büchi

Leitungen, ist es bei den heute üblichen großen Umlaufgeschwindigkeiten wichtig, daß der Sand vor dem Eintritt des Wassers in diese Kanalteile ausgeschieden wird. Eine gute Entsandung erlaubt dann, die Geschwindigkeit in den Kanälen und Stollen bei Hochdruckanlagen zu steigern und so durch Verkleinerung der Querschnitte der Kanäle und Stollen in den Anlagekosten Ersparnisse zu erreichen. Bei Werken mit Staubecken kann dadurch, daß an geeigneter Stelle dem Staubecken eine Entsandungsanlage vorgeschaltet wird, das Versanden des Seiches verhindert oder doch wesentlich verlangsamt werden.

Je größer das Druckgefälle einer Wasserkraftanlage um so bedeutender ist unter sonst gleichen Verhältnissen die abschleifende Wirkung des Sandes auf die Turbinen. Dementsprechend sollte bei höheren Gefällen die Entsandung weitergehen. Dabei lassen sich trotzdem in diesen Fällen Entsandungsanlagen mit verhältnismäßig geringen Kosten errichten, da es sich hierbei gewöhnlich um verhältnismäßig kleine Betriebswassermengen handelt. Früher sind Entsandungsanlagen meistens als kleine oder größere offene Klärbecken gebaut worden, aus denen der Schlamm und Sand durch Schützen in bestimmten Zeitabständen mehr oder weniger gut abgeschwemmt werden konnte. Die Erfahrung mit diesen alten Anlagen Friedigte aber in der Regel nicht und hat gezeigt, daß damit keine zweckmäßige Entsandung des Wassers erreicht werden konnte.

Die Entsandungsanlagen der Bauart Büchi bezwecken nun, mit möglichst geringem Platzbedarf den Sand mit Sicherheit bis zu einem weitgehenden Grade der Feinheit abzusetzen und schadlos abzuführen. Im folgenden seien an der Hand der ausgeführten Anlage Kärstebach des Kraftwerkes Amsteg der Schweizerischen Bundesbahnen, Abb. 1 und 2, die Einrichtungen, die Vorgänge und der Wirkungsgrad einer solchen Ent-

sandungsanlage kurz erläutert werden. Bei dieser Ausführung liegen die einzelnen Entsandungskammern parallel zum Fluß; das Betriebswasser wird ihnen durch einen besonderen Einlauf und einen Verteilkanal zugeführt.

Die Entsandungsanlagen können auch unmittelbar als Einlauf ausgebaut werden und dienen dann zugleich als wirksame Kiesablässe, wie z. B. die Entsandungsanlage an der Landquart bei Klosters des Kraftwerkes Klosters-Küblis der A.-G. Bündner Kraftwerke, Abb. 3. In die Kammern eintretender Kies wird vollständig ausgeschieden und abgeschwemmt, so daß man besondere Kiesablässe sparen kann.

Das sandhaltige Wasser gelangt durch die mit einer Schütze verschließbare Öffnung in die Entsandungskammer und fließt hier durch einen Verteilrechen. Dieser verteilt den Wasserstrom möglichst gleichmäßig auf den ganzen Querschnitt der Kammer. Am besten wird dies durch einige hintereinandergestellte Reihen von senkrechten Röhren oder Stäben erreicht. Das Wasser fließt dann in ruhiger gleichmäßiger Strömung von diesem Verteilrechen durch die Kammer nach dem am unteren Ende befindlichen Überfall und über diesen in den Reinwasserkanal. Hierbei setzt sich der Sand allmählich auf die Sohle ab und wird von Zeit zu Zeit bei entleerter Kammer durch den Sandablaß abgeschwemmt.

Um nun die Länge der Entsandungskammer zu vermindern, fügt man einen Abzugboden hinzu. Dieser schließt sich an den Überfall am Ende der Kammer an und erstreckt sich schräg auf- und rückwärts gegen den Verteilrechen hin. Er besteht meistens aus einem einfachen Bretterbelag mit entsprechend angeordneten Zwischenräumen. Diese sind so verteilt, daß das entsandete Wasser ungefähr gleichmäßig auf der ganzen Länge des Abzugbodens hindurchtritt und in scharfer Strömung nach dem Überfall abfließt. Dabei

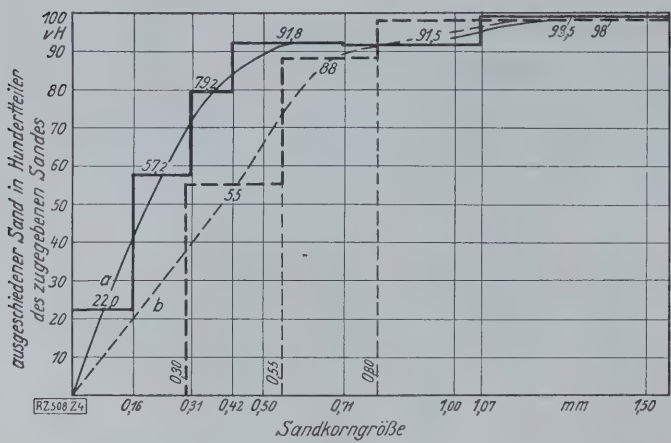


Abb. 4
Wirkungsgrad der Entsandungsanlage Kärstelenbach,
Entsandungsraum 73 m³ auf 1 m³/s Betriebswasser,
Leistungsfähigkeit einer Kammer 1,4 m³/s
Zugegebene Sandmenge $\frac{672 \text{ kg}}{32 \text{ min} \times 14 \text{ m}^3/\text{s}} = 0,259 \text{ l}$
a erreichte Ausscheidung beim Versuch
b gewährleistete Ausscheidung

wird das vom Sand gereinigte Wasser an der Oberfläche nach und nach dem Querschnitt entzogen. Das Wasser unterhalb des Abzugbodens fließt gegen das Ende der Kammer hin immer langsamer, und der Sand setzt sich dann entsprechend immer mehr ab. So fließt beispielsweise im Kammerquerschnitt in der Mitte des Abzugbodens bereits die halbe Wassermenge über die Abzugbretter, und im eigentlichen wirksamen Kammerquerschnitt unterhalb des Abzugbodens ist infolgedessen die Wassergeschwindigkeit bereits auf ungefähr die Hälfte vermindert.

Die Bedienung der Entsandungsanlage ist einfach und kann in der Regel vom Einlaufwärter selbst besorgt werden. Höchstens während der kurzen Zeit ungewöhnlich starker Sandführung muß bei Anlagen mittlerer Größe unter Umständen ein Hilfsarbeiter zugezogen werden. Bei länger dauernder Sandführung, die regelmäßig in den Alpengewässern im Sommer eintritt, genügt aber in der Regel die ein- bis zweimalige Spülung einer Kammer während 24 Stunden.

Wenn besondere Verhältnisse es notwendig machen, kann auch eine dauernde Spülung eingerichtet werden, indem die Sandablaßschützen am Ende der Kammern ständig etwas offen bleiben. Eine Dauerspülung wirkt aber stets insofern etwas ungünstig, als sie die durch die Kammer fließende Gesamtwassermenge erhöht und so die Geschwindigkeit vergrößert, so daß sich weniger Sand als sonst absetzt.

Zur Bestimmung des Wirkungsgrades muß zahlenmäßig nachgewiesen werden, wie viel von dem im zulaufenden Wasser enthaltenen Sand bei normaler Belastung für verschiedene Korngrößen ausgefällt wird. Dies läßt sich bei trübem, sandhaltigem Wasser praktisch nicht genügend genau nachweisen, weil die genaue Messung des mittleren Gehaltes an Sand von bestimmter Korngröße im eintretenden Wasser sehr schwierig ist; denn der Sandgehalt an den verschiedenen Stellen eines bestimmten Querschnittes ist sehr verschieden und kann so von Zufälligkeiten abhängen, daß von der Sandmessung in wenigen Punkten nicht auf das Mittel des Sandgehaltes im entsprechenden Querschnitt geschlossen werden kann. Außerdem schwankt die Sandführung bekanntlich im Lauf eines Tages sehr stark. Die Fehler, die man bei zeitlich auseinanderliegenden Messungen des Sandes in trübem Wasser macht, sind daher zumeist viel größer als die zulässigen Fehler des gewünschten Endergebnisses.

Aus diesen Gründen wird der zahlenmäßige Nachweis des Wirkungsgrades bei den Entsandungsanlagen nach Büchi dadurch erbracht, daß bei klarem Wasser Sand

Zahlentafel 1
Abnahmeversuch vom 3. Oktober 1924
1. Untersuchung der Sandproben

Korngröße mm Dmr.	Zwei Proben des zugegebenen Sandes A		Zwei Proben des ausgeschiedenen Sandes	
	g	vH	g	vH
> 1,56	20,15	1,09	22,00	1,20
1,56 bis 1,07	92,67	5,01	119,91	6,80
1,07 „ 0,71	145,41	7,85	174,68	10,80
0,71 „ 0,42	445,99	24,10	537,58	30,40
0,42 „ 0,31	421,77	22,80	439,05	25,20
0,31 „ 0,16	511,41	27,65	384,00	22,00
< 0,16	213,14	11,50	61,34	3,50
Zus.:	1850,54	100,00	1738,56	100,00

2. Ausgeschiedene Sandmenge in Hundertteilen des zugegebenen Sandes

Korngröße mm Dmr.	Zugegebener Sand	Ausgeschiedener Sand	
	kg	kg	vH
> 1,56 (zufällig)	7,3	6,1	(83,5)
1,56 bis 1,07	33,7	33,2	98,5
1,07 „ 0,71	52,8	48,3	91,9
0,71 „ 0,42	162	148,9	91,8
0,42 „ 0,31	153,2	121,3	79,2
0,31 „ 0,16	185,7	106,2	57,2
< 0,16	77,3	17,0	22,0
Zus.:	672,0	481,0	71,5

örtlich und zeitlich möglichst gleichmäßig vor dem Vortriebe teilreich künstlich zugegeben wird, und zwar in einem dem sandhaltigen Wasser des Flusses ungefähr entsprechenden Menge. Nach Verlauf des Versuches wird die Kammer abgestellt, sorgfältig entleert und der der Sohle abgesetzte Sand untersucht. Der Vergleich dieser abgesetzten Sandmengen mit den zugegebenen Sandmengen ergibt dann die Anteile des abgesetzten Sandes, nach den verschiedenen Korngrößen geordnet und somit den Wirkungsgrad der Entsandungsanlage einer bestimmten Betriebswassermenge.

In Zahlentafel 1 und Abb. 4 ist das Ergebnis des Abnahmeversuches an der Entsandungsanlage Kärstelenbach des Kraftwerkes Amsteg dargestellt¹⁾. Sie ist für eine Betriebswassermenge von 7 m³/s gebaut und hat bei dieser Belastung einen Entsandungsraum von 511 m³; das Gesamtgefälle des Kraftwerkes Amsteg beträgt rd. 282 m. Beim Versuch sind ausgeschieden worden:

98,5 vH des Sandes von 1,56 bis 1,07 mm Korndurchmesser
91,5 „ „ „ „ 1,07 „ 0,71 „ „ „
91,8 „ „ „ „ 0,71 „ 0,42 „ „ „
79,6 „ „ „ „ 0,42 „ 0,31 „ „ „
57,2 „ „ „ „ 0,31 „ 0,16 „ „ „

so daß der gewährleistete Wirkungsgrad der Anlage wesentlich erheblich übertroffen worden ist. Beim Versuch sind mehr Siebweiten als vorgesehen zur Untersuchung des Sandes verwendet worden, so daß für eine größere als die gewährleistete Anzahl von Abstufungen der Sandkorngrößen der Anteil des ausgeschiedenen Sandes ermittelt werden konnte. Daß die Mengen Sand von der Korngröße 0,71 bis 1,07 mm, um einige vH unter der gewährleisteten Kurve liegen, ist vermutlich auf eine rein zufällige Störung zurückzuführen und bezieht sich nur auf einen kleinen Teil der gesamten zugegebenen Sandmenge.

An der Entsandungsanlage des Borgnewerks Wallis, Schweiz, der Aluminium-Industrie-A.-G., Nendeln, sind bei einem Versuch mit teilweiser Belastung einer Kammer bei 217 m³ auf 1 m³/s ausgeschieden worden:

100 vH des Sandes über 0,8 mm Korndurchmesser
98 „ „ „ „ von 0,8 bis 0,6 „ „ „
95 „ „ „ „ 0,6 „ 0,3 „ „ „
80 „ „ „ „ 0,3 „ 0,15 „ „ „

¹⁾ Vergl. Bestimmung des Wirkungsgrades einer Entsandungsanlage. Schweizerische Bauzeitung Bd. 69 (1917) S. 281.

Herstellung der Glühlampenkolben auf rein maschinellm Wege

Von Dipl.-Ing. Dr. Alfred Karsten, Berlin

Die erste Anlage für maschinelle Herstellung von Glühlampenkolben auf dem europäischen Festland — Das Herstellungsverfahren und die wichtigsten Maschinen und Vorrichtungen des Werkes

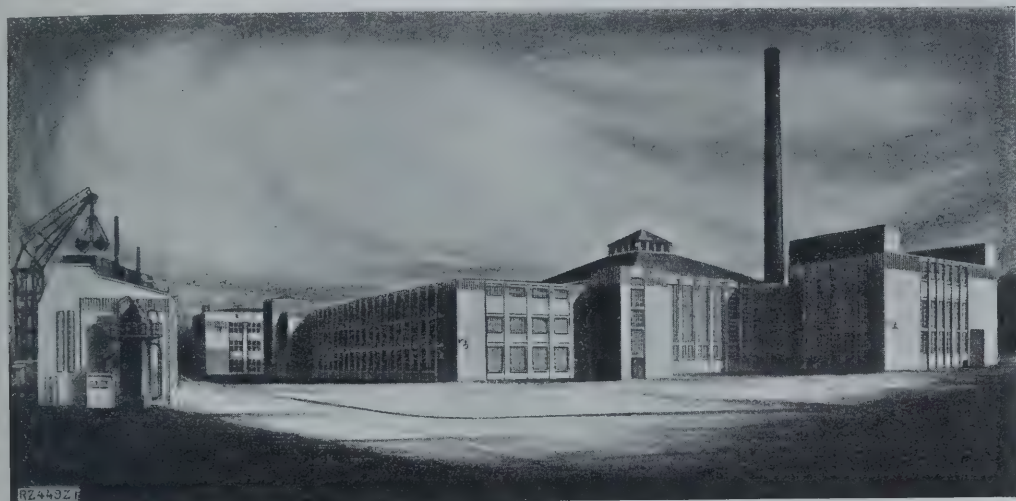


Abb. 1
Anlage der Oram-Gesellschaft in Berlin-Siemensstadt

nde März 1927 wurde das neue Maschinenglaswerk der Oram-Gesellschaft (vereinigte Glühlampenfabriken AEG, Siemens & Halske, Oram-Werke) eingeweiht. Für die Entwicklung der Glühlampenherstellung ist damit ein bedeutsamer Schritt zur Vervollkommnung, besonders in der Massenherstellung, getan. Bisher wurden die meisten der in vielen Millionen erzeugten Glaskolben, wie der Laie sagt „Glasbirnen“, mit der Lungenkraft des Glasbläasers geblasen. Das ist nicht nur eine sehr anstrengende und gesundheitschädliche Arbeit, sondern sie erfordert auch eine große Geschicklichkeit der arbeitenden Arbeiter. Deshalb läßt sich diese Industrie nicht an jeden beliebigen Ort verpflanzen. So waren die Oram-Werke bisher genötigt, die Kolben aus Weißwasser, ihrer dortigen Anlage, zu beziehen, um sie hier einzusetzen des Leuchtdrahtes und Auspumpen der fertigzustellen.

Glasblasemaschinen für die Flaschenindustrie kannte man schon lange. Das erste Patent stammt aus England; es wurde im September 1887 unter Nr. 47 570 in Deutschland erlangt, während das erste deutsche Patent Nr. 58 961 im Januar 1891 erschien. Im ganzen dürften etwa 80 deutsche Reichspatente und noch mehr amerikanische Patente über diese Maschinen bestehen. Im Jahre 1911 erhielt unter Nr. 277 469 die Westlake European Machine Company in den Vereinigten Staaten ein Patent. Auf Grund dieses Patentes vervollkommnete man die Maschine so weit, daß sie sich in der Praxis zur Herstellung der Kolben — d. h. Glashohlkörper mit rd. $\frac{3}{4}$ mm dicken Wänden von möglichst großer Gleichmäßigkeit — bewährte, und die Oram-Gesellschaft erwarb vor zwei Jahren das Benutzungsrecht für Deutschland. Die nunmehr in Siemensstadt errichtete Anlage, Abb. 1, die 75 000 m² Fläche bedeckt, ist die einzige auf dem Festlande für die rein maschinelle Massenherstellung von Glühlampenkolben und gleichzeitig eine Musteranlage, die die neuesten Errungenschaften der Wissenschaft und Technik arbeitet. Die Anlage steht unter der Leitung von Prof. Gehlhoff. In der jetzt bestehenden Fabrik verarbeiten drei Westlake-Maschinen das Glas zu Kolben. Die Leistung einer derartigen Maschine, die ununterbrochen läuft und in drei Schichten bedient wird, beträgt täglich rd. 50 000 gute Kolben, also die Gesamtleistung der Anlage rd. 1 Mill. Kolben in jeder Woche, d. h.

etwa 40 bis 45 Mill. Kolben in einem Jahr. Die Erzeugung dieser Mengen von Glühlampenkolben verlangt einerseits einen großen Aufwand von Energie zu ihrer Verarbeitung, andererseits Herbeischaffung und Bereitstellung der geeigneten Rohstoffe.

Die Anlage arbeitet wie folgt: Im Generatorenhaus (links in Abb. 1) erzeugt man das zur Beheizung der Glasschmelzwanne und der Nebenanlagen erforderliche Gas. Das Gemengehaus (rechts) dient zur Aufnahme der zur Herstellung des Glases erforderlichen Rohstoffe, ihrer Abwägung und Mischung in den gewünschten Gewichtverhältnissen. Die 900 m² große Ofenhalle ist der Bau (in der Abbildung links neben dem Schornstein), worin sich die Wanne zum Schmelzen des Gemenges zu verarbeitbarem Glas befindet, ferner die Westlake-Blase-

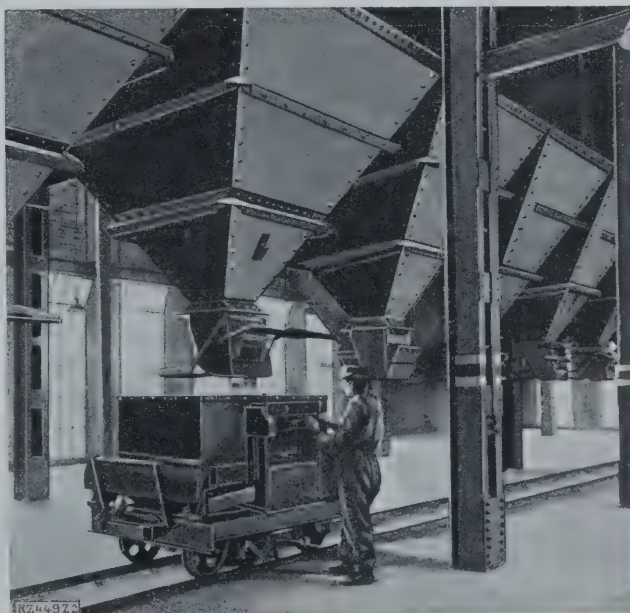


Abb. 2. Wägearrten mit Dinse-Wage

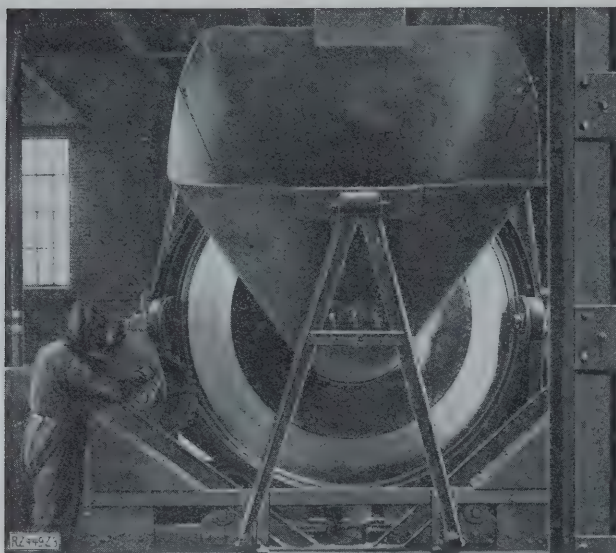


Abb. 3
Mischtrommel für Rohstoffe

Maschinen, die Abschmelzmaschinen, Kühlöfen und Temperöfen, schließlich der Sortier- und Prüfraum der fertigen Kolben, Packerei und Lager.

Das Werk hat Anschluß an das Industriegleis und erhält Rohstoffe durch die Bahn. In dem Gemengehaus befinden sich zur Aufnahme der einzelnen Stoffe große Bunker mit einem Fassungsvermögen bis zu 20 000 kg. Die Rohstoffe sind: eisenfreier Sand, der zweckmäßig etwas tonhaltig ist und aus der Altmark herangeschafft wird, ferner schlesischer eisenfreier Dolomit, Baryt, Soda, Pottasche; es wird also ohne Bleiglas gearbeitet. Die Scherben, die im Betrieb abfallen, und die man zur besseren Verflüssigung des Glases stets den Rohstoffen beifügt, werden in einem Brechwerke zerkleinert und gelangen mittels Becherwerkes ebenfalls in einen großen Bunker, von wo aus sie in bestimmten Gewichtverhältnissen dem Gemenge zugesetzt werden.

Zur Herstellung der gleichmäßigen Mischung werden die Rohstoffe aus den Bunkern in die Wägelkarren, die Aufnahme der verschiedenen Stoffe bestimmt sind, geschüttet, Abb. 2. In zweckmäßiger Weise ist hier die des selbsttätigen Wagens gelöst. Die Wage ist ein sogenannter Zusatzwagen, bei der jede Dezimalstelle anders eingestellt ist. Ist sie ausgeglichen, was an der Zunge hinter einem Fenster auf der Wage sichtbar ist, so kann ein Druckgerät betätigt werden. An den Buntverschlüssen sind die einzustellenden Gewichte durch Kreide angeschrieben, und zwar immer so, daß bei der nächstfolgenden Rohstoffentnahme immer nur der Ausschuß angegeben ist. Wurde z. B. 50 kg Dolomit in den Karren abgelassen und werden 80 kg Soda gebraucht, liest man an dem Sodabunker 130 kg ab. Der Arbeiter stellt also jeweils nur auf diese Zahl einzustellen; hat er zu wenig oder zuviel eingewogen, so läßt sich das Druckgerät nicht betätigen. Hierdurch erreicht man die außerordentlich wichtige Überwachung des stets gleichmäßigen Gemenges der Rohstoffe. Derartige Wagen werden von der Dinse-Maschinenbau-A.-G., Berlin-Reinickendorf, hergestellt.

Die gesamten Rohstoffe werden zum Zweck der guten Mischung in einer schnell umlaufenden Mischtrommel, Abb. 3, die das Krupp-Gruson-Werk Magdeburg herstellt, 2 bis 5 min lang gemischt und in einen Vorratbunker geschafft. Das fertige Gemenge der Scherben gelangt nunmehr auf Wagen zur Schmelzwanne. Die Gemengebereitungsanlage schafft in 24 Stunden das Gemenge für eine Wanne. Der tägliche Durchschnittsatz der Wanne beträgt je nach Leistung der Maschine 15 bis 20 000 kg Gemenge.

Die Wanne, Abb. 4, ist ein aus großen Charbonblöcken, die z. B. die Firma Didier, Stettin, hergestellten zusammengesetztes Becken, das durch ein Eisengitter zusammengehalten wird. Die Grundfläche der eigentlichen Schmelzwanne beträgt 30 m² und die der Arbeitswanne rd. 20 m² bei etwa 1 m Tiefe. Beide Wannen sind ohne Mörtel zusammengesetzt; die Fugen dichten sich selbst durch das eindringende schmelzende Glas, das nach dem Abkühlen erstarrt. Die Herstellung einer solchen Wanne erfordert etwa dreiviertel Jahre, sie hält wohl ein halbes Jahrhundert.

In dieser Schmelzwanne wird nun das Gemenge bei etwa 1400 °C eingeschmolzen. Schmelz- und Arbeitswanne

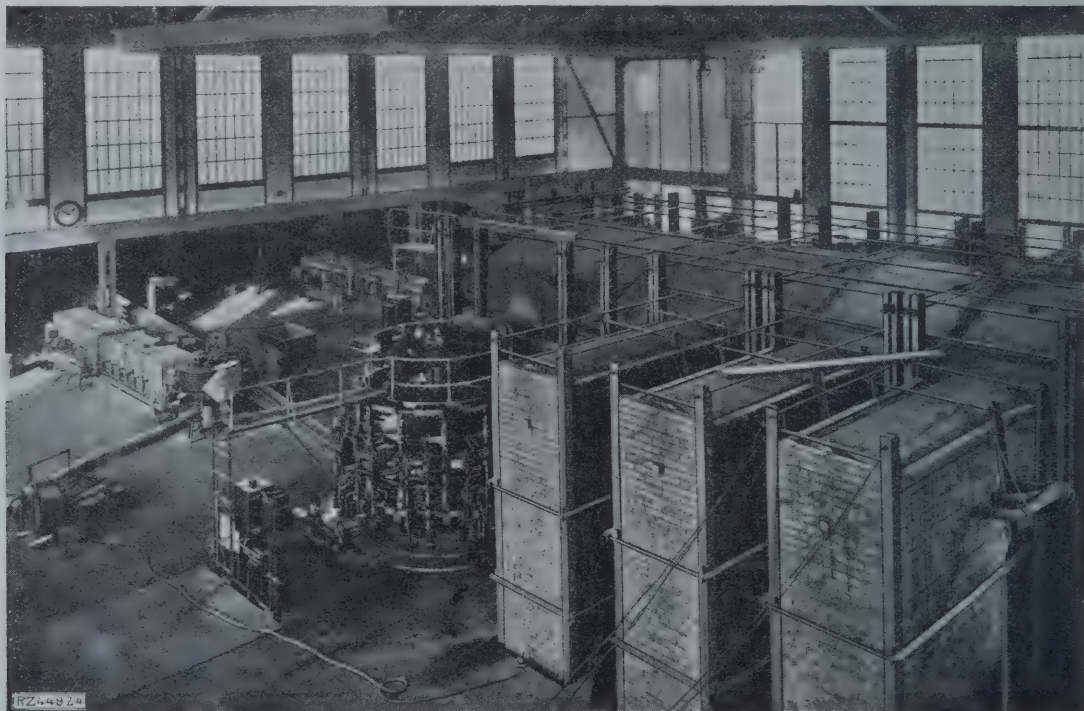


Abb. 4
Wannenraum mit Kolbenblasmaschine und 3 Brennern im Vordergrunde

den zwar ein gemeinsames Kuppelgewölbe (Aufsatz) aus Gusseisen, doch sind die Glasformen voneinander getrennt. Es ist nötig, weil das Glas in der Arbeitswanne eine niedrigeren Temperatur haben muß, als in der Schmelzwanne, da es sonst die Verarbeitung zu dünnflüssig wäre. Die Trennung wird durch eine sogenannte Brücke, die am Boden der Wanne einen Durchlaß, den sogenannten Hals, bildet. Durch diesen strömt das Glas von der einen zur andern (der Arbeits-) Wanne. Dabei werden die Unreinlichkeiten, die auf dem Glas schwimmen, in der Schmelzwanne zurückgehalten. Der Inhalt der Wanne beträgt etwa 1300 t Glas. Die Wanne ist im Erdgeschoß aufgestellt und ruht auf einem Eisenrost auf Ziegelfußern; diese stehen in einer gleich großen, mit Wasser gefüllten Wanne zu ebener Erde, die bei Undichtwerden der Schmelzwanne oder bei Ausbesenungen das flüssige Glas auffängt. Die Wanne wird mit Ölfackeln unter Verwendung von drei Brennern geheizt. Jeder Brenner hat seine eigenen Kammer und Wechsellvorrichtungen, so daß man ihn für sich einstellen und abstellen und Ausbesenungen daran vornehmen kann. Dadurch hat man in gewissem Maße die Temperaturverteilung in der Wanne in der Hand. Heizgase und die Verbrennungsluft und damit auch die Abhitze nehmen halbstündlich den umgekehrten Weg. Die Innenwände der Wanne sowie die Brenner können nach Bedarf durch Anblasen mit kalter Luft gekühlt werden.

Die erhebliche Abhitze des Schmelzofens wird auch genutzt, um in einem Abhitzekessel Dampf zu erzeugen. Dieser dient zum Betrieb einer 100 PS leistenden Dampfmaschine, die einen Drehstromerzeuger antreibt. Der auf diese Weise gewonnene Strom genügt, um alle wichtigen Maschinen, Luftverdichter und Luftsauger der Fabriken in Gang zu halten.

Dicht an der Wanne sind die drei Kolbenblasmaschinen aufgestellt, mit denen das Werk vorläufig arbeitet. Eine von diesen bewegt zwei Arme, Abb. 5, während die beiden andern, Abb. 6, je 24 Arme haben. Jede Maschine wiegt etwa 45 000 kg und kostet über ¼ Mill. RM. Die Arbeitsweise ahmt in weitgehender Weise das Blasen des Kolben mit der Hand nach; erbaut sind sie von der General Electric Co., New York.

Die Arbeitsweise der Maschinen¹⁾ ist wie folgt:

Die Saugarme holen sich bei dauerndem Drehen der Maschine aus der Wannenöffnung durch Berührung der Innenoberfläche unter Ansaugen in ihre Saugnäpfe die zur Herstellung eines Kolbens erforderliche Glasmenge und geben sie an die Pfeifen (Glasmacherpfeifen) ab. Sofort darauf beginnen sich die Arme, die die Pfeifen mit den Glasportionen tragen, zu drehen, und zwar zuerst um 90° und dann nochmal um 90°, so daß nun ihre Öffnungen nach unten stehen. Durch die Wirkung des Eigengewichts und mittels Druckluft wird die Vorformung des Glasstücks bewirkt, der sogleich unter Senken der Pfeife in die darunter befindlichen Halbtteile der Eisenform gelangt. Die beiden Formenhälften schließen sich selbsttätig, sobald

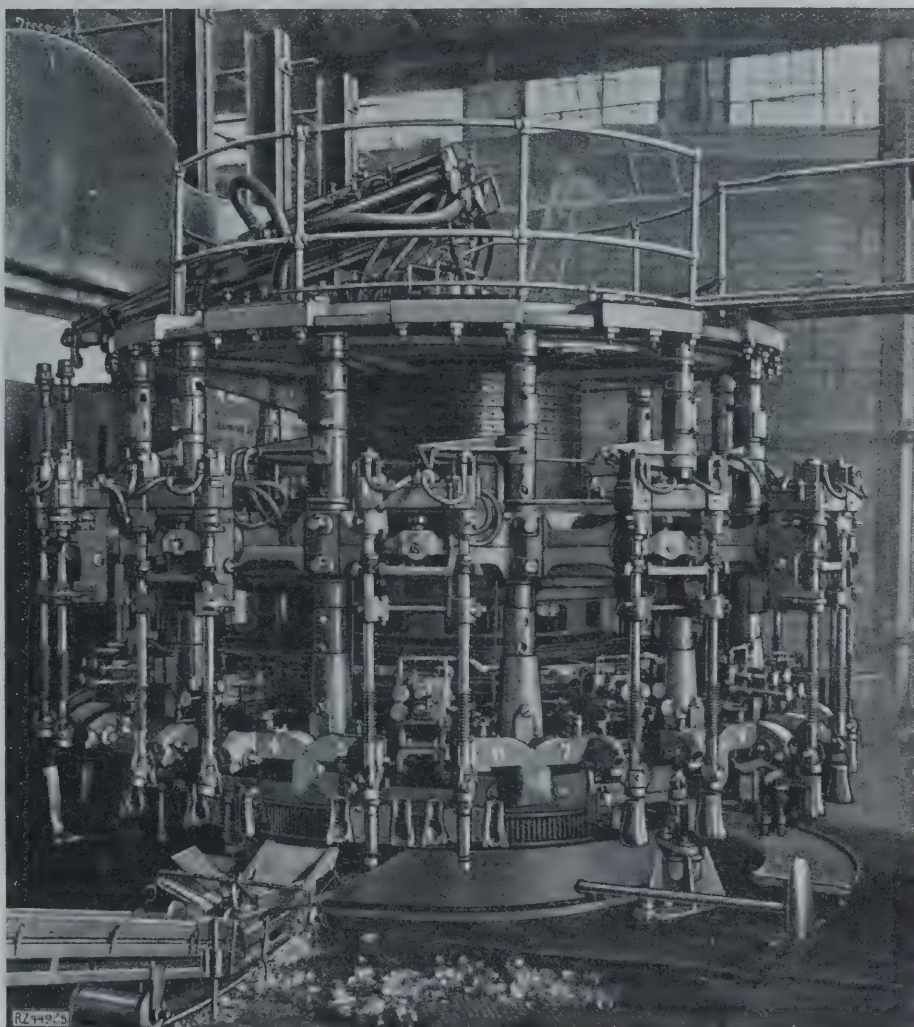


Abb. 5
Kolbenblasmaschine mit zwei Armen (oben auf der Maschine die beiden Arme mit Kühlung)

der rotglühende Glasposten, der noch an der Pfeife hängt, sich zwischen den Eisenformen befindet. Mittels Druckluft wird das Glas nunmehr fertig zum Kolben geblasen. Nach einer weiteren Drehung der Maschinen um 45° öffnen sich Form und Pfeife, und der Glaskolben fällt aus der Maschine auf ein Förderband.

Wie schon vorher erwähnt, arbeiten zwei Sorten von Kolbenblasmaschinen, eine mit 24 und eine mit zwei Saugarmen, letztere die „Einarmmaschine“ genannt; sie hat, Abb. 5, eine Kühlvorrichtung, in die das einzige Paar von Saugarmen ein- und ausgeht. Diese Anordnung, die kostspieliger ist, soll bessere und gleichmäßigere Ergebnisse zeigen. Die beiden Saugarme machen naturgemäß die Umdrehungen der Maschine nicht mit, sondern versehen beim Umlaufen der Maschine jedes neu ankommende Pfeifenpaar mit dem Glasposten. Die Einarmmaschine bedeutet eine Vereinfachung gegenüber der andern Bauart, die eine besondere Luftpumpe erfordert, während hier das Vorstoßen der Saugarme die Luftleere erzeugt.

Der fertige Kolben fällt auf ein Förderband und wird zur Abschmelzmaschine, Abb. 7, gebracht, die selbsttätig mittels Stichflammen die „Kappen“, d. h. die überschüssigen Glasteile entfernt. Dann durchlaufen die heißen Kolben einen Kühllofen von 7 m Länge (Temperofen), der beim Einlaß etwa 400° bis 600° Temperatur aufweist, am Ende nur noch 150° hat, zwecks Beseitigung der im Glas etwa vorhandenen Spannungen. Am Ende dieses Tunnelofens werden die Kolben von den Sortierern auf Form- und Glasfehler geprüft. Die fertig abgeschmolzenen Kolben werden mittels eines Polarisationsapparates in polarisiertem

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1611.

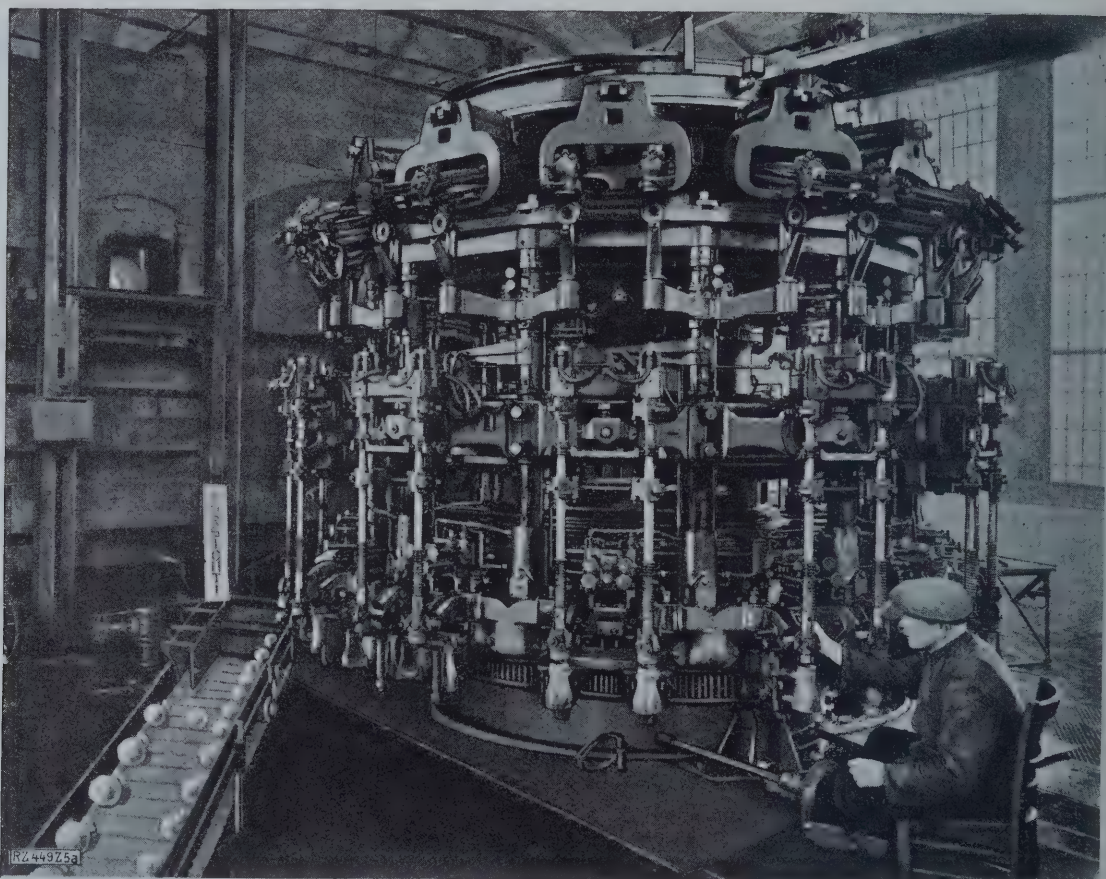


Abb. 6. Kolbenblasmaschine mit 24 Armen

Licht auf Spannungen untersucht; diese sind vorhanden, falls der Kolben im polarisierten Licht violette Streifen aufweist.

Hiermit ist die Herstellung der Kolben beendet; sie werden verpackt und in die eigentlichen Glühlampenfabriken befördert.

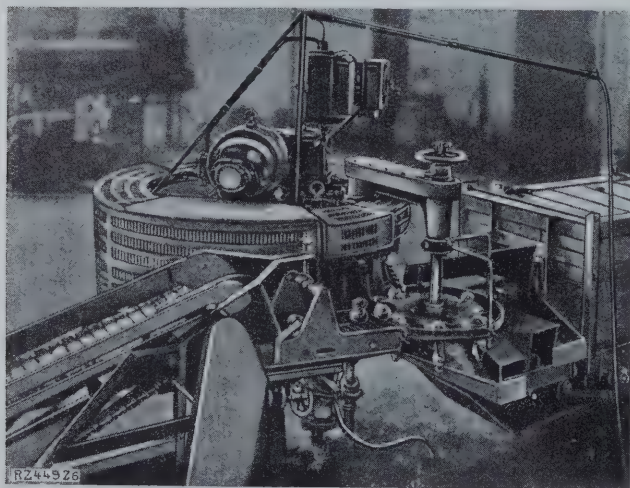


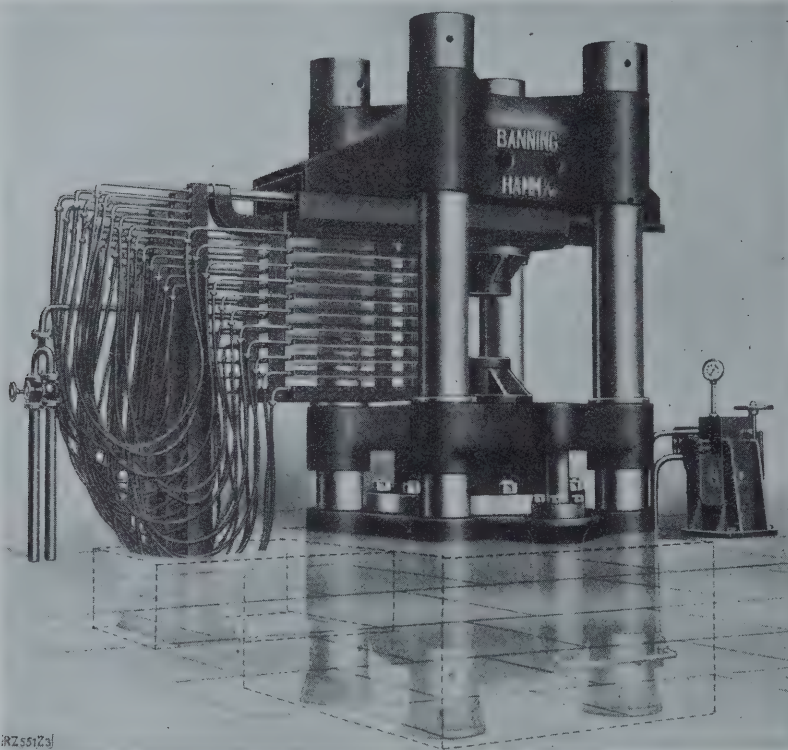
Abb. 7. Abschmelzmaschine mit endlosem Förderband, rechts der Kühllofen

Die Fließarbeit, d. h. die Herstellung auf kürzestem Weg in ununterbrochenem Gang und unter Berücksichtigung der geeigneten Aufstellung und Reihenfolge der Maschinen und Geräte ist in diesem Werke folgerichtig durchgeführt und mustergültig gelöst worden. Mit dem erforderlichen Nebenpersonal werden in der Fabrik etwa 700 Menschen beschäftigt. Hiervon sind ungefähr die Hälfte Arbeiterinnen zum Sortieren und Einpacken. Um die große Menge Kolben durch Handarbeit herzustellen, mußten 300 Glasbläser und insgesamt etwa 500 Menschen sein.

Zum Schluß noch ein Wort über die Kraftversorgung und Hilfseinrichtungen des Werkes. Außer der bereits erwähnten Dampfmaschine, die mit einem Stromerzeuger gekuppelt ist, hat die Anlage einen Transformator zum Wandeln des städtischen Drehstromes auf 220 V Spannung, außerdem einen Umformer zur Erzeugung von Gleichstrom, mehrere Motoren und Luftverdichter, einen Gasverdichter, drei Ventilatoren zur Kühlung der Westlake-Maschinen, mehrere Luftsauger und eine Pumpe für die Glasmaschinen zur Erzeugung einer starken Luftleere zum Absaugen des Glases. Ein Luftverdichter dient zur Herstellung von Druckluft von 2 bis 3 at für die „Einblasmaschine“ zur Betätigung des Doppelsaugarmes.

Die Gaserzeugungsanlage mit zwei Pintsch-Drehstromgeneratoren ist besonders dadurch bemerkenswert, daß die ausgebrannte Asche aus dem ständig auslaufenden Drehrost durch Schaufeln selbsttätig entleert wird. Die Gaserzeuger verbrauchen täglich 30 t Braunkohlenbriketts.

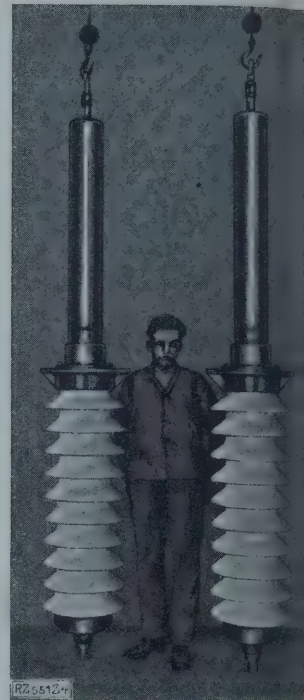
[B 44]



RZ 5512a

Abb. 3

Druckwasserpresse für einen Gesamtdruck von 3000 t zur Herstellung von Preßlingen in Formen oder nach Ausfahren der Böcke und Einfahren der Heizplatten von Hartpapier, Hartgewebe oder Fiber und andern Isolierstoffplatten



RZ 5512b

Abb. 4

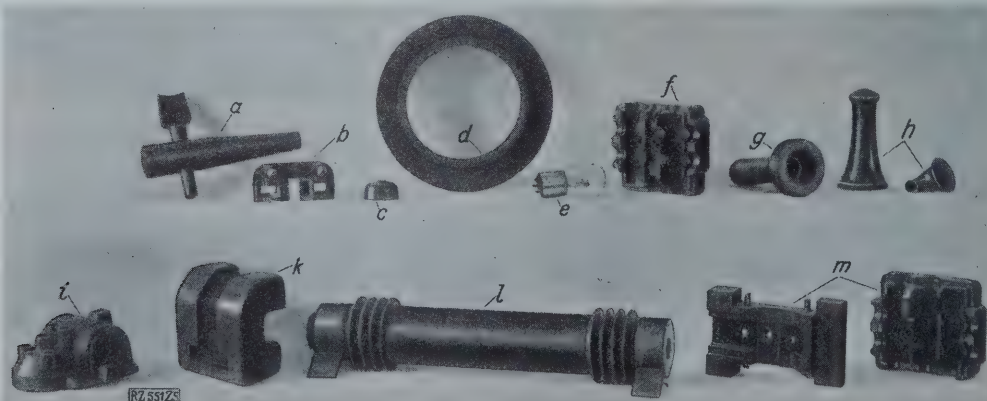
Hochspannungs-Kondensator-Wanddurchführungen der Firma Jaroslaw, Weißensee, aus Hartpapier in Verbindung mit Porzellan-Überwürfen für 110 000 V Betriebsspannung

Wärmeleitfähigkeit als bei den Papierschichten nur Minuten; das Werkstück verläßt bis auf geringe Verputzarbeit fertig das Werkzeug. Die Matrice wird sofort mit Pulver oder kalt vorgepreßter Masse neu beschickt, so daß sich ein fortlaufender Arbeitsgang ergibt. Für Teile kleinerer Abmessungen verwendet man Mehrfachwerkzeuge, die bis zu 50 oder noch mehr Stücke gleichzeitig liefern. In Zahlentafel 1 sind die Eigenschaften und Festigkeitswerte von Hartpapier und Preßmassen zusammengestellt. Infolge außerordentlich leichter Formbarkeit, der Möglichkeit des Einpressens von Metallteilen, der schnellen Herstellung, der großen Genauigkeit und jederzeitigen Austauschmöglichkeit von Massenteilen neben der hohen Festigkeit, Säure- und Ölbeständigkeit verwendet man Preßteile auf den verschiedensten Gebieten.

Bakelite kann man auch als Säureschutzmittel benutzen. Große Gefäße, die man mit Rücksicht auf hohe Drücke oder andre mechanische Beanspruchung nur aus Metall herstellt, kann man mit Bakelite auch erhöhten Temperaturen gegenüber widerstandsfähig, säure- oder auch seewasserbeständig überziehen. Für den äußeren Schutz von Teilen für die Elektrotechnik, wie Spulen, Kabelmuffen und dergleichen, sind noch die Kunstharzlacke, die durch Streichen oder Tauchen aufgetragen und dann gehärtet werden, zu nennen; sie haben sich auch in hohem Maße für die Metallindustrie als reine Schutzmittel gegen den Lufteinfluß bewährt.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) hat gemeinsam mit dem Staatlichen Materialprüfungsamt und dem Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, für Sonderkationen des Schwachstromgebietes auch mit dem Telegraphisch-Technischen Reichsanstalt, für die Preßstoffe Prüfbedingungen festgelegt, denen sich alle nach den Vorschriften der VDE unterworfen haben. Die Prüfungen erstrecken sich auf die Biegefestigkeit, Schlagbiegefestigkeit, Druckhärte, Wärmebeständigkeit nach Martens und Sicherheit sowie auf Oberflächenwiderstand, Widerstand gegen Lichtbogen und Lichtbogensicherheit; eine Erweiterung der Vorschriften ist in Bearbeitung.

Die einzelnen Werke erhalten nach amtlicher Prüfung ihrer Werkstoffproben eine Kennnummer, die sie in ihren amtlichen Zeichen zugleich mit der Nummer der Güte auf ihren Erzeugnissen führen dürfen. So ist dem Verbraucher eine Gewähr für die Werkstoffgüte gegeben, gestützt, auch auf Grund rechnerischer Unterlagen und Meßwerten neue Konstruktionen mit Sicherheit und rein nach dem Gefühl zu entwerfen. Die Wünsche der Elektrotechnik werden dazu führen, die Isolierstoffe in hohem Maße auch immer mehr als reine Baustoffe zu verwenden, die bisherigen in Gußeisen gekapselten Anlagen aus den neuen Stoffen zu fertigen und damit die Frage „Erden oder Isolieren“ im letzteren Sinne entscheiden und somit zu erhöhter Sicherheit in elektrischen Anlagen beitragen.



RZ 5512c

Abb. 5

Formteile aus Preßmassen

- a Säurefester Hahn
- b Bürstenwelle
- c Schalterkappe
- d Ringteil
- e Funk-Empfänger-Isolier-Preßsockel
- f Installationsteil
- g Handlampengriff
- h Telefon- und Miltelteil
- i Teil für Kraftwagen
- k Isolator für die Stromschiene
- l Hochspannungsteil
- m Installationsteil

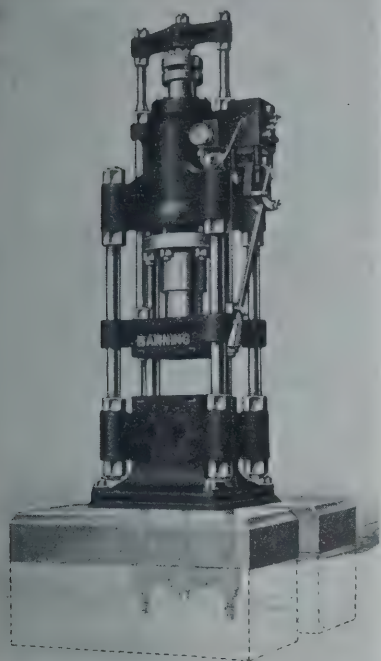


Abb. 6
Druckwasser-Schnellpresse für Pulvermassen-Verarbeitung, Preß- und Rückzug-Zylinder oben, Steuerung rechts angebaut

Die Hartpapiere bestehen keine Prüfvorschriften und werden in großen Mengen mit eigenen Prüfanlagen und einem Stab von Wissenschaftlern hergestellt, so daß für Güte und Sicherheit keine Gewähr übernommen werden kann. Es wäre im Interesse der Verbraucher wie auch der Erzeuger selbst, daß alle die vielen Eigenschaften, die, abgesehen von einigen gut eingeführten Han-

Zahlentafel 1

	Hartpapier	Preßmassen
Zugfestigkeit . . . kg/cm ²	750 bis 800	—
Druckfestigkeit . . . „	2000 „ 2500 senkrecht zur Schicht	—
Biegefestigkeit . . . „	1200 bis 1500	700 bis 1000
Schlagbiegefestigkeit cmkg/cm ²	30	4 „ 8
Kugeldruckhärte (Eindringtiefe) cm	0,01	0,5 „ 0,1
Wärmebeständigkeit (Martens) °C	bis 200	Kl. I bis 180 außer Asbest 300 für Asbest
Feuerbeständigkeit	Kl. 0	Kl. 0 bis 1
Wasseraufnahme	fast 0	fast 0
Verhalten in heißem Öl . .	beständig	beständig
Säurefestigkeit	„	„
Spez. Gewicht	1,3 bis 1,4	1,3 außer Asbest 1,8 bis 2 für Asbest
Durchschlagfestigkeit je mm kV	18 bis 30 senkrecht zur Schicht	14 bis 20 bis 75° 12 bis 100° 3 bis 6 bis 150°
Oberflächenwiderstand Megohm	40 bis 50000	1000000 auß. Asbest 25000 für Asbest
Dielektrizitätskonstante . .	3,5 bis 5	3,5 bis 4,5
Wetterbeständigkeit	Außenanwendung nicht möglich, langsame Verwitterung	Außenanwendung erprobt, noch keine Dauererfahrungen

delsnamen erstklassiger Werke, oft nicht auf die Stoffart schließen lassen, etwas mehr zurücktreten und den Gruppen Kunstharz-Hartpapier, Kunstharz-Gewebe und Kunstharz-Preßstoffe nachgeordnet werden. Hiermit würde eine bessere Übersicht für den Verbraucher gegeben, die sicher die noch weiter ausdehnbare Verwendung der Kunstharze fördern würde. Bei dem augenblicklichen Zustand wird bei jedem Eigennamen ohne die Stoffgruppenbezeichnung oft ein gänzlich neuer Stoff vermutet, dem die Verbraucher mit Mißtrauen gegenüberstehen. [M 551]

Die indischen Eisenbahnen

Die Eisenbahnen in Indien immer mehr in den Besitz des Staates übergehen, ist eine Neuordnung der „Indian Railway Conference Association“ notwendig geworden. Vor allem ist die Normung der Ausrüstung dadurch Angelegenheit des Staates geworden. Ein Betriebsausschuß ist mit der Durchführung des Fahrdienstes beauftragt, während andere technische Abteilungen für die einzelnen Sonderfälle eingesetzt sind. Eine weitere Vermehrung dieser Abteilungen ist vorgesehen.

Im Geschäftsjahr 1925/26 waren etwa 3900 km neue Eisenbahnen im Bau, von denen rd. 1630 km auf 1676 mm-Spurweite und 1270 km auf die Meterspur entfielen. Für die Durchführung besonders schwieriger Bauprogramme wurden bedeutende Oberingenieure mit technischen Stäben bestimmt. Im März 1926 waren rd. 10 000 bis 11 000 km Eisenbahnen zum Bau genehmigt oder in Beratung. Wenn das Programm durchgeführt wird, rechnet man mit jährlich 1600 km neuen Strecken. Für den nördlichen Teil des Landes hat man sich für eine leichte Breitspurbahn entschieden, auf der leichtgebaute Fahrzeuge verkehren sollen. Beim Bau der Brücken in diesen Gebieten hat man allerdings kommenden stärkeren Verkehr schon in Erwägung gezogen und entsprechende Vorkehrungen getroffen. Die Vorortbahn von Bombay hat bereits elektrischen Betrieb; in Kalkutta und Madras wird man diesem Beispiel bald nachfolgen. Auch wird erwogen, auf weiteren Strecken der Südbahnen den elektrischen Betrieb einzuführen, wobei der nötige Strom von Wasserkraftwerken bezogen werden soll.

Die Verkehrstatistik weist bei Personenzügen, auf das Kilometer bezogen, eine Zunahme von 5 vH, sowohl

auf den Breitspur- als auch auf den Meterspurbahnen. Im Güterverkehr ist, auf dieselbe Einheit bezogen, auf den Breitspurbahnen eine Abnahme von 6 vH, auf den Meterspurbahnen eine Zunahme von 1,5 vH festzustellen. Für den Personenverkehr sind eine Reihe ausländischer eiserner Wagen in Dienst gestellt.

Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit stieg bei Personenzügen von rd. 30 auf 31 km/h, bei Güterzügen von rd. 14 auf 15 km/h bei einer gleichzeitigen Frachtsteigerung von 753,4 auf 759,2 t. Der Kohlenverbrauch der Personenzüge der Breitspurbahnen hat sich um 2,84 vH, der der Güterzüge auf denselben Strecken um 0,7 vH vermindert. Bemühungen, die Fahrpläne im Personenverkehr einzuhalten, waren erfolgreich. An der Normung wird mit gutem Erfolge gearbeitet, besonders im Hinblick auf die vorbereitenden Arbeiten zur Schaffung neuer Lokomotivenbauarten und Fahrgestelle für Breitspurwagen. Ein besonderer ständiger Ausschuß soll sich mit der Normung auf dem Gebiete des Oberbaues, der Brücken und des Signalwesens befassen.

Große Aufmerksamkeit wird der Ausbildung der Eisenbahnbeamten und -Angestellten gewidmet. Diesem Zwecke dient unter anderem die Railway Transportation School in Chandausi, die Anfänger- und Fortbildungskurse abhält. Dort werden vor allem Bahnhofsvorsteher, Beamte für Güterabfertigung, Zugführer usw. ausgebildet. Die Ausbildung wird praktisch an einer Modelleisenbahn durchgeführt. Diese Bahn mit rd. 65 mm Spurweite wird elektrisch betrieben und gesteuert. Sie ist in sämtlichen Anlagen und Vorrichtungen den Hauptbahnen nachgebildet. In besonderen Unterrichtsräumen befinden sich u. a. Schnittmodelle von Saugbremsen und Zugbeleuchtungsanlagen. („Engineering“ Bd. 124 (1927), S. 130.) [N 709] Krs.

Eisenbahnen und andre Verkehrswege in Kolumbien

Von Dr.-Ing. Dr. jur. Randzio, Priv.-Doz. a. d. Techn.
Hochschule Berlin, Buenaventura-Kolumbien
(im Februar 1927)

Die Republik Kolumbien mit ihren auf 7 Mill. geschätzten Einwohnern und 1,4 Mill. km² Fläche ist ein Land, reich an Bodenschätzen mancher Art, unter andern auch an Petroleum¹⁾, und bekannt durch seine umfangreiche Kaffee-Ausfuhr und die Güte des Kaffees, der eine Hauptrolle im kolumbianischen Geschäftsleben spielt. Daneben blüht der Anbau von Bananen, deren Ausfuhr in Händen einer amerikanischen Gesellschaft, der United Fruit Company, liegt, sowie von Tabak und Zuckerrohr. Die Folge davon ist ein lebhafter Geschäftsverkehr, der trotz des vorläufig noch mangelhaften Verkehrsnetzes noch ein erhebliches Anwachsen verspricht. Ein allgemeiner Aufschwung und das Streben nach Verbesserung der Verkehrswege und damit der weiteren Erschließung des Landes ist zur Zeit unverkennbar.

¹⁾ Vergl. Randzio, „Erdöl in Kolumbien“, VDI-Nachr. 1927 Nr. 6, ferner die Berichte in Z. Bd. 63 (1919) S. 198 und Bd. 64 (1920) S. 74.

Eisenbahnen. Erst in neuester Zeit geht man energisch an den Ausbau dieser neben den Wasser- wichtigsten Verkehrswege. „Nur in einigen ebenen Gegenden waren im Laufe des vergangenen Jahrhunderts von privaten Gesellschaften ein paar kurze Eisenbahnstrecken ausgebaut worden, mit geringen Kosten, aber aus mangelhafter Wirtschaftlichkeit, auf Grund von Verträgen, die der Staat sehr belasteten und von den Gesellschaften fast ausschließlich in wenig befriedigender Weise durchgeführt wurden.“ (Dr. E. Jaramillo in seiner Denkschrift vom Juli 1926²⁾). Und weiter heißt es in dieser Denkschrift: „Die den fremden Gesellschaften verliehenen Rechte zum Bau und Betrieb von Eisenbahnen haben in Kolumbien wenig befriedigende Ergebnisse erzielt. Diese Gesellschaften, die sich durch kein Verlangen mit dem Land verbunden fühlten, haben nur die leichtesten Teilstrecken ihrer Konzessionen ausgebaut, was einen derartigen Mangel an wahrem Geiste bewies, daß sie gewöhnlich nicht einmal für einen zufriedenstellenden Eisenbahndienst vorsorgten . . . Auch zu

²⁾ Mitglied des vorbereitenden Ausschusses für die unter Aufsicht des Völkerbundes abzuhaltende internationale Konferenz.“

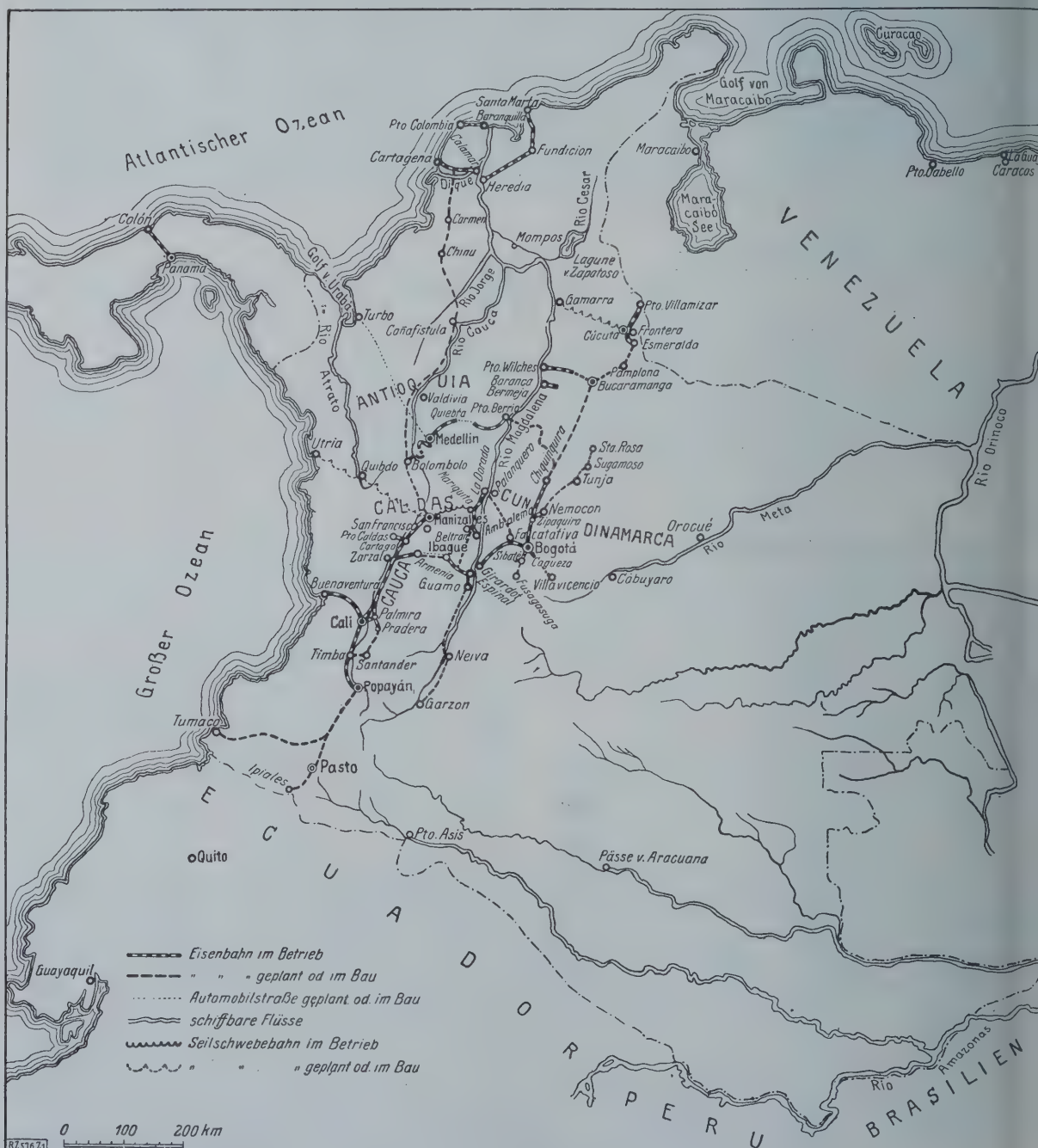


Abb. 1
Der heutige Stand des kolumbianischen Eisenbahnnetzes und seine geplante Erweiterung

Prozessen und Beanstandungen aller Art haben diese Verhältnisse Anlaß gegeben, so daß man seit geraumer Zeit keine richtigen Konzessionen mehr erteilen werden.“

Der Staat geht daher jetzt den einzig möglichen Weg, entweder auf eigene Kosten zu bauen oder durch Unternehmungen anzu lassen und die fertige Bahn dann in eigener Verwaltung als Staatsbahn zu betreiben. Anleihe von 100 Mill. \$ für die Bahn- und Wegebau hat die Regierung in der Versammlung, der große, zur Verwirklichung der besten Pläne genehmigt. Dann werden aber von den Departamentos, z. B. Cundinamarca (Gegend um Bogotá), Antioquia (Hauptstadt Medellín), Caldas (Hauptstadt Manizales), Cauca (Hauptstadt Cali), zum Teil noch durch innere Anleihen Mittel heraufgebracht. — Die bestehenden und zu bauenden Eisenbahnen sind durchweg eingeleitete Schmalspurbahnen, hauptsächlich mit Yardspur, 914 mm, oder mit Meterspur, in einem Fall, nur 28 km langen Bahn vom Seehafen Puerto Colombia nach dem Flußhafen Baranquilla, mit Yardspur, 1070 mm. Die Höchstgeschwindigkeiten betragen in den Gegendestrecken über 40 vT. Die Betriebsmittel, unter denen sich allerdings erfreulicherweise auch manche Erzeugnisse, z. B. Lokomotiven von Schwartzkopff, Borsig, Henschel, finden, sind je nach der Art der verschiedenen Verwaltungen, Staats-, Departements- oder landfremden Verwaltungen, sehr verschieden. Ebenso verschieden sind die Betriebsstoffe je nach dem Vorkommen in den betreffenden Gegenden verschieden. So sind die Lokomotiven der Antioquiabahn von Pto. Berrio am Magdalenaström bis zur Quiebra, die nach Medellín führende Bahn unterbrochen und der Verkehr durch eine gute Automobilbahn aufrechterhalten wird, während zur Zeit wird dort ein etwa 4,5 km langer Tunnel durch eine kanadische Gesellschaft im Auftrage der Antioquiabahn gebaut, der die Verbindung herstellen soll. In der kohlensamen Gegend der Pacific-Bahn, Cartago, werden die Lokomotiven mit Holz gefeuert, im übrigen mit Kohle. Die Behandlung von Fahrkarten und Gepäck ist ebenfalls je nach Eigenart der Verwaltungen verschieden, ebenso die der Tarife. Z. B. müssen auf der von der englischen Baranquilla Railway and Pier Company betriebenen, erwähnten Bahn vom Seehafen Pto. Colombia nach dem Flußhafen Baranquilla die Güter nach Maß bezahlt werden, nicht nur nach Gewicht, so daß mitunter für diese kurze Strecke phantastisch hohe Frachtkosten entstehen. Uns ist es bekannt geworden, wo die Eisenbahnfracht für eine schwere Ladung auf dieser 28 km langen Strecke annähernd so viel betrug, wie die Schiffsfracht von Hamburg nach Kolumbien. Da man vorläufig nur diesen einen Beförderungsweg dort zur Verfügung hat, so hat die Eisenbahn die Umpolstellung und nutzt das rücksichtslos aus. Es wird deshalb ernstlich der Bau eines Seehafens Baranquilla empfohlen.

Die allgemein schlechten Verkehrsverhältnisse waren auch bis dahin der innere Grund, daß die einzelnen Departamentos vielfach selbständig beim Bau von Verkehrsstraßen vorgingen, ohne sich um die andern Landesteile zu kümmern. Die Folge davon ist eine Erschwerung im Eisenbahnverkehr zwischen den einzelnen Departamentos. So auf der Reise von Manizales nach Cali, die in ihrem ersten Teil bis San Francisco entweder im Kraftwagen, oder auf dieser Straße häufig Unfälle wegen Absturzes zu vermeiden sind, besser mit Maultieren bewerkstelligt werden muß, geht der Zug der Caldasbahn nur bis Cartago. Es muß das Gepäck aus dem Güterschuppen der Caldas-

Zahlentafel 1
Übersicht über die kolumbianischen Eisenbahnen

Name der Bahn (bzw. Endhaltestellen) Ferrocaril de	Besitz S = Staat D = Depart. P = Privat	Gesamt- länge km	Davon fertig km	Im Bau km	Außer- dem geplant km	Spur- weite mm
(Baranquilla-)Pto. Colombia	P	28	28	—	—	1070
Santa Marta (-Fundacion)	P	159	159	—	—	914
Cartagena (-Calamar)	P	105	105	—	—	914
Cucuta-Pto. Villamizar	P	55	55	—	—	1000
„ -Frontera (Grenze)	P	16	16	—	—	1000
„ -Esmeralda	P	21	21	—	—	1000
„ -Esmeralda-Pamplona	S	49	—	49	—	1000
Central del Norte, Secc. I S (Pto. Wilches- Bucaramanga)	S	132	62	70	—	1000
Central del Norte, Secc. II (Bucaramanga- Chinquinquirá-Bogotá)	S	458	104	54	300	1000
Barrancabermeja (Ölbahn)	P	28	28	—	—	914
Antioquia (Pto. Berrio-Medellin)	D	190	190	—	—	914
Amagá (Medellin al Cauca)	D	97	58	39	—	914
Central de Bolivar (Cartagena-Cañafistula)	S	350	—	30	320	914
Troncal del Occidente (Cañafistula-Bo- lombolo)	S	300	—	18	282	914
Troncal del Occidente (Bolombolo-Caldas- bahn)	—	—	—	—	?	—
Caldas (Manizales-Cartago-Pto. Caldas al Cauca)	D	103	66	37	—	914
Pacifico (Cartago-Cali-Buenaventura)	S	347	347	—	—	914
„ (Cali-Popayan)	S	159	159	—	—	914
„ (Palmira-Santander)	S	70	14	—	56	914
„ (Zarzal-Armenia)	S	58	58	—	—	914
Quindiu (Armenia-Ibagué)	S	173	—	—	173	914
Timba-Santander	D	21	21	—	—	914
Nacaderos-Armenia	S	57	57	—	—	914
Tolima (Ibagué-Espinal-Flandes)	S	76	76	—	—	914
La Dorada (-Ambalema)	P	111	111	—	—	914
Girardot (-Facativá)	S	132	132	—	—	914
Cundinamarca (Facativá-Bogotá)	S u. D	40	40	—	—	914
„ (Facativá-Dintel)	S u. D	15	15	—	—	914
„ (Facativá-La Tribuna Pa- lanquero)	S u. D	180	7	14	159	914
Nordeste (Bogotá-Tunja)	D	166	32	78	56	1000
„ (Tunja-Sonta)	D	229	—	—	?	—
„ (Duitama-Sogamoso)	D	18	—	—	18	1000
Carare (Tunja-Moniquirá-Pto. Aquileo)	S	296	—	50	246	1000
Sur (Bogotá-Sibaté)	S	30	30	—	—	1000
„ (Tequendama)	S	10	5	5	—	1000
„ (Fusagasugá)	S	40	—	—	40	1000
Tolima-Huila-Caqueta (Espinal-Neiva- Garzon)	S	163	30	35	98	914
Narino (Tumaco-Pasto)	S	113	—	80	233	914
Popayan-Pasto-Ipiales	—	—	—	—	?	—

bahn nach dem einige hundert Meter weiter befindlichen Schuppen der Pacificbahn geschafft werden, und zwar durch den Fahrgast selbst, nicht etwa durch eine der Eisenbahnen. Der Zug der Pacificbahn hat keinen Anschluß, so daß der Reisende und das Gepäck bis zum nächsten Tag in Cartago mit seinen, wie meistens, mäßigen Unterkunftverhältnissen bleiben müssen. Oder: Reise von Girardot nach Bogotá. Die Strecke Girardot-Facativá ist national, Facativá-Bogotá departamental und national; sie hatten noch bis vor etwa 1½ Jahren sogar verschiedene Spurweiten, so daß Umsteigen und Umladen nötig waren. Auch heute noch muß das Gepäck in Facativá umgeladen werden und kommt daher einen Tag später in Bogotá an, als der Reisende. Sache einer einsichtigen Regierung wird es sein, auch darin Wandel zu schaffen und diese Nachteile beim weiteren Ausbau der Eisenbahnen zu vermeiden. Abb. 1 und Zahlentafel 1 zeigen in großen Zügen den heutigen Stand des kolumbianischen Eisenbahnnetzes und seiner geplanten Erweiterung.

Wasserwege. Der Hauptverkehrsweg in Kolumbien ist der Rio Magdalena; er wird es wohl auch, wenigstens für Güter, immer bleiben, auch wenn durch Eisenbahn- und Straßenbau neue Verkehrsmöglichkeiten geschaffen werden. Denn mit den neuen Wegen wird auch der Verkehr wieder zunehmen, und die Wasserstraße wird doch wohl der billigste Beförderungsweg bleiben. Heute ist das Land vollkommen von der Beförderung auf dem Magdalenaström abhängig, von seinem Wasserstand und — von den privaten Flußschiffahrtsgesellschaften, die die Monopolstellung genießen und daher in Tarifen und Art der Beförderung recht willkürlich verfahren trotz Regierungsvorschriften und Gesetzgebung.

Die Flußhäfen sind ebenso unvollkommen wie die Ladeeinrichtungen, der Strom selbst wochen- und monatelang

seicht, so daß Schiffe liegen bleiben oder nicht fahren können und die Ladungen zu Bergen aufgetürmt an den Ufern der „Häfen“, ja mitunter sogar irgendwo am Ufer an unbewohnter Stelle liegen bleiben. Ich habe für die Reise von Baranquilla nach Bogotá 18 Tage gebraucht. Dampferfahrt Baranquilla—La Dorada, dann Eisenbahn nach Beltran, da bei Honda Stromschnellen vorhanden und der Fluß nicht schiffbar ist, dann bis Girardot wieder Dampferfahrt und der Rest mit der Eisenbahn. Ebenso oft, wie der Reisende umzusteigen gezwungen ist, müssen aber auch Güter umgeladen werden. Es ist daher keine Seltenheit, daß sie ebenso viele Wochen, wie der Reisende Tage, für diesen Weg brauchen, ja sogar Monate, weil an den Umladestellen eine glatte Abwicklung des Umschlagens selten möglich ist und die Güter dann einfach liegen bleiben. Ein besonders krasser Fall beleuchtet grell den gegenwärtigen Zustand: Am 14. Februar 1927 explodierte ein großer Benzinvorrat, der am Ufer in Girardot aus Mangel an Unterbringungs- und Weiterbeförderungsmöglichkeit frei aufgestapelt war; der durch den Brand usw. angerichtete Schaden wird auf über 1 Mill. \$ geschätzt.

Die Frachten belaufen sich je nach dem Wasserstand auf etwa 65 bis 165 \$ für 1000 kg von Baranquilla bis Bogotá. Die Dampfer dürfen wegen der seichten Stellen nur ganz geringen Tiefgang haben und sind deswegen und weil der Strom namentlich nach Regen sehr viel Unkraut und Holz mit sich führt, nicht mit Schrauben, sondern mit großen Heckrädern aus Holz ausgerüstet; auf dem unteren Magdalena-Strom haben sie häufig Ölfeuerung, auf dem oberen Holzfeuerung. Die mitgeführten Kraut- und Holzmassen sind ein Problem. Die Flußregelung wird immer dringender nötig, und ist jetzt endlich auch in die Wege geleitet: Das deutsche Berger-Konsortium (F. Berger A.-G., Briske u. Prohl) hat den Auftrag dazu erhalten, und mit den Arbeiten ist bereits begonnen worden, nachdem man in vierjähriger Vorarbeit die nötigen Unterlagen dazu geschaffen hatte. Gleichzeitig wird als erster der Hafen von Pto. Berrio ausgebaut.

Von den Einheimischen wird noch die canoa, der Einbaum, benutzt, sowie das Floß in den verschiedensten Größen und Bauarten. Die canoa wird auch stromaufwärts verwendet, in mühevoller und langsamer Arbeit durch „Staken“ vorwärts gebracht. In der Karte sind außerdem die andern Ströme eingetragen, die auch schiffbar sind, in der Hauptsache sind das der Cauca und Atrato. Die vielen Flüsse und Ströme in den Llanos, den weiten und zum großen Teil noch unerforschten Ebenen im Südosten des Landes, sind nur teilweise für größere Fahrzeuge befahrbar. An Kanälen ist bis dahin nur einer, südlich von Cartagena, bekannt, der canal del dique.

Seilschwebebahnen. Zwischen Manizales und Mariquita an der La Dorada-Bahn ist eine 72 km lange Seilschwebbahn im Betrieb, aber nur für Güter- und Postverkehr. Sie ist eine Einseilbahn; abschnittsweise laufen hier Seile ohne Ende, an denen die Wagen festgeklemmt werden. An den Verbindungsstellen werden die Wagen über Schienen auf das nächste Seil geleitet. Die Bahn steigt von 2100 m (Manizales) zu etwa 4000 m in der Zentralkordillere und fällt dann bis auf etwa 500 m bei Mariquita. Sie wird von einer englischen Gesellschaft betrieben.

Eine zweite Seilbahn derselben Bauart, die aber auch für Personenverkehr dienen soll und elektrischen Antrieb erhält, wird Manizales mit dem Nachbarort Villamaria verbinden. Sie ist zur Zeit im Bau und soll in einigen Monaten fertiggestellt und dem Betrieb übergeben werden. Geplant ist außerdem der Bau einer weiteren Seilbahn von Manizales nach der Hauptstadt des Departements El Chocó, Quibdó, und gegebenenfalls von dort weiter bis zum Meer. Ferner ist eine Seilbahn im Bau von Gamarra am Río Magdalena nach Cúcuta für Personen- und Güterverkehr. Die Arbeiten dafür sind ebenfalls von einer englischen Gesellschaft in Angriff genommen. Es steht noch nicht fest, ob sie von ihr auch weitergeführt werden.

Kraftwagenstraßen. Sie werden mit „Carreteras“ bezeichnet, d. h. es werden alle Straßen, auf denen ein Fahren mit Kraftwagen möglich ist, so benannt, nicht etwa nur solche, die besonders für Kraftwagenverkehr oder gar ausschließlich für solchen erbaut worden sind, also grundsätzlich alle Straßen, die wir als Chausseen oder Wege erster Klasse bezeichnen. An ausgesprochenen Kraftwagenstraßen gibt es in fertigem Zustand nur eine, vor-

läufig in einer Länge von etwa 18 km, und das ist der Ar der „carretera al mar“, der geplanten Kraftwagenstraße, die Medellín mit Turbo am Golf von Urabá verbinden. Sie erhält Krümmungen mit 26,5 m Mindesthalbmessers Überhöhung; die Straßendecke besteht im ersten Teil Steinschlagmakadam. Andre Befestigungsarten, z. B. makadam werden erwogen. Eine ganze Reihe anderer Carreteras ist geplant, von denen wohl als erste die Quindío Straße, Ibagué-Armenia, ausgeführt werden wird, die möglichst bald diese wichtige Verbindung hergestellt, unabhängig vom Eisenbahnbau für diese Strecke auch für die nächste Zeit vorgesehen ist. Vorläufig ist eine Beförderung über den Quindío nur mit Maultieren möglich. Auch von Cali aus ist eine carretera im Bau, „al mar“, ein Ausdruck, der hier förmlich Schlagwort geworden ist und für den namentlich in Antioquia sehr Stimmung gemacht wurde.

Maultierwege. Sie sind, wie vor Jahrhunderten und vielleicht Jahrtausenden auch heute noch in vielen Kolumbiens die einzige Möglichkeit für Reise- und Güterbeförderung. Langsam und beschwerlich ist solch eine Reise, oft gefährlich, aber das Maultier ist ein sicheres Beförderungsmittel, und man hört selten von einem Unfall auf einer Maultierreise. Die Tiere selbst, Mulas, sind äußerst widerstandsfähig; und es wird ihnen hier schier unmöglich Scheinendes zugemutet. Wo das Maultier längst versagt, ist die mule immer noch sicher leistungsfähig, und dabei ist das kolumbianische Maultier auch ein besonderer Schlag, der ganz anders beansprucht wird und werden kann, als der deutsche. Der Reiter zu Pferd oder zu mule, ist ein kennzeichnendes Bild Kolumbiens — in seinen weiten Überziehhosen (zamarros) der ruana, dem mit einem Kopschlitz versehenen Umhang der großen Schuhbügel und, an einem Absatz nur, mit einem Riesensporn. Und ebenso bezeichnend ist die Anrede „caballero“ = Reiter für „Herr“, die auch heute sehr oft angewendet wird. Aber die Beförderung mit Maultier ist ebenso langsam und beschwerlich wie die mit einem Pferd. Eine Reise von Medellín nach Manizales mit einem Trup (Peon) und zwei Lasttieren kostet heute rd. 100 \$, dauert etwa vier Tage.

Luftverkehr. Unter den geschilderten Umständen erscheint die Frage nach dem nezeitlichsten Beförderungsmittel selbstverständlich. Die deutsch-kolumbianische Luftpostgesellschaft Scadta betreibt seit sechs Jahren mit besten Erfolg und größter Betriebsicherheit den Luftpostdienst Baranquilla nach Girardot mit Zwischenlandestellen. Sie betreibt ebenso in beschränktem Umfange die Beförderung Reisenden. Die Flugzeuge verkehren zweimal wöchentlich vorläufig, und die Nachfrage von Fluggästen ist groß, des hohen Preises von 200 \$ für die etwa zehnstündige Reise. Aber gegenüber einer Reise von 2½ Wochen mehr kann häufig diese an sich teure Reise eine Ersparnis bedeuten. Von außerordentlichem Wert ist der Luftpostdienst. Es besteht die Absicht, den Luftverkehr falls noch weiter auszubauen, u. a. ist für die nächste Zukunft eine Verbindung mit Panama in Aussicht genommen.

[M 5]

Die Möglichkeit der Weltraumfahrt

Prof. Oberth, Mediasch (Rumänien), Verfasser des Buches „Die Rakete zu den Planetenräumen“, München, hat in einer weiteren Zuschrift neben mehreren schon in dieser Zeitschrift Bd. 71 (1927) S. 1128 besprochenen Fragen die Verwendung von ineinandergestellten Raketen, die aufeinander abgeworfen werden, sowie die Benutzung der geneigten Bahn behandelt. Das erste Verfahren läuft offensichtlich auf eine Vergrößerung des gesamten Masseverhältnisses durch teilweise Mitnahme und Hebung wirkungsloser Raketenhüllen hinaus, während die geneigte Bahn immer einen Umweg bedeutet, der niemals mit einem Energiegewinn, also auch nicht mit Ersparnis verbunden sein kann.

Um weitere Mißverständnisse auszuschließen, bemerke ich, daß die von mir betonte Unausführbarkeit der Raketen mit den errechneten Massenverhältnissen auf wirtschaftlichen und konstruktiven Erwägungen beruht, die ein Ingenieur ohne weiteres einleuchten.

[N 7]

Danzig

H. Lore

RUNDSCHAU

Aus dem Ausland



Abb. 1

2C2-Schnellzuglokomotive, erbaut von der American Locomotive Co. für die New York Central-Bahn

Hauptabmessungen:

Zyl-Dmr. und Hub	635/711/2 007 mm	Heizrohre: 201 Stück, Dmr. 89 mm	} Länge 6248 mm
Achsstand der gekuppelten Achsen	4 267 "	und 37 " 57 "	
" von Lokomotive	12 298 "		
" von Lokomotive und Tender	23 203 "		
Rostfläche 3302 x 2293 mm	= 7,6 m ²	Achsdruck des vorderen Drehgestells	28,8 t
Dampfdruck	15,7 at	" der Treibräder	82,6 "
wb. Heizfläche Feuerbüchse	23,6 m ²	" des hinteren Drehgestells	44,2 "
" Wasserrohre	3,3 "	Dienstgewicht	155,6 m
" Heizrohre	390,5 "	Tender: Wasser	37,9 m
" Ueberhitzer	182,6 "	Kohle	17,0 t ³
insgesamt	600,0 m ²		

Eisenbahnwesen

Amerikanische Lokomotivtype „Hudson“

Am 14. Februar 1927 brachte die American Locomotive Co. die erste Schnellzuglokomotive der Achsanordnung 2C² zur Ablieferung, und zwar an die New York Central-Bahn, Abb. 1. Nach amerikanischem Gebrauch wurde für Lokomotiven dieser Achsanordnung eine neue, feste Bezeichnung, und zwar hier „Hudsontype“, geprägt. Die Lokomotive fährt im Schnellzugdienst dieser Bahn die bekannten Schnellzüge Empire State Expres, Twentieth Century Limited usw., die bisher mit 2C1-Lokomotiven, häufig in mehreren Teilen, gefahren werden mußten.

Zum schnelleren Anfahren ist die letzte Achse des vierten Drehgestells mit Zusatzmaschine versehen, die die Zugkraft von 18 270 kg auf 23 214 kg vermehrt. Besonders bemerkenswert ist, daß dieses Drehgestell, dessen Rahmen der Commonwealth Steel Co. in einem Stück gegossen ähnlich wie bei den 1D2-Güterzuglokomotiven der American Locomotive Works²⁾ als selbständiges Fahrzeug zwischen dem vor der Feuerbüchse endenden Hauptrahmen der Lokomotive und dem Tender eingeschaltet ist. Es über-

nimmt also die Zugkraft der Lokomotive und leitet sie an den Tender weiter.

Auf das Drehgestell stützt sich die Feuerbüchse, doch ist die Abfederung wie bei dem einachsigen Commonwealth-Delta-Gestell mit den nächsten zwei gekuppelten Achsen durch Ausgleichhebel verbunden.

Die Achsschenkel der Treibachse sind 356 mm lang bei 292 mm Dmr., sie sind mit Rücksicht auf den hohen Kolbendruck mit seitlichen, unter Achsmitte liegenden zusätzlichen Lagerschalen versehen.

Von der Ausrüstung seien der Kleinrohrüberhitzer mit 182 Rohren und der Speisewasservorwärmer, Bauart Elesco, erwähnt. Alle Dampfrohre und Ventile sind möglichst aus dem Führerhaus hinaus in einen besonderen Aufbau verlegt.

Angenehm berührt das Bestreben nach tunlichst gutem Aussehen durch möglichst starke Verminderung der Sichtbarkeit der äußeren Leitungen und Züge und ihre geradlinige Anordnung, dort, wo kein Verstecken möglich war.

[M 350]

M.

Amerikanische Hochdrucklokomotive

Im Anschluß an die Mitteilung Bd. 70, S. 1331, bringen wir in Abb. 2 die 1924 von der American Locomotive Co. nach den Entwürfen von Muhlfeld für die Delaware-

¹⁾ Vergl. „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ Bd. 81 (1927) S. 48.

²⁾ „Railway Age“ Bd. 77 (1927) S. 523.



Abb. 2

Hochdruck-Lokomotive der Delaware-Hudson-Bahn

Hudson-Bahn gebaute 1 D-Hochdrucklokomotive für 24,6 at, „Horatio Allan“⁽¹⁾.

Infolge der günstigen Ergebnisse dieser Lokomotive hat die Bahn eine weitere ähnliche Lokomotive, aber für 28,1 at, „John B. Jervis“, in Dienst genommen, die ebenfalls nach den Entwürfen von Muhlfeld von der American Locomotive Co. gebaut ist. Gegenüber der ersten Ausführung sind lediglich geringe Abänderungen vorgenommen worden; die Rostfläche wurde von 6,64 auf 7,62 m² und die Länge der Heizrohre von 3525 auf 3886 mm vergrößert. Die gesamte Verdampfheizfläche blieb infolge anderer Rohrteilung gleich, nämlich 297 m², während die Überhitzerheizfläche von 53,8 auf 65 m² erhöht wurde. Ferner wurde der Durchmesser der Zylinder, entsprechend dem höheren Dampfdruck, von 598 auf 565 und von 1041 auf 965 mm verkleinert.

Dabei war es möglich, das Dienstgewicht von 158 auf 152,6 t herabzusetzen. Bemerkenswert ist es, daß sich Muhlfeld für die Anordnung des Blasrohres und des Schornsteins die neuesten Ausführungen der Deutschen Reichsbahn mit tiefliegendem Blasrohr und weitem Schornstein zum Vorbild genommen hat.

Der Tender dieser Lokomotive wurde zum Durchfahren längerer Strecken sechsachsiger ausgeführt, wobei das hintere Drehgestell wiederum eine auf zwei Achsen wirkende Antriebsmaschine nach Bauart der Bethlehem Steel Works trägt.

Inzwischen ist auch die an gleicher Stelle erwähnte 2 E 1-Dreizylinder-Hochdrucklokomotive von Baldwin auf der Prüfanlage der Pennsylvania-Bahn Versuchen unterzogen worden. Auffällig ist bei diesen Versuchen die geringe Schwankung des Wasser- und Kohlenverbrauches bei den verschiedenen Betriebslagen.

Der Wasserverbrauch schwankte für Füllungen zwischen 50 und 80 vH im H.D.-Zyl. und Geschwindigkeiten von 24 bis 48 km/h nur zwischen 6,45 und 6,90 kg/PS₁h und geht erst bei 90 vH Füllung und 24 km/h auf 7,4 kg/PS₁h. Der Wert von 6,45 kg ist der niedrigste, der bisher überhaupt auf der Prüfanlage der Pennsylvania-Bahn erreicht worden ist. Der Kohlenverbrauch liegt im Mittel etwa bei 1,15, steigt aber bei 3600 PS am Zughaken auf 1,48 kg/PS₁h.

Neuartig ist, daß man bei den Versuchen wohl mit großer H.D.-Zyl.-Füllung, aber mit kleinen N.D.-Zyl.-Füllungen arbeitete. Das Zylinderraumverhältnis beträgt 1 : 2. Die Füllungsverhältnisse schwanken von 50 bis 80 und 90 vH im H.D.-Zyl. zu 20 bis 50 und 70 vH im N.D.-Zyl.

Bei $n = 120$ entsprechend $v = 24$ bis 36 km/h war die Arbeitsverteilung in allen drei Zylindern ziemlich gleich, mit zunehmender Umdrehungszahl nimmt aber die Arbeit des H.D.-Zyl. dann schnell ab, so daß z. B. bei $n = 200$ entsprechend $v = 60$ km/h und 60 bzw. 30 vH Füllung der H.D.-Zyl. nur noch etwa $\frac{1}{10}$ so viel leistete wie ein N.D.-Zyl. Doch war auch unter diesen Bedingungen der Dampfverbrauch mit 7 kg/PS₁h noch günstig. [M 395] M.

¹⁾ „Railway Age“ Bd. 72 (1927) S. 975. „Railway and Locomotive Engineering“ Bd. 40 (1927) S. 33 u. 63.

Dieselelektrische Verschiebelokomotiven

Nachdem sich die 55 t schwere, als 60 t-Lokomotive bezeichnete, 300 PS leistende dieselelektrische Lokomotive der General Electric Co. in größerer Zahl bei verschiedenen Bahnverwaltungen in Amerika gut bewährt hat, hat die Long Island Railroad eine solche 600 PS leistende Lokomotive für den Verschiebedienst eingestellt.¹⁾

Diese Lokomotive hat zwei sechszylindrige Motoren der Ingersoll Rand Co. von 300 PS bei 600 Uml./min, 254 mm Zyl.-Dmr. und 305 mm Hub. Der Brennstoffverbrauch soll etwa 195 g/PS₁h betragen. Die Öl- und Kühlpumpe sowie der Anlaßverdichter sind mit dem Hauptmotor unmittelbar gekuppelt. Die Druckluft zum Anlassen der Dieselmotoren wird in drei Behältern aufgespeichert. Der Rohrkühler ist auf dem Lokomotivdach untergebracht und hat etwa 223 m² Kühlfläche.

Die beiden Motoren sind je mit einer sechspoligen Gleichstromdynamo gekuppelt. Diese Stromerzeuger haben Ausgleich- und Gegenverbundwicklung, die die Erregung durch den Ankerstrom beeinflusst, so daß Spannungs- und Motorzugkraft annähernd umgekehrt verhältnismäßig sind. Den Erregerstrom liefert eine besondere Maschine, die unmittelbar mit dem Stromerzeuger gekuppelt ist und von einer 23 V-Batterie bei kleineren Drehzahlen erregt und bei großer Drehzahl auf Selbstregung geschaltet wird.

Die vier Tatztenlagermotoren mit der Übersetzung 70 : 16 sind in den beiden Drehgestellen untergebracht. Die Leistung wird vollkommen selbsttätig durch Brennstoffzufuhr und mit Hilfe der Gegenregung des Stromerzeugers ge-

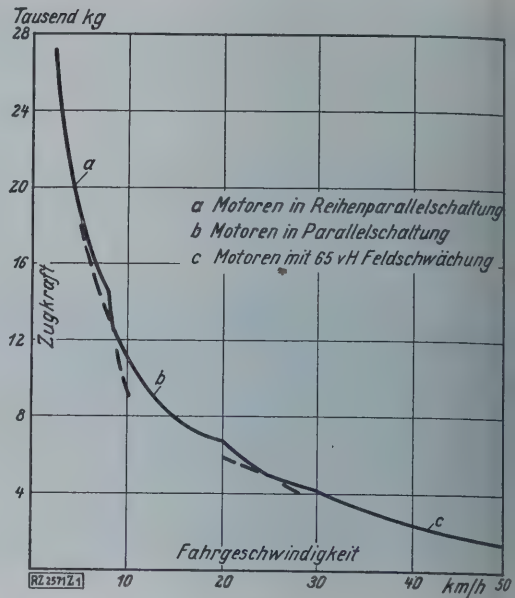


Abb. 3
Zugkraft-Schaulinie der dieselelektrischen Lokomotive

regelt. Zur besseren Belastung und Hebung des Wirkgrades des Stromerzeugers werden die Motoren in Reihenparallelschaltung und in reiner Parallelschaltung sowie höhere Geschwindigkeiten mit Feldschwächung auf betrieben. Die so erreichte Zugkraft geht aus Abb. 3 vor. Die Lokomotive wiegt 90 t bei rd. 23 t Achslast. Die Hauptabmessungen betragen: Länge über die Räder 14 m, Gesamthöhe 4,2 m, Gesamtbreite 3,2 m, Radabstand 1440 mm. [M 2571]

Berlin.

Süberkr

Lokomotivdauerfahrten

Es ist noch nicht so lange her, da wurde in jeder Lokomotive ein sorgfältig zu behandelndes Einzelwesen gesehen. Jede Lokomotive hatte ihre bestimmte Mannschaft, sie wurde nur in Betrieb, wenn die Mannschaft Dienst hatte, und von einer Lokomotive hintereinander zurückzulegende Strecke war infolgedessen recht beschränkt. Das hat sich mit der Zeit geändert. Was in Amerika schon lang her war und sich dort bewährt hatte, wurde auch in Deutschland allmählich Erfordernis, und die stärkere Ausnutzung der Lokomotiven mit mehrfachem Mannschaftswechsel ist selbstverständlich. Weitere Erhöhungen der Wirtschaftlichkeit sind durch Verringerung des Lokomotivwechsels zu erreichen, so daß längere Strecken, die im Seilzugdienst vorkommen, mit einer einzigen Lokomotive durchgeführt werden.

Im allgemeinen ist bei Kohlenfeuerung die Schlackung des Feuers zu groß, weswegen die Längstrecken mit ölgefeuerten Lokomotiven gefahren werden. Hier ist die Southern Pacific führend, die zwischen Angeles in Kalifornien und El Paso in Texas auf einer Entfernung auf der einen Linie von über 1300 km und auf der anderen von über 1450 km auf einer zweiten, die einen kleinen Umweg macht, fünf Schnellzüge täglich in beiden Richtungen verkehren, die die ganze Strecke ohne Lokomotivwechsel zurücklegen. Man muß bedenken, daß diese Strecke beinahe der Entfernung Berlin-Rom entspricht, oder der Entfernung Berlin-Bordeaux über Paris.

Den Dienst versehen 25 Lokomotiven der sogenannten „Mountain“-Bauart¹⁾ mit der Achsanordnung 2 D 1, v, die Hinterachse noch mit einer Zusatzdampfmaschine, die über immer mehr aufkommenden Booster, versehen ist. Die Lokomotiven haben eine Zugkraft von mehr als 30 000 kg. Bei der früheren Betriebsform mit häufigem Lokomotivwechsel würden 50 Lokomotiven notwendig gewesen sein.

Öl wird nur an vier Stellen unterwegs nachgeliefert. Wasser häufiger, obwohl die neuen Tender rd. 60 m³ Wasser fassen. Die längste ohne Aufenthalt zurückgelegte Strecke beträgt deshalb auch nur etwa 260 km. Bei uns in Deutschland sind ohne Aufenthalt zurückgelegte Strecken ebenfalls länger, obwohl unsere größten Tender nur 30,5 m³ neuerdings 32 m³ Wasser fassen²⁾.

In einem Vortrag vor der International Railway Convention in Chicago im Mai d. J. wurde berichtet,

¹⁾ „The Railway Engineer“ Bd. 47 (1926) S. 393.

¹⁾ Vergl. a. Z. Bd. 70 (1926) S. 1745.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1725.



Abb. 5
Kohlenverladebrücke für je 700 t/h Umschlagleistung der Consolidated Gas Co.

h die Ersparnisse lediglich durch die geringere Zahl
e notwendigen Lokomotiven auf 2 400 000 \mathcal{M} belaufen,
zu noch monatliche Ersparnisse an Kosten für Loko-
motivschuppen, Anheizen und unter Dampf halten von
45 000 \mathcal{M} kommen und wobei außerdem noch die Aus-
lasserkosten je Lokomotivkilometer sich um 16 vH ver-
mindern. („Railway Age“ Bd. 83 (1927), S. 88.) [N 700]
Berlin. Jacobssohn.

Förderanlagen

Neue amerikanische Verladebrücken

Im Sommer 1926 sind für die Consolidated Gas Co.,
Hunts Point bei New York, umfangreiche Kohlenumschlag-
anlagen in Betrieb genommen worden, die hinsichtlich der
Zusammenstellung der einzelnen Förderernteile und durch die
großen Abmessungen der Verladebrücken hervorragen.

In den Vereinigten Staaten werden die Förderbänder
i steigendem Maße bevorzugt, während man von der An-
wendung der Pendelbecherwerke mehr und mehr abkommt.
ach für die Kohlenumschlaganlagen des genannten New
Yorker Gaswerkes hat man Förderbänder ausgiebig ver-
wendet. Die Gesamtlänge aller auf diesem Werke vorhan-
denen Bänder beträgt für den ersten Ausbau bereits etwa
200 m, die Bandbreiten schwanken zwischen 1,2 m und 1,6 m.

Den beachtenswertesten Teil der maschinellen Einrich-
tungen bilden jedoch die drei ungewöhnlich schweren Ver-
ladebrücken, deren Einzelgewicht mit etwa 1100 t angegeben
wird. Die beiden wasserseitigen Brücken a und b, Abb. 4,
sind mit aufklappbaren Auslegern von je etwa 20 m Länge
ausgestattet, während die landseitige Brücke c nur einen
festen rückwärtigen Ausleger hat, der die Überleitung des
Fördergutes auf das Band d zuläßt. Wahlweise kann nun
Brücke c mit einer der beiden Brücken a oder b so zu-

sammengekuppelt werden, daß die Führerstandkatzen be-
liebig von einer Brücke auf die andre überfahren können,
Abb. 5. Alle drei Brücken sind außerdem mit Förder-
bändern von je etwa 1,2 m Breite versehen, die seitlich der
Brückenachse in der Eisenkonstruktion eingebaut sind und
die Förderleistung der Brücken wesentlich steigern. Die
Führerstandkatzen haben schwenkbare Greiferwindwerke,
die Greifer fassen etwa 7 m³.

In Verbindung mit den Brücken arbeitet ein parallel
zur Kaimauer im Abstände von 165 m laufendes Förder-
band d von etwa 300 m Länge und 1,6 m Breite, das von
der Brücke c gespeist wird und im Verteilturm e endigt.
Zwei weitere Bänder f und g von je 1,6 m Breite laufen senk-
recht zur Kaimauer ebenfalls nach oder von dem Turm e, und
zwar ist das Band f von etwa 163 m Länge für Koksforde-
rung bestimmt und trägt an der Wasserseite im Turm h
eine Überladevorrichtung. Das Band g verläuft dicht neben
dem Bande f, ist etwa gleich lang und fördert vorzugsweise
Kohlen von der Kippergrube i, die von dem längs der Kai-
mauer laufenden Beschickwagen k gefüllt wird.

Der Kohlenstapelplatz selbst ist 330 m lang und 160 m
breit und kann beim später vorgesehenen Erweiterungsbau
des Werkes noch beträchtlich vergrößert werden. Das
Kohlenlager, das durch die Brücken a und b überspannt
wird, befindet sich an der Wasserseite, während das Lager
für Koks (in geringerem Umfang auch für Kohle) die land-
seitig liegende Fläche umfaßt und von der Brücke c be-
dient wird.

Beim Kohlenumschlag aus den Schiffen
können die in Schiffen oder Leichtern ankommenden Kohlen
auf der vorderen oder hinteren Lagerplatzfläche gestapelt wer-
den. Der Greifer der Brücke a oder b wirft das Fördergut
in einen Überladebunker, der im wasserseitigen Stützenfuß
der Brücke eingebaut ist und sich etwa 12 m von der Kai-
mauer befindet. Ein kurzes Querband bringt die Kohlen
auf das längs der Brücke laufende Hauptband, und
der fahrbare Abwurfwagen stürzt die Kohlen an beliebiger
Stelle des Lagerplatzes ab. Wenn die Brücke c mit einer
der vorderen Brücken gekuppelt wird, so kann auch auf
das Band der Brücke c übergeladen und auf dem hinteren
Teile des Platzes gestapelt werden. Die Förderleistung der
Brücken beträgt je etwa 700 t/h. Bei diesen Umschlagver-
fahren legen die Führerkatzen nur eine kurze Fahrstrecke
von etwa 15 m zurück, während die Hauptförderstrecke den
Bändern überlassen bleibt. Andererseits können auch die
Führerkatzen die Kohlen aus den Schiffen nach dem vorderen
oder hinteren Lagerplatz weiterbefördern, und zwar
dann, wenn die Bänder vorübergehend nicht betriebsbereit
sind. Die Leistung ist in diesem Falle naturgemäß ge-
ringer, immerhin ist durch diese Anordnung eine wirksame
Betriebsaushilfe gewährleistet.

Für die Wiederaufnahme der Kohlen vom
Lagerplatz ist der Beschickwagen k erforderlich,
der auf dem an der Kaimauer hinführenden Gleise elek-
trisch verfahren wird. Die vom Lagerplatz durch den
Greifer aufgenommenen Kohlen werden in einen Zwischen-
bunker in der wasserseitigen Brückenstütze abgeworfen und
durch den elektrisch betätigten Verschuß, der vom Wagen-
führer bedient wird, in den Beschickwagen abgezogen.
Wenn dieser Wagen über der Grube i angelangt ist, werden

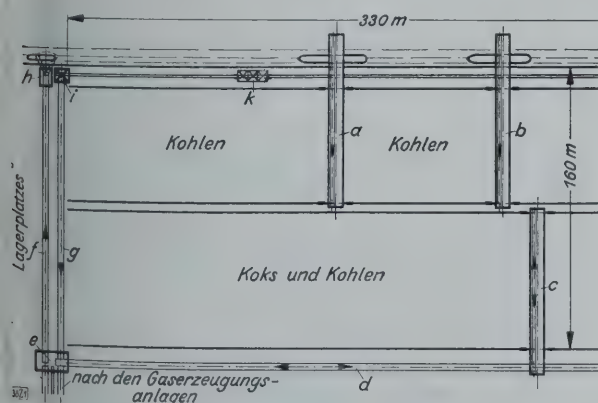


Abb. 4
Lageplan der Förderanlagen der Consolidated Gas Co.
in Hunts Point bei New York
a, b wasserseitige Verladebrücken c landseitige Verladebrücke
d Förderband von c nach e e Verteilturm f, g Bänder zwischen
d und h oder i h Entladeturm i Kippergrube k Beschickwagen

mittels Druckluft die Bodenverschlüsse geöffnet. Das Fördergut wird von der Grube aus durch ein kurzes schräges Plattenband nach dem Hauptbande *g* übergeleitet und gelangt durch den Verteilturm *e* unter Vermittlung weiterer Bänder schließlich nach den Gaserzeugungsanlagen. In diesem Fall ist die Leistung mit 500 t/h begrenzt, da die Gasanlagen hinsichtlich ihrer Abmessungen für diese Zahl berechnet sind.

Will man Koks von der Gasanlage nach Leichtern oder Eisenbahnwagen fördern, so erhält das Band *f* vom Verteilturm *e* den Koks und fördert ihn nach dem Turm *h*. Hier wird der Koks auf ein schwenkbares 1,6 m breites Auslegerband übergeladen, das über die Kähne oder Eisenbahnwagen geschwenkt wird.

Das Band *d* ist umkehrbar und mit einer Abwurfvorrichtung ausgestattet, die für die Förderung zum Stapelplatz ein Überleiten des Kokses auf das Band der Brücke *c* gestattet. Auch dieses Band ist umkehrbar und mit zwei Abwurfwagen versehen, da es andererseits auch das von der Brücke *a* oder *b* erhaltene Gut in entgegengesetzter Richtung fördern und abwerfen muß. Der Koks wird im Bereiche der Brücke *c* gestapelt, die Leistung beträgt rd. 375 t/h.

Von dem Greifer der Brücke *c* wird der Koks, der vom Lagerplatz zur Gasanlage gefördert werden soll, in den in den hinteren Stützenfuß eingebauten Überladebunker abgeworfen. Durch ein schräges Plattenband wird der Koks unter Vermittlung einer Schüttelvorrichtung auf das Längsband *d* aufgegeben und von dort nach dem Verladeturm *e* gefördert, von dem aus er zu den Siebanlagen kommt. Die Förderleistung richtet sich hier nach der Siebgröße und beträgt etwa 140 t/h.

Auch das Rückverladen des Kokses vom Lager nach den Schuten oder Eisenbahnwagen geschieht auf dem Förderwege über die Türme *e* und *h* in ähnlicher Weise, wie bereits beschrieben. Die Leistung beträgt dabei etwa 375 t/h.

Damit die Anlage später erweitert werden kann, verlaufen die beiden Bänder *g* und *f* unter den vorderen und hinteren Brückenfahrbahnen, so daß auch bei Vergrößerung des Stapelplatzes die drei Brücken überall frei durchfahren können. Ebenso ist auch die Anordnung der übrigen Förderanlagen für einen späteren Ausbau der Gesamtanlage zugeschnitten.

Der Entwurf und die Ausführung der beschriebenen Förderanlagen stammt von der bekannten Kranbaufirma Brown-Hoisting in Cleveland, Ohio. [M 338]

Dresden-A. Dr.-Ing. W. Franke

Eisenhüttenwesen

Neue Walzwerkanlage der Wisconsin Steel Co.

In der neuen Walzwerkanlage der Wisconsin Steel Co., South Chicago, Ill.¹⁾, werden nicht nur T-Träger, U-Eisen, Winkel, Rund- und Quadrateisen, sondern auch Flacheisen, Bleche und Platinen gewalzt. Das Walzwerk ist in einem Gebäude von 277 m Länge untergebracht und besteht aus sieben Gerüsten, Abb. 6.

Die elektrische Einrichtung umfaßt einen Umformer mit Schwungrad, bestehend aus zwei 3000 kW-Gleichstrom-Stromerzeugern, die von einem 6500 PS-Wechselstrom-Motor von 2200 V angetrieben werden. Der eine Stromerzeuger treibt einen 3100 PS-Umkehrmotor für das Universalwalzwerk und das Walzgerüst 2 an. Der zweite liefert den Strom für drei 200 PS-Motoren mit veränderlicher Umdrehungszahl zum Antrieb der Gerüste 3 bis 7, und zwar haben die Gerüste 3 und 4, 5 und 6 und 7 je einen besonderen Motor. Die fünf Gerüste 3 bis 7 haben Walzen von 610 mm Dmr. und laufen mit 0 bis zu 200 Uml./min. Außerdem hat man noch einen 1000 kW-Umformer zur Lieferung von 250 V-Gleichstrom für die Hilfsmotoren und Krane aufgestellt.

Zum Anwärmen der Knüppel und Brammen dienen zwei Wärmöfen, und für einen dritten ist der Platz vorhanden. Jeder Ofen ist innen 17,07 m lang und 4,27 m breit und kann entweder mit Koksofengas oder Öl geheizt werden. Die aus dem Ofen ausgestoßenen Knüppel fallen auf einen Rollgang, der sie zu einer Teilschere mit Druckwasserantrieb bringt; von da gelangen sie mittels eines Schleppers zum Zuführungsrollgang des Universalgerüsts, das zwei Walzen von 685 mm Dmr. hat. Auf diesem Gerüst können Platinen in der Breite von 165 bis zu 760 mm gewalzt werden. Den Fertigstich erhalten die Platinen auf Gerüst 3, zu dem sie durch eine Schleppvorrichtung befördert werden.

Das Universalgerüst kann auch als Vorgerüst für große Träger oder für die ersten Stiche von Blechen von 165 bis zu 400 mm Breite benutzt werden, die in den übrigen

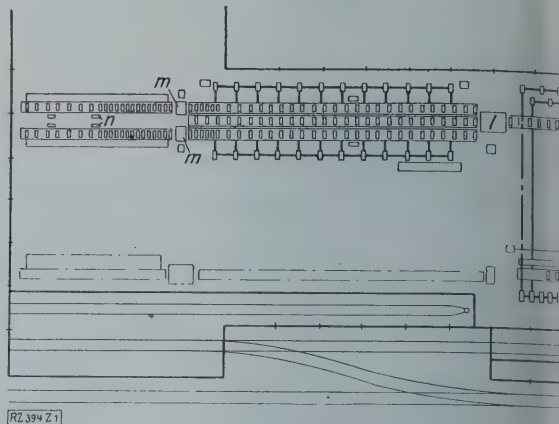


Abb. 6
Walzwerk der Wisconsin Steel Co.

Gerüsten fertig gewalzt werden. Das Universalgerüst kann in vollem Betrieb für die Herstellung von Platinen bleiben, während auf den Gerüsten 2 bis 7 Walzen gewechselt werden. Das Gerüst 2 hat zwei Walzen von 685 mm Dmr. Der Auslaufrollgang des Gerüsts führt den Walzstab unmittelbar zum Gerüst 3, das drei Walzen von 610 mm Dmr. hat, von denen aber nur die beiden oberen angetrieben werden, während die untere Walze eine Schleppwalze ist, durch die die untere Walze des Gerüsts 4 angetrieben wird.

Der Walzstab, der im Gerüst 3 nur einen Stich empfangen hat, wird auf den Zuführungsrollgang des Gerüsts gestoßen, das auch ein Duogerüst mit zwei 610 mm-Walzen ist. Die Oberwalze dieses Gerüsts wird durch die Mittelwalze des Gerüsts 3 angetrieben. Der 2000 PS-Motor dieses Gerüsts hat eine von 230 bis 460 Uml./min veränderliche Drehzahl. Auch im Gerüst 4 erhält der Walzstab einen Stich, geht dann über einen leicht geneigten Rollgang, der für das Walzen von Blechen eine Drehrichtung hat, zum Gerüst 5 mit zwei Walzen von 610 mm Dmr. und wird nach Verlassen dieses Gerüsts auf den Zuführungsrollgang des Gerüsts 6 mit drei Walzen gestoßen. Die Gerüste 5 und 6 stehen in Linie und werden auch mit einem 2000 PS-Motor durch Zahnradübersetzung mit Drehzahlen zwischen 230 und 460 Uml./min angetrieben.

Der Antrieb zwischen den Gerüsten 5 und 6 ist ähnlich wie zwischen 3 und 4, mit der Ausnahme, daß in diesem Fall die zwei unteren Walzen im Gerüst 6 zum Walzen dienen, während die Oberwalze von Gerüst 6 eine Schleppwalze ist, die nur dazu dient, die Oberwalze von Gerüst 6 anzutreiben. Die untere Walze von Gerüst 5 wird durch die Mittelwalze von Gerüst 6 angetrieben. Der Walzstab läuft nach Verlassen dieses Gerüsts einen geneigten Rollgang hinauf zum Duogerüst 7 mit Walzen von 610 mm Dmr. Vor dem Gerüst ist eine Kantvorrichtung eingebaut, die dünne Bleche oder Flacheisen hochstellen zu können. Auf diesem Gerüst wird von einem gleichen Motor wie oben angetrieben.

Durch Verwendung von Schleppern ist erreicht, daß alle Rollgänge parallel zueinander verlaufen, und da die Auslaufrollgänge der Gerüste 1, 3 und 7 auf derselben Ebene liegen, befinden sich auch die dazu gehörenden Warmbetten in einer Ebene, so daß alle Walzstäbe einem einzigen Scherenrollgang zugeführt werden können. In den Rollgängen sind Winkel- und Flacheisen-Richtmaschinen, die beliebig verstellt werden können, eingebaut. Hinter der letzten Richtmaschine ist eine Schleppvorrichtung angeordnet, die die Walzstäbe auf zwei parallel zueinander liegende Rollgänge abzieht, die sie zu den beiden Scheren bringen. Die geschnittenen Enden fallen in ein Gerüst, das auf einer Waage steht. Aus dem Gerüst werden die Stäbe mit einem Kran herausgehoben. [M 394]

Amberg

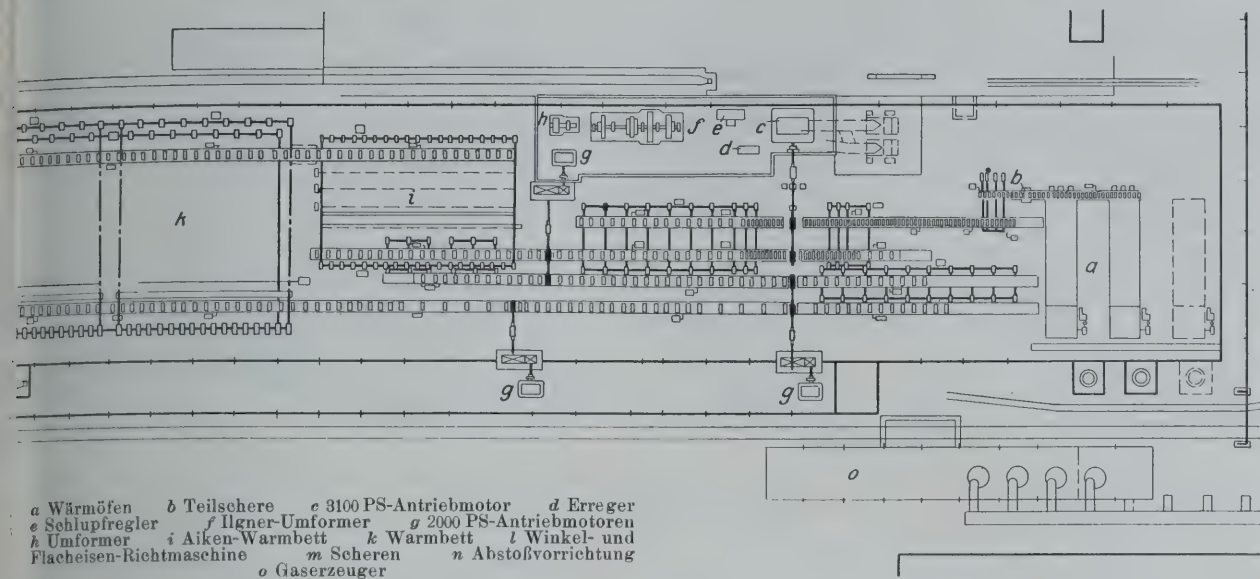
H. Illies

Metallhüttenwesen

Das Coley-Verfahren zur Zinkdarstellung

Viel Beachtung findet neuerdings das Coley-Verfahren zur Zinkdarstellung. Besonders in England und in den Vereinigten Staaten kehren Berichte über das Verfahren

¹⁾ „The Iron Age“ Bd. 119 (1927) S. 923.



den technischen Zeitschriften mehrfach wieder¹⁾. Den
Richtungen kann man folgendes entnehmen:

Nach vierjährigen Vorversuchen ist der erste größere
Ofen bei Stewarts und Lloyds, Halesowen bei Birming-
ham, errichtet worden.

Das Rohertz (Blende, Galmei oder sonstige zinkische
Rohstoffe oder Abfallstoffe) wird, auf 6,35 mm Maschen-
weite abgesiebt, in einen Vorerhitzer aufgegeben, in dem
s getrocknet und teilweise abgeröstet wird. Aus diesem
gelangt es in den Hauptreaktionsraum, eine etwa 9 m
ange Röhre von annähernd $\frac{1}{2}$ m Dmr. Durch Drehung
der schwach geneigt gelagerten Röhre wandert das Gut
durch die Röhre in etwa 3 h. Der Durchsatz beträgt rd.
 $\frac{1}{2}$ t/h Rohertz, d. h. 10 bis 12 t in 24 h.

Die Röhre besteht aus einer Sonderlegierung und
wird durch Gasgeneratorgas mittels Regenerativfeuerung
von außen beheizt. Die aufgegebenen Stoffe wandern
im Innern der Röhre durch eine Oxydationszone und
eine Reduktionszone. In der letzteren soll eine Tem-
peratur von 1000° bis 1100°C herrschen. Bei Eintritt
in die Reduktionszone soll die Beschickung völlig in
Oxyd umgewandelt und in poröser Beschaffenheit vor-
handen sein.

Die Stoffe werden mittels flüssigen Kohlenwasser-
stoffs reduziert, der am Reduktionsende des Ofens durch
die Achse des Hauptrohres eingeführt wird. Der
Kohlenwasserstoff wird in kaltem Zustand mittels
einer wassergekühlten Düse zugeführt, aus der er un-
mittelbar auf das erhitzte Oxyd gespritzt wird. Hier-
durch soll vorzeitige Zersetzung durch Kracken ver-
mieden und ein Zerfall in die Elemente erst beim Zu-
sammentreffen mit dem Oxyd und in innigster Berüh-
rung mit diesem bewirkt werden.

Die Reduktionswirkung wird dem Kohlenstoff zu-
geschrieben, der im Augenblick der Entstehung vor-
handen sein und daher besonders energisch wirken soll.
Hieraus soll es sich auch erklären, warum die Reduk-
tion sich bereits bei 1100° abspielt. Im Versuchs-
ofen soll die höchste Reaktionswirkung schon bei 1000° er-
reicht worden sein.

Die Zinkdämpfe werden in einem wassergekühlten
Kondensator niedergeschlagen. Der feste Rückstand wird
am Ende der Röhre fortlaufend ausgetragen und ist zur
Weiterverarbeitung auf Blei, Silber und andere Metalle
geeignet.

Als Vorteile des Verfahrens werden geltend gemacht:
fortlaufender Betrieb, Steigerung der Ausbeute, Minder-
bedarf an Arbeitskräften, Verminderung der Brennstoff-
kosten, leichte Verwertbarkeit der Rückstände und Weg-
fall der Retorte. Das Verfahren soll sich auch beson-
ders zur Verarbeitung armer Erze (z. B. von Blende mit
20 vH Zn und weniger) eignen. Die Ausbeute soll aus
reicheren Erzen 95 bis 98 vH, aus ärmeren Erzen 90
bis 95 vH betragen (Angaben von Stewarts und Lloyds).
Die Kosten eines Ofens für 10 t Tagesdurchsatz werden
zu 5000 £ gegenüber 20 000 £ unter gegenwärtigen Ver-

hüttungsbedingungen, die reinen Verhüttungskosten (ohne
Erzkosten) zu 5 £/t Rohzink, d. h. etwa ein Drittel der
sonst üblichen, angegeben.

Die Durchführbarkeit des Coley-Verfahrens im prak-
tischen Großbetrieb hängt zunächst entscheidend von der
Sonderlegierung ab, aus der die Reaktionsröhre bestehen
soll. Der Werkstoff muß bei 1200 bis 1300° Außen-
temperatur gegen die Feuergase unempfindlich sein und bei
dieser Temperatur noch die vorgeschriebene Festigkeit haben,
um das Eigengewicht und den Rohstoffinhalt ohne Form-
änderung zu tragen. Er muß ferner bei 1100° Innentem-
peratur der Röhre gegen die Einwirkung von Metall-
dämpfen, Kohlenstoff, Wasserstoff, Wasserdampf, SO₂- und
CO₂-Gasen und Schlacken aller Art unempfindlich sein.
Die Erfindung einer solchen Legierung wäre ein metallur-
gischer Fortschritt von umwälzender Bedeutung, in Son-
derheit für viele Verfahren, die sich heute in Muffeln und
Retorten abspielen. Ob die Sonderlegierung den Anfor-
derungen entspricht, bleibt abzuwarten.

Was die chemisch-metallurgische Seite des Verfahrens
anlangt, so hat die nacheinander erfolgende Oxydation und
Reduktion innerhalb desselben röhrenförmigen Gefäßes den
Nachteil, daß die Verbrennungsluft, deren der Röstvorgang
bedarf, sowie die Gase, die in der Oxydationszone ent-
stehen, — vornehmlich Wasserdampf, Kohlensäure und SO₂-
Gase — durch die Reduktionszone streichen müssen. Um
in dieser die zur möglichst vollständigen Reduktion er-
forderliche Konzentration an CO zu erreichen, wird in-
folgedessen mit einem hohen Überschuß an Reduktions-
stoff gearbeitet werden müssen. Hierdurch wird die Not-
wendigkeit zur Anordnung des Vorerhitzers begründet
sein, indem anzunehmen ist, daß die Gase aus dem Vor-
erhitzer besonders abgeführt werden und nicht durch die
Hauptröhre streichen. Im Vorerhitzer tritt außer der Ab-
trocknung auch eine teilweise Abröstung der Blende ein.
Da die Abröstung aber nur teilweise erfolgt, so dürfte die
Verdünnung der SO₂-Gase in den Abgasen des Vorerhitzers
so groß sein, daß ihre Weiterverarbeitung nicht in Frage
kommen wird.

Der Kernpunkt des Verfahrens ist die Durchführung
des Reduktionsvorganges durch Bespritzen des erhitzten
Oxyds mit kaltem, flüssigem Kohlenwasserstoff. Es mag
fraglich erscheinen, ob hierbei der Kohlenstoff wirklich in
atomistischer Feinheit und nicht vielmehr in mehr oder
weniger rußartiger Beschaffenheit auftritt. Immerhin läßt
sich durch Laboratoriumversuche nachweisen, daß mittels
des flüssigen Kohlenwasserstoffs in der beschriebenen An-
wendung tatsächlich eine stark reduzierende Wirkung aus-
geübt werden kann.

In den englischen Mitteilungen bleibt jedoch uner-
örtert, welche Rolle der gleichzeitig mit dem Kohlenstoff
entstehende Wasserstoff spielt. Wahrscheinlich wirkt auch
der Wasserstoff stark reduzierend auf das Zinkoxyd. Es
bleibt jedoch zu bedenken, daß das hierbei entstehende
H₂O auf den gebildeten Zinkdampf oxydierend einwirken
muß. Im gleichen Sinne wirkt der Umstand, daß durch
die Reduktion von ZnO durch C neben CO CO₂ entsteht,
das bei Mangel an Kohlenstoff nicht wieder zu CO redu-
ziert werden kann und nun seinerseits oxydierend auf den

¹⁾ Auszüge in „Metall und Erz“ z. B. Bd. 23 (1926) S. 447, Bd. 24 (1927)

Zinkdampf einwirkt. Als Enderzeugnis des Coley-Verfahrens kann demnach nicht metallisches Zink, sondern bestenfalls nur Zinkstaub erwartet werden.

Es wird ferner wohl damit gerechnet werden müssen, daß das im Verfahren gewonnene Erzeugnis nicht nur durch Flugstaub, sondern auch durch Ruß und ölige Bestandteile verunreinigt ist. Jedenfalls ist aus den Beschreibungen in keiner Weise zu ersehen, wie die Herstellung eines reinen Enderzeugnisses mit den beschriebenen Einrichtungen erreicht werden soll.

Immerhin läßt sich trotz der sehr dürftigen Angaben feststellen, daß das Verfahren zwar noch in vielen Beziehungen ausbaubedürftig ist, aber doch grundsätzlich entwicklungsfähig scheint und jedenfalls einen Fortschritt in der Richtung auf ein ununterbrochenes Zinkerzeugungsverfahren bedeutet.

Es ist wahrscheinlich, daß dieses weitgehend mechanisierte und fortlaufend arbeitende Verfahren einen verhältnismäßig geringen Aufwand an Bedienung bedingt. Auch ein verhältnismäßig hohes Zinkausbringen

mag nicht unwahrscheinlich sein. Da ferner das gesamte Verfahren (Röstung und Reduzierung) sich in ein Hitze abspielt, so wird auch der Brennstoffaufwand, die Einheit des gewonnenen Zinks bezogen, günstiger liegen als beim Muffelverfahren. Dafür dürften jedoch die Kosten für Reduktionsstoffe, wenn ein erträgliches Ausbringen erreicht werden soll, erheblich sein.

In der Hauptsache bleibt aber zu bedenken, daß das Endergebnis des Coley-Verfahrens nicht Feinzink, sondern Rohzink, sondern Zinkstaub, von vielleicht nicht einer sehr hohen Reinheit ist, so daß die in den englischen Quellen angegebenen Zahlen für Anlage- und Betriebskosten mit dem Muffelverfahren, bei dem Rohzink erzeugt wird, nicht ohne weiteres verglichen werden können. Aus dem gleichen Grunde scheint auch die von englischer Seite an das Coley-Verfahren geknüpfte Erwartung, „daß man sich davon in Kürze eine vollständige Unabhängigkeit Zinkbezugs vom Ausland versprechen könne“, zur Zeit noch unbegründet. [N 645]

Keltsch (Oberschlesien)

Bergrat Kurt Seid

Kleine Mitteilungen

Schwimmdock von 25 000 t

In der ersten Hälfte August d. J. haben vier Schlepper das als Kriegsschädigungslieferung durch die Deutsche Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Werk Hamburg, erbaute Dock nach Bordeaux übergeführt.

Das Dock ist zum Selbstdocken nach dem Entwurf der Dockbaugesellschaft G. m. b. H., Hamburg, gebaut. Seine Länge über alles beträgt 220 m. Die Pontons sind 206,08 m lang, 42,34 m breit und 4,71 m hoch. Die lichte Weite zwischen den Seitenkästen beträgt 34 m, der größte Tiefgang der zu dockenden Schiffe 8,8 m.

Den für den Betrieb erforderlichen Strom liefern vier im Dock aufgestellte Dieseldynamos von je 260 PS_e. Bemerkenswert sind die Kielstapel und Kimmपालen, die vollständig elektrisch geschweißt sind. Eine ausführliche Veröffentlichung wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen. [N 749 a]

Ls.

Kragträgerbrücke über den St. Lorenz-Strom

Die gegenwärtig im Bau befindliche Brücke über den Hafen von Montreal hat eine Hauptöffnung von 335 m mit zwei überkragenden Öffnungen von je 128 m Spannweite. Die lichte Höhe der mittleren Öffnung über Hochwasser beträgt rd. 49 m. Die Gesamtlänge der Brücke einschließlich 24 kleinen Öffnungen am linken und 16 kleinen Öffnungen am rechten Ufer wird rd. 3,1 km betragen. Neben einem mittleren Fahrweg von 11,4 m Breite faßt die Brücke noch zu beiden Seiten des Fahrweges je ein Eisenbahngleis und außen überhängend je einen Fußweg.

Als Baustoff für die Hauptöffnung wurde Siliziumstahl verwendet. Der gesamte zum Bau erforderliche Stahl wiegt 30 000 t, wovon etwa die Hälfte auf die Hauptöffnung entfällt. („Engineering News-Rec.“ 28. Juli 1927 S. 150*)

[N 749 b]

Sd.

Schwere Heißdampflokomotiven für Meterspur

Die Lokomotivfabrik Robert Stephenson & Co., Darlington, hat kürzlich sechs 1 D 1-Heißdampflokomotiven für die Kienja- und Ugandabahnen in Afrika gebaut, die auf einer Meterspurstrecke mit 1 : 50 größter Steigung bei einem kleinsten Gleishalbmesser von 99 m laufen sollen. Die Lokomotiven sollen die schwersten dieser Art für Meterspur sein; sie haben die normale Zweizylinder-Bauart mit 540 mm Zyl.-Dmr. und 710 mm Kolbenhub. Der Dampf wird durch Kolbenschieber von 254 mm Dmr. und 155 mm Hub verteilt, die durch Heusinger-Steuerung betätigt werden. Die Zylinder sind außerdem mit Druckausgleichsventilen, Bauart Hendrie, ausgerüstet.

Die Lokomotive ist für Ölfuerung eingerichtet, die aber auf Wunsch in Kohlenfuerung umgebaut werden kann. Die Federn liegen über dem Barrenrahmen und sind durch Ausgleichhebel verbunden. Die elektrische Beleuchtung wird nach dem System Pyle National von einer Turbodynamo gespeist. Der Schleppender läuft auf zwei zweiaxigen Drehgestellen und trägt einen abnehmbaren Ölbehälter, so daß er nach Bedarf auch Steinkohle aufnehmen kann. Die Länge von Lokomotive und Tender über die

Puffer beträgt 22 110 mm, das Dienstgewicht rd. 155 t, gesamte Radstand 18 600 mm. Der Kesseldruck beträgt 12,7 at. („Engineering“ 12. August 1927 S. 199*)

[N 749 c]

Krs

Betriebstörungen in Kraftanlagen

Der diesjährige Bericht der British Engine, Boiler & Electrical Insurance Co. enthält eine große Anzahl für Praxis sehr wichtiger Beobachtungen über Maschinenschäden im Betrieb. Die im Betrieb auftretenden Schäden lassen sich zurückführen auf vier Ursachen: Ungeeignete Baustoffe, fehlerhafte Bearbeitung der Baustoffe, unzureichende Bauart sowie unzulässige Beanspruchung und fehlerhafte Behandlung im Betrieb. Die letzte Ursache ist namentlich in kleinen Betrieben ohne genügende Berücksichtigung der Bedienung, bei weitem am häufigsten. Es sind z. B. zahlreiche ernste Störungen bei Rohrleitungen und Wärmekraftmaschinen durch Wasserschläge beobachtet worden, ebenso durch zu hohe Dampftemperaturen (Gußeisen wird oft mit hochüberhitztem Dampf in Berührung gebracht) und Drücke. Bei Kesseln sind ernste Beschädigungen und Explosionen oft die Folgen schlechter Speisewasserhältnisse und ungenügender Reinigung der Heißenflächen von Flugasche und Kesselstein. Zahlreiche, glücklicherweise wegen des kleinen Wasserinhalts meist ziemlich harmlose Explosionen entstehen auch bei den Backöfen, die Perkinsrohre oft ungereinigtes Wasser enthalten und bei den sehr hohen Drücken und Temperaturen infolge der Kesselsteinbildung ungleichmäßigen und hohen Beanspruchungen ausgesetzt sind. („Engineering“ 12. August 1927 S. 208) [N 749 d]

Gußeisen mit flüssigem Roheisenzusatz

Das Gußeisen für die Zylindergußstücke der Ford-Kraftwagen besteht aus einer Mischung von 50 bis 60 vH Roheisen aus dem Hochofen und 40 bis 50 vH Gußeisen aus dem Kuppelofen. Die beiden flüssigen Eisensorten werden in einem Mischer normaler Bauart gemischt. In Gießpfannenwagen wird das Gemisch 20 t-Elektroöfen zugeführt, denen die Temperatur der Schmelze von rd. 1100 °C auf rd. 1500 °C gesteigert wird. Das so erzeugte Gußeisen enthält 1,8 vH Silizium und 0,06 bis 0,08 vH Schwefel. („The Engineer“ 12. August 1927 S. 176) [N 749 e]

Antitrustbewegung in Amerika

Die Vereinigten Staaten von Amerika, „das freie Volk der Welt“, überwachen mehr als irgendein anderes Land (wenn man heute von Rußland absieht) die wirtschaftliche Freiheit des einzelnen im Interesse des Gesamtwohles. Daher hat in ihnen auch die Anti-Trustbewegung Formen angenommen, die uns zum Teil unglaublich erscheinen.

Augenblicklich beschäftigt die amerikanischen Gemüter besonders die Frage der Beziehungen zwischen der United States Steel Corp., der General Motors Corp. und der E. du Pont de Nemours Co. Eine besondere Kommission ist eingesetzt worden, um die möglicherweise ungesetzlichen Beziehungen zwischen diesen drei Gesellschaften aufzudecken. Man darf auf die Ergebnisse dieser Untersuchung und noch mehr auf die daran von staatswegen eingeleiteten Maßnahmen gespannt sein. („The Iron Age“ 4. August 1927 S. 283) [N 749 f]

Fr

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Hochspannungstechnik. Von Arnold Roth. Berlin 1927, Julius Springer. 534 S. m. 437 Abb. Preis 31,50 M.

Mit der Vergrößerung der Stromversorgungsnetze und der Erhöhung der Betriebsspannungen wächst die Bedeutung der Hochspannungsfragen. Das war der Anlaß dazu, daß der Verfasser des vorliegenden Buches seine Erfahrungen und die Ergebnisse seiner Forschungen der Öffentlichkeit zugänglich machte. Obwohl die Arbeiten auf diesem Gebiete noch ständig im Fluß sind, so daß keine abschließende Darstellung möglich ist, kann man das Buch als einen des Buches nur begrüßen; denn es bringt neben den neuen Forschungen dem Hochspannungsingenieur die Mittel zur Lösung der Aufgaben, die ständig in der Praxis herantreten. Der Verfasser behandelt die Theorie des elektrischen Feldes, bespricht die Isolierstoffe der Hochspannungstechnik und kommt dann auf die Fragen der Anwendungen in Leitungsnetzen. In diesem Zusammenhang werden auch die Schutzvorrichtungen der Anlagen und die Verfahren zu ihrer Prüfung behandelt. Ein umfangreiches Verzeichnis des Schrifttums gibt einen guten Überblick über die neuen Veröffentlichungen über Hochspannungsfragen. [E 635] Parey

Eigenschaften elektrotechnischer Isoliermaterialien in physikalischen Darstellungen. Von U. Retzow. Berlin 1927, Julius Springer. 250 S. m. 330 Abb. Preis 24 M.

Dr. Retzow will sein Buch als „aus Technik und Wissenschaft heraus — für die Praxis bestimmt“ wissen. Die 330 Schaubilder, die sich auf ausgeführte Versuche stützen, sind in drei Hauptabschnitte gegliedert: A. Die Eigenschaften fester und faseriger Isolierstoffe, B. Die Eigenschaften flüssiger und erstarrter Isolier- und Ausgußmassen und der Lacke, C. Die Eigenschaften gasförmiger Stoffe. Innerhalb jedes dieser Abschnitte werden zunächst die elektrischen Beanspruchungen behandelt, dann die sonstigen Eigenschaften, wie spezifisches Gewicht, Wärmeausdehnung und -leitung usw.

In den Abschnitten D und E ist die benutzte, sehr umfangreiche Literatur angegeben, auf die in den Abschnitten A und C teils bei den einzelnen Schaubildern, teils summarisch am Ende jedes Unterabschnittes hingewiesen ist. Es ist sehr zu empfehlen, daß bei einer Neuauflage des Buches besonders das alphabetische Stoffverzeichnis grundrweiter wird, da die jetzt vorliegende Form dem Charakter des Buches als Nachschlagewerk nicht entspricht. [488] A. Schob

Übungen aus der Elektrotechnik. Von Rob. Mayer. 2. T.: Wechselstromtechnik. 2. Aufl. Leipzig und Wien 1927, Franz Deuticke. 207 S. m. 116 Abb. Preis 7 M.

Der Schwerpunkt des Buches liegt bei den 91 Beispielen mit Lösungen der wesentlichsten Rechnungen der Wechselstromtechnik. Der eigentliche Text ist nur knapp umfaßt in knapper Form die theoretischen Grundlagen. Das Buch wird innerhalb des Aufgabenkreises, in dem der Verfasser selbst stellt, beim Studium und bei Wiederholungen, gute Dienste leisten. [628]

Siemens-Jahrbuch 1927. Herausgeg. von der Siemens & Halske A.-G. und den Siemens-Schuckertwerken, G.m.b.H., Berlin 1927, VDI-Verlag. 472 S. m. Abb. Preis 12,- M., für VDI-Mitglieder 10,80 M.

Die Siemens-Werke lassen hiermit den ersten ihrer jährlichen Berichte über ihre Fortschritte und Entwicklungsbereiche auf verschiedenen Gebieten erscheinen. Das Buch ist mehr als der Bericht einer einzelnen Firma, denn die Leistung der Siemens-Werke und ihr umfangreicher Aufgabenkreis bedingen, daß sich in ihren Arbeiten die neueste Entwicklung der Elektrotechnik ganz allgemein ausdrückt, nicht nur im Rahmen der Arbeiten der Siemens-Werke.

Aus dem Inhalt, zu dem bekannte Fachleute beigetragen haben, können auszugweise nur nachstehende Arbeiten erwähnt werden: Hohlseile und Kabel für hohe Spannungen, die Elektrifizierung Irlands, die Funkengrenze bei Gleichstrommaschinen, Pupinkabel, Schnelltelegraphie, klangvolle Fernübertragung und Großlautsprecher, neue Meßverfahren, Entdeckung zweier neuer Elemente (Masurium und Neumum), Oberflächenveredelung von Metallen, betriebliche Verbesserungen, Fließarbeit, Fortschritte der arbeitshemmenden Formung u. a. m. Schon dieser Auszug zeigt die mannigfaltigsten Fragen, die in dem Jahrbuch behandelt werden.

Am Anfang des Buches zeigen einige geschichtlich bedeutungsvolle Briefe von Werner Siemens Fragen der

Elektrotechnik aus dem Jahre 1877. Die kommenden Siemens-Jahrbücher sollen noch mehr aus den ersten Jahren der Elektrotechnik bringen, damit das Bild der Entwicklung möglichst geschlossen wird. Wenn diese Jahrbücher auf der gleichen Höhe bleiben wie der vorliegende erste Band, so wird die Bücherreihe ein bemerkenswerter Beitrag zur Geschichte der Elektrotechnik sein.

Das gut ausgestattete, mit Abbildungen und Schaltsbildern reich versehene Jahrbuch gibt dem Leser nicht nur ein Bild der Entwicklung der Elektrotechnik und ihrer Grenzgebiete im letzten Jahre, sondern darüber hinaus zahlreiche Anregungen; es kann deshalb bestens empfohlen werden. [E 745] Parey

Bridge Architecture. Von Wilbur J. Watson. New York 1927, William Helburn. 288 S. mit 200 Abb. Preis 17,50 \$.

Mit dem vorliegenden Prachtband, der insgesamt 200 Abbildungen besonders hervorragender Brückenbauwerke der ganzen Welt vom Altertum bis zur Neuzeit enthält, soll dem Leser ein Begriff gegeben werden von den künstlerischen Wirkungen, die solche Bauwerke in ihrem Gesamtaufbau wie durch Einzelheiten auf den Beschauer ausüben, wenn der Erbauer diesen Anforderungen gerecht geworden ist. Diese Absicht ist dem Herausgeber voll und ganz gelungen, die Auswahl ist vorzüglich getroffen. Im ergänzenden Text werden verschiedene der abgebildeten Brücken noch eingehend erläutert. Schwierigere Fachausdrücke sind hierbei vermieden, so daß auch der auf diesem Gebiet weniger Heimische schnell mit dem Buche vertraut wird.

Druck des Textes und Wiedergabe der Abbildungen sind erstklassig. Es bereitet einen wirklichen Genuß, das Buch zu durchblättern. Um so mehr ist der wenigstens für deutsche Verhältnisse außerordentlich billige Preis hervorzuheben. [E 751] Sd.

Flugschriften der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft, 16. H.: Die Behandlung landwirtschaftlicher Maschinen. Von Prof. Holldack. 5. Aufl. Berlin 1927, Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft. 68 S. m. 28 Abb. Preis 1,35 M.

Der großen Masse der Landwirte ist die Maschine bis auf den heutigen Tage etwas Wesensfremdes geblieben, obwohl das Zeitalter der Technik auch für die Landwirtschaft grundlegende Veränderungen und besonders eine stark erweiterte Maschinenanwendung hervorgerufen hat. Die meisten Maschinen werden nur während einer sehr kurzen Betriebsdauer gebraucht; ist ihre „Saison“ vorüber, werden sie oft in eine Ecke — selten in einen Schuppen — gestellt, wo sie in Wind und Wetter rosten, bis sie im nächsten Frühjahr gebraucht werden. Es ist klar, daß so behandelte Maschinen ihren Dienst versagen müssen und endlose Ausbesserungen erfordern. Dazu kommt meist eine falsche Behandlung und Führung der Maschinen im Gebrauch.

Es wäre unbillig, von dem Landwirt, der einen sehr vielseitigen Betrieb zu leiten hat, auch noch eingehende Maschinenkenntnis zu verlangen. Um so dankbarer wird er sein, wenn ihm von berufener Seite eine Anleitung in die Hand gegeben wird, die ihm sehr viel Geld für Neuanschaffungen, sehr viel Ärger für Ausbesserungen und vor allem sehr viel Zeit für seine Wirtschaft erspart. Die Schrift von Prof. Holldack sollte ein jeder Landwirt, jeder Aufseher und Maschinenführer bei sich tragen. Es ist kein Heft im trockenen Gelehrtenton, sondern von einem Praktiker, der selbst alle Freuden und Leiden des Betriebsleiters kennt, für den Landwirt geschrieben, der kein technischer Fachmann ist. Nur der wirkliche Praktiker kann jeder Maschine ihre Tücken so ablausen und für alle möglichen Leiden und Fehler in einer so überaus praktischen, klaren Übersicht Abhilfe schaffen, wie Prof. Holldack in diesem Buche. Auch für den Unterricht in allen landwirtschaftlichen und gärtnerischen Schulen dürfte es ein besonders willkommenes Hilfsmittel sein. [E 390] Brauer

Handbuch der Experimentalphysik. Herausgeg. von W. Wien und F. Harms. 14. Bd.: Kathodenstrahlen. Von P. Lenard und A. Becker. Kanalstrahlen. Von Wilhelm Wien. Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 788 S. m. 352 Abb. Preis 72 M.

Bei der Erforschung der elektrischen Erscheinungen mit Hilfe der Geißlerschen Röhre und ihrer Abarten hat man eine Reihe von Lichterscheinungen gefunden, und es war in den letzten Jahrzehnten eine Hauptaufgabe der theoretischen und praktischen Physik, die verschiedenen Erscheinungen voneinander zu trennen, um ihr Wesen gesondert erforschen zu können. Im vorliegenden Werke wird

über die Versuche berichtet, die zur Klärung der Vorgänge bei der Kathoden- und Kanalstrahlung von verschiedenen Forschern vorgenommen worden sind. Von den von Hittorf im Jahre 1869 entdeckten Kathodenstrahlen weiß man, daß sie aus Teilchen der Urmaterie (Elektronen) bestehen, die sich auch im luftleeren Raume mit großer Geschwindigkeit fortbewegen. Lenard hat diese Strahlen im Jahre 1892 durch ein Fenster aus der Röhre herausgeleitet und so für reine Versuche zugänglicher gemacht. Dabei fand er u. a. das wichtige Gesetz, daß das Absorptionsvermögen verschiedener Stoffe für Kathodenstrahlen der Masse dieser Stoffe verhältnismäßig ist. Außerdem fand man, daß das

Verhältnis $\frac{e}{m}$ (Ladung zu Masse) bei den Strahlteilchen unveränderlich ist. Diese und andre Erscheinungen sind zur Grundlage der Elektronen- und Quantentheorie sowie der Relativitäts- und Atomtheorie geworden. Lenard steht allerdings auf dem Standpunkt, daß die heute angegebenen Atommodelle die Erscheinungen bei den Kathodenstrahlen nur mangelhaft wiedergeben, und daß gerade das Aufeinanderwirken von Elektronen und Atomen durch diese Modelle im einzelnen nur wenig dargestellt wird.

Bei den von Goldstein im Jahre 1898 entdeckten Kanalstrahlen, die von der Anode ausgehen und aus positiv und negativ geladenen Atomen und Molekülen bestehen, liegen die Verhältnisse wohl noch verwickelter als bei den Kathodenstrahlen.

Diese kurzen Angaben mögen für einen Hinweis auf die Bedeutung des vorliegenden Werkes genügen.

[E 501]

W. S.

Willkür oder mathematische Berechnung beim Bau der Cheopspyramide? Von K. Kleppisch. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 38 S. m. Abb. Preis 1 M.

Seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts sucht eine Reihe von Leuten zu beweisen, daß die alten Ägypter den gewaltigen, 147 m hohen Steinhau von der Cheopspyramide nur aus dem Grunde erbaut haben, um mathematische Beziehungen zu verewigen. Während es früher die Zahl π und astronomische Werte sein sollten, sucht Kleppisch zu zeigen, daß der bereits bei vielen Gelegenheiten hineinge-deutete goldene Schnitt in den Oberflächen der Pyramide zum Ausdruck kommt, indem sich die Grundfläche zur Mantelfläche wie diese zur Gesamtfäche verhält.

Man versteht nicht recht, warum sich die Erbauer aus diesem Grunde eine so mühselige Arbeit gemacht haben sollten und möchte annehmen, daß die Pyramide unvollendet geblieben wäre, wenn tatsächlich der goldene Schnitt die Ursache ihrer Entstehung gewesen sein sollte. Näher liegt die Annahme, daß der damalige Herrscher mit seinem Bau öffentlich ein Denkmal seiner Macht geben wollte.

[E 632]

Dr. W. Schmidt

Elektrische Widerstandschweißung und -erwärmung. Von A. J. Neumann. Berlin 1927, Julius Springer. 193 S. m. 250 Abb. Preis 17,50 M.

Kohle-Koks-Teer, 15. Bd.: Über den esthländischen Ölschiefer „Kukkersit“. Von Helmut W. Klever und Karl Mauch. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 60 S. Preis 5,20 M.

Principles of metallurgy of ferrous metals. Von Cammen. 2. Aufl. New York 1926, The American Society of Mechanical Engineers. 145 S. m. 34 Abb. Preis 2 \$.

Die Herstellung der Blattfedern. Von T. H. Sand. Deutsche Übersetzung von A. Cecerle. Berlin Julius Springer. 245 S. m. 182 Abb. Preis 27 M.

Die Metallhüttenpraxis in Einzeldarstellungen, 1. Bd. Zinkdestillationsprozeß. Von W. Holtmann. a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 99 S. m. 28 Abb. 7,40 M.

Der Lauf von Eisenbahnfahrzeugen durch Gleiskrümmungen. Von J. Jahn. Berlin 1927, Verlag der Vortischwissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. b. Deutschen Reichsbahn. 151 S. m. 27 Abb. Preis 18 M.

Die hundertjährige Eisenbahn. Von Artur Fürst. 1927, Deutsche Buchgemeinschaft G. m. b. H. 309 vielen Abb. Preis 7,50 M.

Handbuch der Brauerei- und Kellerei-Maschinenindustrie. Herausgeg. von H. Schulze-Hesse. Berlin Atlas-Verlag Dr. Alterthum & Co. 312 S. Preis 18 M.

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands, 4. H.: Beiträge zur Grundwasserkunde. Von W. Koehne. Berlin 1927, E. S. Mittler & Sohn. 246 S. m. 6 Abb. Preis 5 M.

Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur, 2. R., 3. H.: Die Sanierung städtischer Abwässer. Von G. Ehnert. Berlin 1927, R. Oldenbourg. 31 S. m. 12 Abb. Preis 4,50 M.

Autotechnische Bibliothek, 81. Bd.: Die Licht- und Anlagen. Von Luth Westerkamp. Berlin 1927, Carl Schmidt & Co. 144 S. m. 116 Abb. Preis 3,50 M.

Die Entwicklung der Naturtechnik. Von J. Friedl. 1. Aufl. Obersalzbrunn (Bez. Breslau) 1927, H. I. & Co. 308 S. m. 56 Abb. Preis 28 M.

Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik. Herausgeg. von J. Schuster. 10. Bd., 1/2. H. Juli 1927. Leipzig F. C. W. Vogel. 240 S. Preis 15 M.

Aus Natur und Geisteswelt, 14. Bd.: Das deutsche Hand- und sein kulturgeschichtliche Entwicklung. Von E. Otto. 6. Aufl. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 133 S. m. 23 Abb. Preis 2 M.

Qualgeist Haftpflicht. Die Haftpflichtfragen des täglichen Lebens und ihre Bedeutung. Von Walter Bohmler. 2. Aufl. Berlin-Wilmersdorf 1927, Verlag „Deutsche Rechtssicherungs-Presse“. 134 S. Preis 3,50 M.

Was müssen Käufer und Verkäufer elektrischer Arbeit bei der Phasenverschiebung und ihrer Bekämpfung wissen? Von Gustav W. Meyer. Bodenbach a. E. und S. 1927, Meyers Technischer Verlag. 182 S. m. 74 Abb. Preis 5 M.

Das Arbeitsrecht Deutschlands, 9. Bd.: Das Arbeitsgesetz vom 23. Dezember 1926. Von Paul Wölfl. Berlin und Wien 1927, Spaeth & Linde. 324 S. Preis 12 M.

Schweizer Schriften für rationelles Wirtschaften, 2. Bd.: Konjunkturforschung und Wirtschaftsrationalisierung. Von Friedr. Bernet. Zürich 1927, Hofer & Co. 100 S. m. Abb. Preis 3 Fr.

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

	Seite
Die Gestaltung der Brücken. Von K. Schaechterle	1213
Durchschlagsichere Stützenisolatoren	1220
Über schädliche Schwungmassen bei Drehschwingungen. Von F. Vogt	1221
Gemeinschaftssitzung der Fachausschüsse des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute	1223
Berichtigung: Kompressoren für große Kälteleistungen	1223
Entsundungsanlagen für Wasserkraftwerke. Von J. Büchi	1224
Herstellung der Glühlampenkolben auf rein maschinellm Wege. Von A. Karsten	1227
Kunstharze als Baustoffe. Von W. Demuth	1231
Die indischen Eisenbahnen	1233
Eisenbahnen und andre Verkehrswege in Kolumbien. Von Randzio	1234
Die Möglichkeit der Weltraumfahrt	1236

Rundschau: Amerikanische Lokomotivtype „Hudson“ — Amerikanische Hochdrucklokomotive — Dieselelektrische Verschiebelokomotiven — Lokomotivdauerfahrten — Neue amerikanische Verladebrücken — Neue Walzwerkanlage der Wisconsin Steel Co. — Das Coley-Verfahren zur Zinkdarstellung — Kleine Mitteilungen	
Bücherschau: Hochspannungstechnik. Von A. Roth — Die Eigenschaften elektrotechnischer Isoliermaterialien in graphischen Darstellungen. Von U. Retzow — Aufgaben aus der Elektrotechnik. Von R. Mayer — Siemens-Jahrbuch 1927 — Bridge Architecture. Von W. J. Watson — Die Behandlung landwirtschaftlicher Maschinen. Von Holldack — Handbuch der Experimentalphysik. Von W. Wien und F. Harms — Willkür oder mathematische Berechnung beim Bau der Cheopspyramide? Von K. Kleppisch — Eingänge	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

D. 71

SONNABEND, 3. SEPTEMBER 1927

NR. 36

Akustische Lotverfahren, Geräte und Erfahrungen

Von Dr. E. L ü b c k e, Berlin-Siemensstadt

Das akustische Lot als wertvolles Hilfsmittel der neuzeitlichen technischen Schiffsführung — Zurückführung der Tiefenmessung auf eine Zeit- oder Winkelmessung — Vorzüge und Nachteile der praktisch verwendeten Verfahren und Geräte

In der Schiffsführung benutzt man heute alle Fortschritte der Technik, um den Schiffsort zu jeder Zeit möglichst genau festlegen zu können. Früher war man hierzu auf die Sonne und die Gestirne angewiesen. Jetzt gehören bereits der Kreiselkompaß mit Selbststeuerer und Kurskreisel sowie die Funk-Peilanlagen zur Ausstattung jedes großen Fahrgastschiffes. Von den Wasserschallanlagen¹⁾ macht man bei Annäherung an die der Küste vorgelagerten Uferschiffe weitgehenden Gebrauch. Das Lot, das Gerät zur Messung der Meerestiefe, wurde bis vor kurzem zur Führung nur in besonderen Fällen benutzt, da die gebräuchlichen Formen des Handlotes und des Thomson-Lotes nicht genügend handlich waren. Erst das letzte Erzeugnis der Visserschalltechnik, das akustische Lot, gibt der Schiffsführung ein brauchbares Lotgerät. Mit ihm wird man eine Tiefkarte der Meere herstellen und zur Ortung ausnutzen können.

Die heute gebräuchlichen Schallote kann man in drei Gruppen einteilen: Bei der ersten Gruppe dient die Laufzeit einer Schallwelle als Tiefenmaß, bei der zweiten wird der beidohrige Richtungseindruck zum Lot verwendet und bei der dritten Gruppe schließt man sich der Fallzeit eines mit gleichmäßiger Geschwindigkeit sinkenden Körpers auf die Tiefe. Dabei wird ein Schallzeichen selbsttätig ausgelöst, wenn das Fallot den Meeresgrund erreicht hat.

Akustische Lote nach dem Zeitmeßverfahren

Ein deutsches Patent auf ein Schallot der ersten Gruppe wurde dem Amerikaner Eells bereits 1907 erteilt. Von einer praktischen Ausführung ist nichts bekannt. In Deutschland gebührt A. Behm das Verdienst, der erste das Echo im Wasser im Lichtbild aufgenommen und zur Tiefenbestimmung benutzt zu haben.

Für eine genaue Bestimmung der Tiefe aus der Laufzeit des Schalles muß die Schallgeschwindigkeit im Wasser an dem Untersuchungsorte bekannt oder berechenbar sein. Für eine Überschlagsrechnung kann man die Schallgeschwindigkeit in Seewasser zu etwa 1500 m/s annehmen. Man sieht daraus, daß der Schall im Wasser große Strecken in kurzen Zeiten durchläuft, also die Lotzeiten in sehr kurzer Zeit ausgeführt werden können; bei den Tiefen in der Nähe der Küste in Bruchteilen einer Sekunde. Diese kurzen Lotzeiten sind kennzeichnend für das Echolot, bringen aber auch viele technische Schwierigkeiten mit sich, da der Zeitunterschied vielfach auf 0,01 s (d. h. 0,75 m Wassertiefe) genau zu messen ist.

Die Arbeitsweise des Echolotes ist in Abb. 1 dargestellt. Von der Schallquelle *a* dringt der Schall in Form von Kugelwellen in das Wasser, der an der Stelle *i* den Boden treffende Anteil wird so zurückgeworfen, daß er zum Empfänger *e* zurückkommt. Der durch $b_1 + b_2$ bezeichnete Weg ist der kürzeste, auf dem der zurückgeworfene Schall den Empfänger *e* erreicht. Für den direkten Schall ist als kürzester Weg der über *f* möglich. Beim Schallabgang wird die Zeitmeßvorrichtung des Anzeigeapparates *g* ausgelöst und bei der Ankunft des Echos abge-

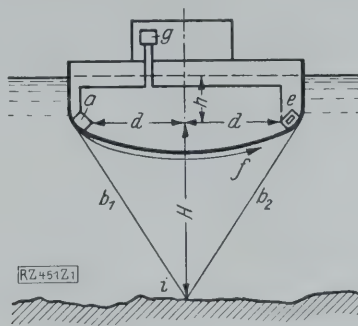


Abb. 1

Anzeigerät für die Zeitmessung

- a* Schallquelle (Sender)
- b_1, b_2 Weg der Schallwellen
- d Entfernung zwischen Sender und Empfänger
- e* Empfänger
- f* kürzester Weg der gebeugten Schallwelle
- g* Anzeigerät für die Zeitmessung

- H* gelotete Tiefe
- h* Abstand des Senders und des Empfängers von der Wasseroberfläche
- i* Auftreffpunkt der Schallwellen auf dem Meeresboden

bremst. Die Schallgeschwindigkeit *c* nimmt man für den ganzen Weg als unveränderlich an. Ist $2d$ die Entfernung von Sender *a* und Empfänger *e* und *h* ihr Abstand von der Wasseroberfläche, dann ist die gemessene Laufzeit $t = 2b/c$, die gelotete Tiefe

$$H = \sqrt{b^2 - d^2} \quad \text{oder} \quad H = \sqrt{0,25 c^2 t^2 - d^2}$$

und die Gesamttiefe

$$T = h + H = h + \sqrt{0,25 c^2 t^2 - d^2}$$

Bei $c = 1500$ m/s ist

$$T = h + \sqrt{560\,000 t^2 - d^2} \text{ [m].}$$

d entspricht der halben Schiffsbreite; ist $d = 5$ m, so kann man diesen Wert bereits bei Tiefen über $H = 25$ m vernachlässigen, da er weniger als 0,5 m ausmacht, bei $d = 10$ m erst bei $H = 100$ m. Um die Tiefe bis auf 0,50 m zu messen, muß der Zeitunterschied *t* bis auf 0,000 67 s genau bestimmt werden. Bei einer Lottiefe von 10 m ist $t = \text{rd. } 0,014$ s. Diese Zahlen geben einen Anhalt für die an das Anzeigerät bei dem Zeitmeßverfahren gestellten Anforderungen.

Als Schallquelle kann entweder ein Knall, ein Ton oder ein Ultraton benutzt werden.

Echolote mit Knallsender

Echolote von A. Behm^{1a)}. Behm wollte ursprünglich die Lautstärke des Schalles messen und aus ihrer Abnahme bei der Ausbreitung den Schallweg und damit die Tiefe bestimmen. Hier waren die Schwierigkeiten wegen der Verluste beim Rückwurf, die als weitere Unbekannten hinzukommen, so groß, daß er sehr bald auch zum Zeitmeßverfahren überging. Als Schallquelle benutzt Behm einen Knall. Dieser wird bei den neuesten Geräten mit

¹⁾ E. L ü b c k e, Z. Bd. 64 (1920) S. 805, und die neuesten Wasserschallapparate und ihre Anwendungen, Leipzig 1926, Hachmeister & Thal.

^{1a)} Vergl. A. Behm, Ann. d. Hydrographie, Bd. 49 (1921) S. 241, Bd. 50 (1922) S. 289. — Bruno Schulz, Ann. d. Hydrographie, Bd. 52 (1924) S. 254 u. 289.

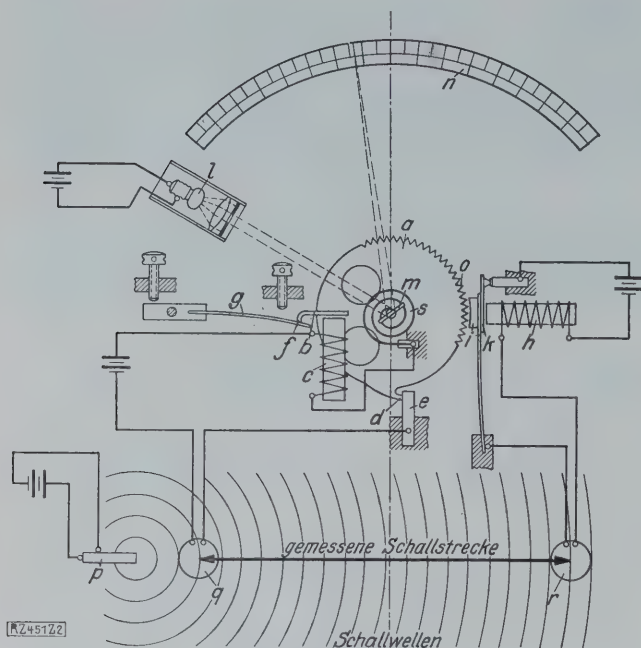


Abb. 2
Kurzzeitmesser

- | | | | |
|---|-----------------------|---|-----------------------|
| a | ausgewuchtete Scheibe | l | Glühlampe |
| b | Eisenanker | m | Spiegel |
| c | Elektromagneten | n | Teilung |
| d | Nase | o | geriffelter Bremsrand |
| e | Anschlag | p | Geber (Patrone) |
| f | Ankerhaken | q | Mikrophon |
| g | Blattfeder | r | Mikrophon |
| i | Bremsbacke | s | Spiralfeder |
| k | Anker | | |

Patronen von 8 g Ladung und etwa 10 mm Dmr. erzeugt, die von der Brücke aus in einer Rohrleitung zu einer Abschußvorrichtung gleiten. Die Patrone *p*, Abb. 2, wird elektrisch abgeschossen und zerknallt etwa 2 bis 3 m unter der Wasseroberfläche. Die Knallwelle erregt zuerst das Mikrophon *q* und nach der Rückkehr vom Meeresboden das Mikrophon *r*. Zwischen beiden Mikrophonen befindet sich der Schiffskörper, der die unmittelbare Schallwelle vom Mikrophon *r* fernhält. Der dem Schmidt'schen Federzeitmesser der Ballistik nachgebildete Kurzzeitmesser²⁾ ist in Abb. 2 in der Anfangstellung gezeigt. Er besteht aus einer genau ausgewuchteten, um ihre Achse in Rubinen drehbaren Scheibe *a*, auf der ein Eisenanker *b* sitzt. Der Mikrophonstrom im Elektromagneten *c* zieht den Eisenanker *b* an, bis die Nase *d* der Scheibe gegen den Anschlag *e* stößt. Zugleich wird die Abschnelfeder *g* durch den Haken *f* gespannt. Bei Erregung des Mikrophons *q* durch die abgehende Knallwelle wird der Strom so weit geschwächt, daß die Feder *g* die Scheibe *a* dreht, bis das Echo das Mikrophon *r* erreicht, den Strom im Elektromagneten *h* des Bremsstromkreises schwächt und die Bremsbacke *i* gegen den geriffelten Rand *o* der Scheibe *a* drückt. Der auf der Scheibenachse sitzende Spiegel *m* verschiebt den Lichtzeiger dann von der Nullage aus auf der Teilung *n*. Der Abgangs- und Bremsstromkreis sind so geschaltet, daß bei Stromschwächung die Elektromagneten *c* und *h* stromlos werden. Die Teilung muß den Verhältnissen an Bord des Schiffes und der Stärke der Feder entsprechend geeicht werden.

Mit diesem Kurzzeitmesser sind von A. Behm eine Reihe von Bauarten für verschiedene Wassertiefen ausgebildet worden. Nach den vorliegenden Messungen reicht die Knallstärke einer 8 g-Patrone noch hin, um bei 100 m Wassertiefe den Bremsstromkreis auszulösen. Bei größeren Tiefen muß man entweder das photographisch aufzeichnende Lot oder das Ohrlot benutzen. Bei diesem wird der Kurzzeitmesser beim Abschuß ausgelöst und durch einen vom Beobachter bedienten Kontakt angehalten, wenn das Eintreffen des Echos am Mikrophon *r* abgehört wird. Bei größeren Tiefen läßt Behm die Scheibe mehrmals umlaufen.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 67 (1923) S. 196.

Der Kurzzeitmesser allein mißt bis auf $\frac{1}{10000}$ s genau³⁾, hat also eine für praktische Bedürfnisse mehr ausreichende Genauigkeit. Es kommen aber für das Verfahren noch einige andre Fehlerquellen in Frage; ändert sich die Echostärke mit der Tiefe und mit der Schaffenheit des Meeresgrundes. Bei starken Schwan- gen können Zeitunterschiede von $\frac{1}{100}$ s auftreten. Fe- ist noch die Lage des Knallortes zu dem Abgangsemp- ger *q* und die Fahrt des Schiffes von Einfluß auf das ergebnis, da die Patrone erst etwa 1 s nach dem Abse- zerknallt. Verlegt man den Knallort hinter das Ausl- mikrophon *q*, dann treten nur Zeitunterschiede von $\frac{1}{2}$ auf. Unabhängig von beiden genannten Fehlerquellen v- den bei einer Entfernungsmessung in der Wagered- zwischen 20 und 500 m Abstand der Mikrophone Ab- chungen vom Mittelwert von nur etwa $\frac{1}{1000}$ s beobach-

Bei dem Gebrauch an Bord treten jedoch größere weichungen auf, so daß man die Genauigkeit zu höchs- 5 bis 10 vH annehmen darf. Das Behm-Lot zeichnet sich durch geringes Gewicht, besonders für den Sender, aus. Es ist deshalb besonders für Flugzeuge- und Luftsch- geeignet⁴⁾. Das Äußere des neuesten Behm-Lotes, mit in Luft und in Wasser Messungen in 0,5 s Abstand n- lich sind, zeigt die Abb. 3. Der Lichtzeiger springt nicht auf einen festen Wert, wie bei dem gewöhnliche Kurzzeitmesser, sondern beim Ansprechen des Abga- mikrophons bewegt sich ein Lichtfleck, mit dem Auge folgsam, auf der Teilung. Bei Erregung des Echoempfäng- findet eine plötzliche Ablenkung des Fleckes statt, a- Abb. 4, der Fleck führt dann noch eine Reihe von Schw- gungen aus, die mit der Messung selbst nichts zu tun ha- Zu beobachten bleibt hier der erste Einsatz der Ablenku-

Echolot der italienischen Marine. diesem nur für große Tiefen geeigneten Lote⁵⁾ dient in etwa 7 bis 10 m Tiefe elektrisch abgefeuerte Bombe 2 kg Trinitrotoluol als Schallquelle. Man erhält damit 4500 m Tiefe noch ein dreifaches Echo. Die Tiefe w- aus dem Zeitabstand zweier aufeinanderfolgender Ec- bestimmt. Man arbeitet mit einem Empfänger, dessen Str- schwankungen mit Röhren verstärkt, durch ein Teleph- relais gleichgerichtet und auf einen Papierstreifen au-

³⁾ Vergl. H. Stenzel, Werft, Reederei, Hafen Bd. 7 (1926) S. 196.
⁴⁾ Vergl. A. Behm, Beiheft 13 z. Z. f. Flugtechnik und Motor- schiffahrt 1926.
⁵⁾ Vergl. G. Cicogna, Rivista Marittima, 1924 S. 657, 1925 S. 5.



Abb. 3
Behmlot L 3 für Flug-
zeuge
(Type V des Wasserlotes)



Abb. 4
Wanderung des Licht-
fleckes beim Behm-
Type L 3



Abb. 5

Aufzeichnung des Echolotes der italienischen Marine

chnet werden, der mit 17 cm/s Geschwindigkeit abläuft. stets vorhandenen Störgeräusche ergeben eine Abwei- chung von der Nulllinie, über die sich die Explosion lagert. Die Zeichnung entspricht etwa der Abb. 5. Den Zeitpunkt de Knalleinsatzes erhält man mit beträchtlicher Genauig- keit, wenn man den Punkt wählt, wo die Kurve von der Tangente an den ungestörten Verlauf abweicht. Der Zeitunterschied zwischen den einzelnen Echos ist auf etwa $\frac{1}{100}$ s zu bestimmen. Die Zahl der Lotungen wird durch den Preis für jede Bombe beschränkt. Die während der Überfahrt nach Südamerika an Bord des „San Marco“ vorgenommenen Messungen auf 2500 bis 3000 m Tiefe stimmen mit den benachbarten Kartenangaben überein. Wegen der Größe der Sprengladung ist das Verfahren für die Handelsschifffahrt nicht geeignet.

Echolote mit Tonsender

Als Schallquelle dient bei dieser Art akustischer Lote ein Tonsender, der Schall genügender Intensität an das Wasser abzugeben gestattet. Die zur Aufnahme benutzten Empfänger und Empfangseinrichtungen können genau auf die Sendefrequenz (1050 oder 1200 Hertz) abgestimmt werden. Störungen durch andere Geräusche können das Meßergebnis deshalb kaum beeinflussen. Meist benutzt man ein Telefon zum Abhören des Echos. Um einen Schall der Frequenz 1000 Hertz im Wasser als Ton zu empfinden sind infolge physiologischer Eigenschaften des menschlichen Gehörorgans 10 Schwingungen in 1 s erforderlich, d. h. eine Einschaltzeit des Senders von wenigstens $\frac{1}{100}$ s⁶⁾. Tiefen unter 15 m lassen sich also mittels Abhörens überhaupt nicht ermitteln. Mit absoluter Sicherheit arbeiten die Apparate erst von 50 m ab und dann bis zu den größten Tiefen. Geringere Tiefen sind nur mit selbsttätig arbeitenden Anzeigegegeräten unter Ausschaltung des Abhörens zu messen.

Die Tiefenmesser von Fessenden. Die einfachste Anordnung ist von dem Amerikaner Fessenden⁷⁾ angegeben. Er benutzt den von ihm gebauten Oszillator (Tonsender⁸⁾) und gewöhnliche Wasserschallempfänger. Die Zeitdauer wird mit einer mit bekannter, unveränderlicher Umlauffrequenz umlaufenden Scheibe *a* bestimmt, die von einem Motor *b* angetrieben wird, Abb. 6. Die Scheibe *a* ist mit Isolierstoff überzogen und trägt einen Kontaktstreifen *c*. Der Empfänger *d* wird also erregt, wenn *c* unter den Bürsten *e* läuft. Das Echo hört man im Telefon *f*, wenn durch den Kontaktstreifen *c* die Bürsten *g* verbunden werden und der induktiv angekoppelte Empfänger *h* gerade von dem Echo ge-

⁶⁾ Vergl. E. Lübcke, Z. f. techn. Phys. Bd. 2 (1921) S. 51.
⁷⁾ Vergl. R. A. Fessenden, Amer. Pat. 1 217 585.
⁸⁾ Vergl. Z. Bd. 59 (1915) S. 967.
⁹⁾ Vergl. E. Lübcke, D. R. P. 351 190.

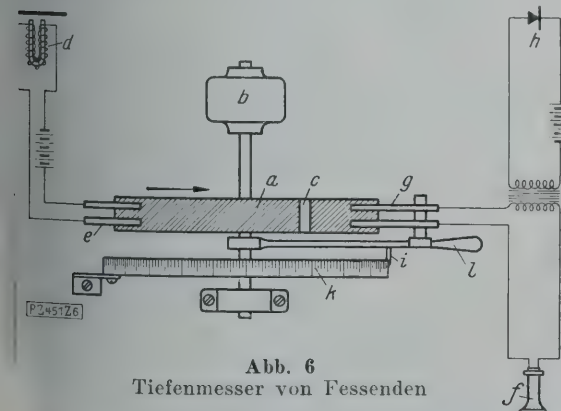


Abb. 6

Tiefenmesser von Fessenden

- | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------------|
| a Kontaktscheibe aus Isolierstoff | d Sender | h Empfänger |
| b Motor | e Bürsten dazu | i Zeiger |
| c Kontaktstreifen | f Telefon | k Teilung |
| | g Bürsten dazu | l Handgriff |

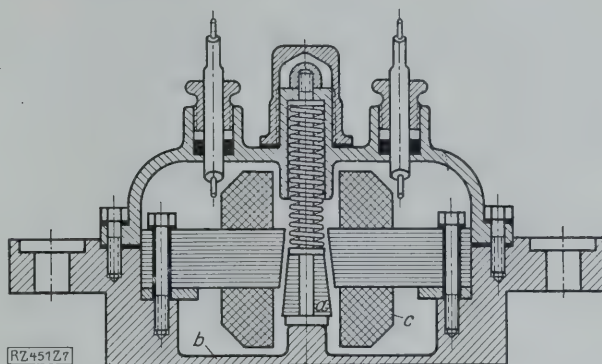


Abb. 7

Der Tonsender des Lotes der britischen Admiralität

- a Hammer b Stahlmembran c Elektromagnet

troffen wird. Die Zeit, die der Schall vom Sender *d* über den Meeresboden zum Empfänger *h* braucht, entspricht dem Winkel zwischen dem feststehenden Bürstenpaar *e* und den beweglichen Empfängerbürsten *g*, der durch den Zeiger *i* auf der Teilung *k* angezeigt wird. Die Bürsten *g* werden durch den Handgriff *l* in die Empfangstellung gebracht.

Bei dieser Einrichtung können Fehler dadurch entstehen, daß der Schall mehrmals zurückgeworfen wird, oder daß man eine zu geringe Tiefe mißt, wenn der Schall erst nach Vollendung einer ganzen Umdrehung der Scheibe *a* den Empfänger erreicht. Man muß dann entweder die Scheibe mit verschiedenen Geschwindigkeiten umlaufen lassen oder den Sender während einer Anzahl von Umläufen abschalten können. Man muß sorgfältig darauf achten, daß das erste Eintreffen des Echos der Tiefe entspricht. Erfahrungen mit diesem Lot sind nicht veröffentlicht. Aus dem Fessenden-Lot sind drei weitere Lote entwickelt worden, nämlich das Lot der britischen Admiralität, das Signallot und das Atlaslot oder Fathometer.

Die Echolotmaschine der britischen Admiralität. Der Schall wird durch einen besonderen Sender erzeugt, der aus einer von einem Hammer *a* mit Federkraft angeschlagenen Stahlmembran *b* von 12,5 cm Dmr. besteht, Abb. 7. Der Hammer *a* wird durch den Elektromagneten *c* gespannt, dessen Erregerstrom bei der für die Handelsschifffahrt von der Firma Henry Hughes & Son, London, hergestellten Maschine dreimal in 1 s etwa $\frac{1}{400}$ s lang unterbrochen wird. Der Membrantön ist 1250 Hertz, er wird von einem nach W. Bragg gebauten aperiodischen Mikrophon aufgenommen. Die Arbeitsweise des Lotapparates zeigt die Abb. 8.

Zur Vermeidung von elektrischem Übersprechen und Störungen im Empfang sind die Kontaktscheiben für Sender und Empfänger getrennt. Die Empfängerbürsten *a* werden mit dem Griff *b* an der Teilung *c* eingestellt. Die aus Metall bestehende Scheibe *d* schließt das Telefon so lange kurz, bis das Isolierstück *e* die Verbindung unterbricht. Auch der Senderstrom wird durch ein Isolierstück *f*

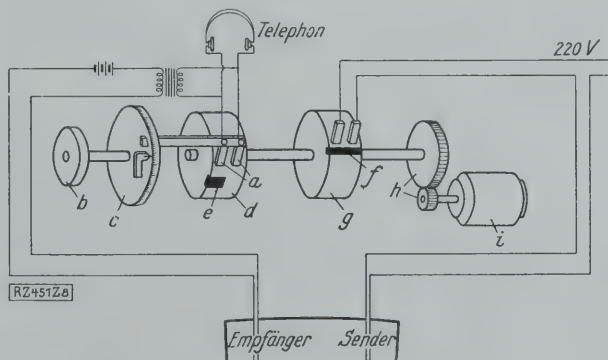


Abb. 8

Arbeitsweise des Lotes der britischen Admiralität

- | | | |
|--------------------|--------------------|----------------------|
| a Empfängerbürsten | d Metallscheibe | h Zahnrad- vorgelege |
| b Griff | e, f Isolierstücke | i Motor |
| c Teilung | g Walze | |

auf der Walze g unterbrochen. Beide Walzen laufen synchron und werden über das Zahnrädervorgelege h von dem Motor i angetrieben, dessen Drehzahl von 1800 Uml./min durch einen besonderen Regler mit großer Genauigkeit eingehalten wird. Um die Senderstromunterbrechung zu beschleunigen, ist außerdem noch eine Unterbrechungsstelle unmittelbar auf der Motorachse befestigt.

Die Verdrehung der Tiefenteilung wird außer an der Scheibe des Lotapparates noch selbsttätig auf einer beleuchteten Teilung angezeigt, so daß der wachhabende Offizier jederzeit die Tiefe so lange ablesen kann, wie ein zweiter Beobachter die Echos abhört. Die Tiefenteilung geht bis 250 m. Ablesungen unter 15 m sind nicht möglich.

Den Vergleich einer Lotreihe mit dem Thomson-Lot zeigt Abb. 9, die Abweichungen sind nicht groß, doch sind die akustisch bestimmten Tiefen im allgemeinen um 2 bis 3 vH zu klein. Dieses ist wahrscheinlich auf Fehler in der Annahme über die Schallgeschwindigkeit zurückzuführen. Auch für große Tiefen ist der Apparat brauchbar, wie eine von D. „Dominia“ auf einer Reise nach der Westküste Nordamerikas durch den Panamakanal ausgeführte Meßreihe seiner Zeit ergeben hat. Sie enthält täglich eine Reihe Lotungen auf 400 bis 7200 m Meerestiefe.

Das Signallot. Das von der Signal-Gesellschaft, Kiel, gebaute Lot entspricht dem von Fessenden angegebenen. Es ist auf dem deutschen Forschungsdampfer

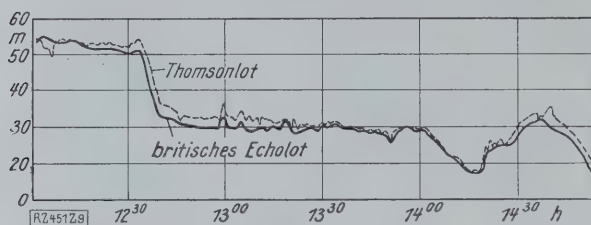


Abb. 9

Vergleich einer Lotreihe des Thomsonlots und des britischen Echolotes

„Meteor“ hauptsächlich zur Bestimmung der großen Tiefen angewandt worden und arbeitet erst von 50 m Wassertiefe an und dann mit einer Genauigkeit von etwa 10 m. Die Schallquelle ist der Signal-Magnetsender, Abb. 10, der eine Schallenergie von etwa 350 W an das Wasser abgeben kann. Auf der Membran a sitzt ein Tisch b aus lamelliertem Eisen mit der Wechselstromwicklung c . Der Anker des Magneten d bildet die Masse eines mechanischen Schwingungssystems, dessen Elastizität durch die Stahlrohre e und f dargestellt wird. Der im Sendergehäuse eingebaute Kondensator dient zum Phasenausgleich des Wechselstroms von 500 Hertz in Spannungsresonanzschaltung.

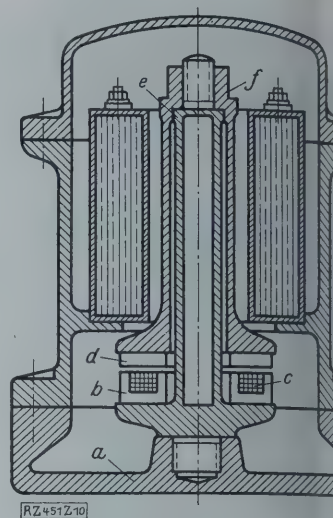
Durch die Kopplung eines mechanischen und elektrischen Schwingungsgebildes erhält man eine günstige Energieabgabe über einen Frequenzbereich von 50 Hertz, so daß auch bei Umlaufschwankungen des Stromerzeugers annähernd die gleiche Schallintensität abgestrahlt wird. Die Tonhöhe des Senders ist 1050 Hertz. Auf dieselbe Frequenz sind auch die Empfänger abgestimmt. Diese neuesten Signalempfänger sind so stark gebaut, daß sie ohne Schwierigkeit in die Bordwand des Schiffes eingesetzt werden können. Die Membran hat etwa 10 bis 12 cm Dmr.

Das Atlaslot oder das Fathometer. Als Schallquelle dient ein besonderer, ebenfalls auf die Frequenz 1050 Hertz abgestimmter Sender von 31,5 cm Dmr. und 7 cm Höhe, der außenbords befestigt wird. Die Empfänger besonderer Bauart sind im Doppelboden des Schiffes angeordnet, um den vom Meeresboden zurückgeworfenen Schall besonders gut aufzunehmen. Bis zu Tiefen von 200 m arbeitet die Lotanlage ganz selbsttätig. Den Aufbau dieses von den Firmen Atlaswerke, A.-G., Bremen, und Submarine Signal Corporation, Boston, gebauten Lotapparates zeigt Abb. 11. Der Motor m , dessen Umlaufzahl mit dem Drehzahlmesser a stets gleich erhalten wird, läßt die Kontaktscheibe b viermal in der Sekunde umlaufen.

Das Segment c schaltet bei jedem Umlauf den an die Bürsten d angeschlossenen Sender in der Nullstellung ein.

Abb. 10
Signal-Magnetsender

- a Membran
- b Tisch aus lamelliertem Eisen
- c Wechselstromwicklung
- d Magnetanker
- e, f Stahlrohre



Der Empfänger arbeitet über einen abgestimmten 4-Röhren-Verstärker auf ein Relais, das den Stromkreis e einstellt. Der Umformer f läßt über die Schleifringe g synchron umlaufendes Heliumröhrchen h aufleuchten. Stelle des Aufleuchtens wird an der Teilung i in der Blickrichtung k abgelesen. Diese liegt bei gleichbleibender Tiefe viermal in der Sekunde an derselben Stelle, ist dauernd leicht abzulesen. In der Außenansicht des Apparates, Abb. 12, erscheint der Lichtzeiger bei 1 auf der inneren Teilung. Das Lot arbeitet von 10 m an genau und selbsttätig bis 200 m mit einer Ablesegenauigkeit von 1 m.

Bei größeren Tiefen wird mit dem links sichtbaren Handgriff ein Vorgelege eingeschaltet. Der Sender arbeitet jetzt nur in Abständen von 1,5 s. Die Tiefe auf der äußeren Teilung bis 1200 m durch einen umlaufenden weißen Lichtzeiger angegeben. Der Echoempfang wird mit einem Kopfhörer festgestellt. Bei Tiefen von 1200 m wird durch einen Druck auf den Knopf unten die Schallabgabe so lange unterbrochen, bis das Echo gehört wird. Die Zahl der ganzen Umläufe n zum Empfang ist zu zählen und zu der Ablesung der 1200 n zuzuzählen. Bis 200 m Tiefe hat man eine dauernde Anzeige. Daß man auf diese Weise noch Bodenunebenheiten beobachten und zur Ortbestimmung ausnutzen kann, zeigt das vom D. „Columbus“ auf der Fahrt von Southampton nach Cherbourg am 6. Mai 1926 aufgenommene Profil des Kanals, Abb. 13. Die gestrichelte Linie entspricht den Angaben der Seekarte. Dieses Lot, welches ganz selbsttätig arbeitet und so zuverlässig gebaut ist, die Sicherheit des Arbeitens stets gewährleistet ist, entspricht allen Ansprüchen, die in der praktischen Navigation auf Tiefen von 10 bis 200 m gestellt werden, also bei

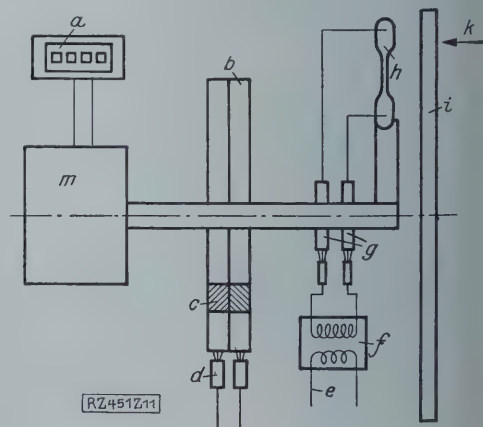


Abb. 11

Aufbau des Atlas-Lotes

- a Drehzahlmesser
- b Kontaktscheibe
- c Segment
- d Bürsten im Senderkreis
- e Empfängerstromkreis
- f Umformer
- g Schleifringe
- h Heliumröhrchen
- i Teilung
- k Blickrichtung
- m Motor



Abb. 12
Außenansicht des Atlas-Lotes

Äherung an die Küste auftreten. Bis zu den größten kommenden Tiefen ist Hörempfang möglich. Das Atlaslot hat sich auch auf der Reise des Vermessungsschiffes „Meteor“ ausgezeichnet bewährt. Gleichzeitigkeit mit dem im vorhergehenden beschriebenen Signale ist es regelmäßig in Abständen von 20 min benutzt worden. Bei zerklüftetem Boden ist häufiger gelotet worden. Die ozeanographische Vermessung des südatlantischen Ozeans sind im Verlaufe von zwei Jahren etwa 67 000 Lotungen ausgeführt worden.

Echolote mit Ultratonsender

Ultratöne sind Schallswingungen oberhalb 20 000 Hertz, die über der Hörgrenze des menschlichen Gehörs liegen. Die Wellenlänge ist in Luft kleiner als 1,7 cm, in Wasser kleiner als 7 cm. Diese kurzen Wellen werden in der Luft durch Absorption stark geschwächt;

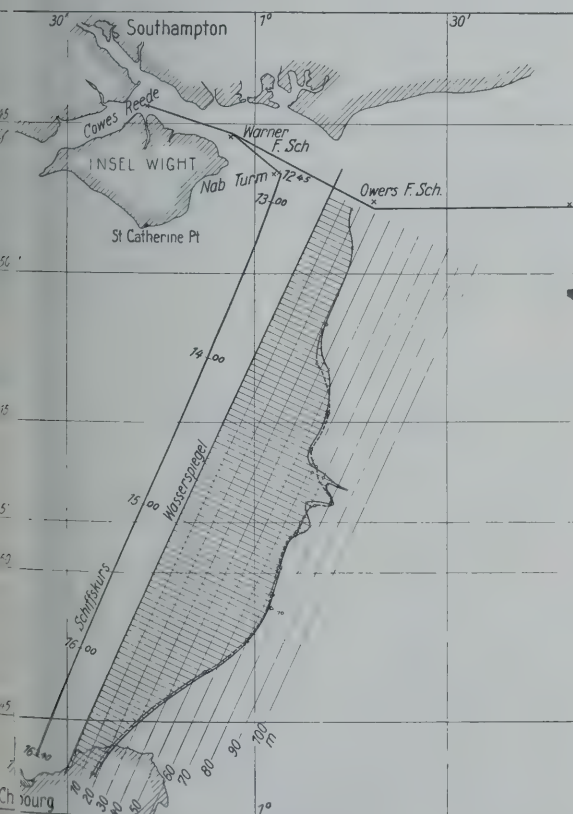


Abb. 13
Profil des Ärmelkanals zwischen Southampton und Cherbourg

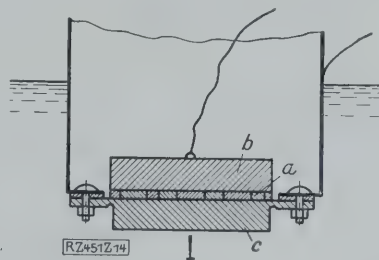
ihre Schwächung ist in Wasser etwa 100mal kleiner, und bei einer Frequenz von 70 000 Hertz hat man auf 10 km eine Energieschwächung um ein Drittel. Größere Entfernungen kommen bei Echoloten kaum vor, so daß man die Ultratöne für Lotzwecke benutzen kann.

Das Langevin-Florisson-Lot. Die Anwendung der Ultratöne für Echolote haben die Franzosen Langevin und Chilowsky vorgeschlagen. Die Apparate werden von der Société de Condensation et d'Applications mécaniques in Paris hergestellt. Zur Erregung der hohen Frequenzen wird der piezoelektrische Effekt von Quarzstücken benutzt. Dieser besteht nach Curie darin, daß ein Druck auf eine senkrecht zur sogenannten elektrischen Achse geschnittene Quarzplatte eine elektrische Ladung an den beiden Schnittflächen hervorruft und umgekehrt, so daß durch eine elektrische Ladung der Quarz zusammengedrückt wird. Beim Anlegen von Wechselspannung kann man den Quarz zu Schwingungen anregen, deren Amplitude bei Übereinstimmung der elektrischen Frequenz mit der mechanischen Eigenfrequenz des Quarzes brauchbare Größen von 10^{-8} cm erreicht.

Die Quarzplatten sind 2 mm dick und füllen mosaikartig den Kreis *a* in Abb. 14 von 10 cm Dmr. Zwei Stahlplatten *b* und *c* von je 3 cm Dicke sind beiderseitig aufgekittet. Die Platte *c* bildet den Abschluß gegen das Wasser, während die obere Platte *b* in Luft schwingt und

Abb. 14
Skizze des Langevin-Florisson-Senders

a Quarzplatten
b, c Stahlplatten



die eine Stromzuführung trägt. Die andere Zuleitung führt durch den Körper. Der Sender wird durch ein Bodenventil aus dem Schiff herausgeschoben. Die Sendefrequenz von 37 500 Hertz entspricht einer elektromagnetischen Welle von 8000 m Länge.

Zur Erregung dieses aus den beiden Stahlplatten als Belegungen und dem Quarz als Isolator bestehenden Kondensators benutzt man einen Hochfrequenzsender, wie er in der drahtlosen Telegraphie üblich ist. Am besten hat sich hier der Stoßfunktensender bewährt. Hiermit kann man leicht einen Wellenzug von $\frac{1}{1000}$ s Dauer aussenden. Zu bemerken ist noch, daß hohe Spannungen von einigen Tausend V erforderlich sind. Man baut deshalb die elektrische Hochfrequenzerzeugung unmittelbar neben dem Schallsender ein und braucht dann nur eine kurze, sehr gut isolierte Zuleitung zum Sender. Zum Empfang des Echos benutzt man auch den Sender, da der piezoelektrische Effekt umkehrbar ist.

Die Ultratonschwingungen werden durch einen Röhrenempfänger, ähnlich dem für Radiowellen, in hörbare Frequenzen umgewandelt oder auf einen elektromagnetischen Oszillographen von Dubois geschaltet. Durch einen genau umlaufenden Motor wird erreicht, daß der Sender jede Sekunde einmal eingeschaltet wird. Gleichzeitig läuft ein Lichtanzeiger auf einer Teilung. Da der elektrische Empfänger dauernd auf den Schallsender geschaltet ist, gibt er zunächst die Schallaussendung und dann das Echo wieder. Beides sieht man auf der Teilung. Die Einsätze beider Ausschläge geben die Lottiefe *u* in Abb. 15. Eine Lupe dient zur genauen Beobachtung des alle Sekunde wiederkehrenden Lichtflecks. Ist die Tiefe unbekannt, so kann man mit Hilfe eines Telefons schnell den Einsatz des Echos finden. Das Langevin-Florisson-Lot ist in der vorliegenden Form in allen Einzelheiten mit großer Sorgfalt durchkonstruiert¹⁰⁾. Es arbeitet schon bei den geringsten Tiefen von wenigen Metern unter dem Sender einwandfrei.

¹⁰⁾ Vergl. Bureau Hydrographique International, Monaco, Publication speciale Nr. 3, Oktober 1924 und Nr. 14, August 1926.

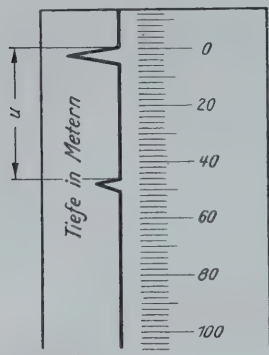
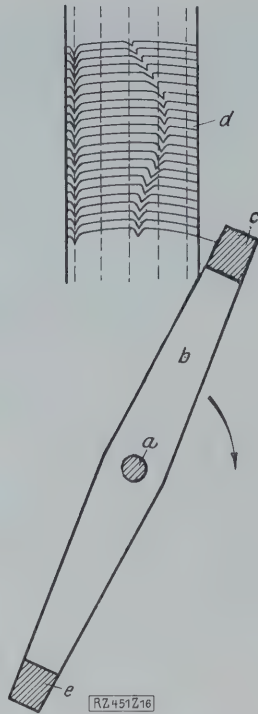


Abb. 15
Anzeigeteilung für Echo-
lote mit Ultratonsender
nach Langevin-
Florisson
u Lottiefe

Abb. 16
Verfahren von Marti zum
Aufzeichnen der Tiefe

- a* Achse
- b* Hebel
- c* Oszillograph
- d* berufter Papierstreifen
- e* Gegengewicht



Lotapparat nach M. Marti. Dieser benutzt auch die Langevinsche Sende- und Empfangseinrichtung, nachdem er die ursprüngliche Lotung mit Knallen aufgegeben hatte. Statt des optischen Anzeigeapparates hat er ein zeichnerisches Verfahren entwickelt, das einmal alle 3 oder 5 s die Ablesung der Tiefe erlaubt, außerdem aber noch das aufgenommene Profil des Meeresbodens aufzeichnet, Abb. 16; hierzu dreht sich um die Achse *a* der Hebel *b* mit gleichbleibender Geschwindigkeit. Dieser trägt an den Enden einen kleinen Oszillographen *c*, der seine Ausschläge senkrecht zur Bewegungsrichtung auf einen beruften Papierstreifen *d* aufzeichnet. *e* ist ein Gegengewicht.

Auf dem Papier sieht man den Einsatz der Schallabgabe und des Echos. Der Papierstreifen ist für Tiefen von 9 bis 200 m, für Handelsschiffzwecke 80 mm breit, für Vermessungszwecke 150 mm. Ein Modell für große Tiefen ist in der Entwicklung. Das Beruhen des Papiers und das Fixieren der Rußschicht geht selbsttätig vor sich, Abb. 17. Der Streifen *a* wickelt sich von der mit der Feder *b* gebremsten Trommel *c* ab. Die Flamme *d* beruht das Papier. Die Rollen *e*₁, *e*₂, *e*₃, *e*₄ dienen zur Führung, *f*₁, *g*₁ und *f*₂, *g*₂ besorgen über *h*, *i*₁ und *i*₂ einen gleichmäßigen Vorschub. *k* entspricht der Hebelachse *a* der Abb. 16. Der Hebel *b* gleitet oberhalb *l* über den Papierstreifen. *m* enthält eine alkoholische Schellacklösung für das Fixieren der Rußschicht. Das Martische Verfahren ist eine sehr wertvolle Ergänzung des Langevin-Lotes. Die Tiefe soll mit einer Genauigkeit von 1 vH aufgezeichnet werden. Einzelheiten über ausgeführte Lotungen sind nicht bekannt.

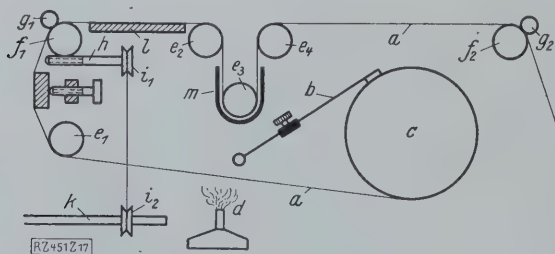


Abb. 17
Führung des Papierstreifens beim Martilot

- a* Papierstreifen
- b* Bremsfeder
- c* Trommel
- d* Rußflamme
- e*₁ bis *e*₄ Führungsrollen
- f*₁, *g*₁, *f*₂, *g*₂, *h*, *i*₁, *i*₂ Vorschubgetriebe
- k* Hebelachse
- l* Unterlage für den Schreibhebel
- m* Gefäß für Schellacklösung

Verwendung des Richtungshörens zum Loten

Bei dem gewöhnlichen Hören in Luft kann man Richtung einer Schallquelle gewohnheitsgemäß leicht feststellen, indem man den Kopf solange dreht, bis die Schallquelle in der Symmetrieebene des Kopfes liegt. Nach Untersuchungen von v. Hornbostel und Weidner¹¹⁾ hat man in diesem Falle keinen Zeitunterschied zwischen dem Eintreffen desselben Schallreizes in beiden Ohren. Bildet die Richtung zur Schallquelle mit der Blickrichtung den Winkel α , Abb. 18, dann besteht die Beziehung $\frac{AC}{AB} = \sin \alpha$. *AC* entspricht dem Zeitunterschied in der Erregung beider Ohren und die GröÙe *AB* ist für Luft ein Festwert von 21 cm. Es ist jedem Zeitunterschied ein subjektiver Richtungseindruck gesetzmäßig zugeordnet.

Beim Empfang von Wasserschall erhält man dieselben Verhältnisse wie in Luft, wenn man den Abstand zwischen den Empfängern *A* und *B* im Verhältnis der Schallgeschwindigkeiten in Wasser und Luft von 4,3 vergrößert. Man erhält so etwa 90 cm Abstand. Beide Empfänger haben gesonderte Stromkreise und erregen die Telefone *t*₁ und *t*₂. Zwischen diesen und den Ohren *o*₁ und *o*₂ des Beobachters sind zunächst gleich lange Luftwege eingeschaltet. Das rechte Ohr *o*₂ wird zuerst erreicht. Der Beobachter hat einen Richtungseindruck von etwa 30° rechts.

Um diesen Seiteneindruck in den Mitteneindruck zu überführen, wird der Schallwegunterschied in Wasser $AC = 4,3 d$ durch den Luftschallwegunterschied *d* ausgeglichen. Der Mitteneindruck läßt sich mit einer Genauigkeit von 1 cm Luftschallweg- oder $\frac{1}{33000}$ s Zeitunterschied festlegen. Das menschliche Gehörorgan ist ein ausgezeichnete Kurzzeitmesser. Das beidohrige Richtungshören, ist von der amerikanischen Marine erst für akustische Lotungen benutzt worden¹²⁾.

Das Winkelmeßverfahren, Abb. 19, ist in diesem Sinne im Vorschiff zwei Empfänger *e*₁ und *e*₂ in einem geeigneten Abstand angeordnet. Das von der Schraube ausgehende Geräusch wird vom Meeresboden zurückgeworfen und die Richtung des Echos mittels eines Kompensators festgelegt. Bei einer mittleren Entfernung der Empfänger von der Schraube *2 a* ist die Tiefe $t = atg \alpha$. Hierbei ist ein ebener Meeresgrund vorausgesetzt. Ist er geneigt, so ist die Neigung dadurch zu messen, daß man Sender und Empfänger vertauscht und die Winkelmessung wiederholt.

¹¹⁾ Vergl. E. M. v. Hornbostel und M. Wertheimer, Akad. d. Wissensch. Bd. 20 (1920) S. 338.

¹²⁾ Vergl. H. C. Hayes, Proc. Amer. Philos. Soc. Bd. 59 S. 371, Marine-Review New York, Bd. 22 (1922) S. 411, Journ. Fra Institute, Bd. 197 (1924) S. 323.

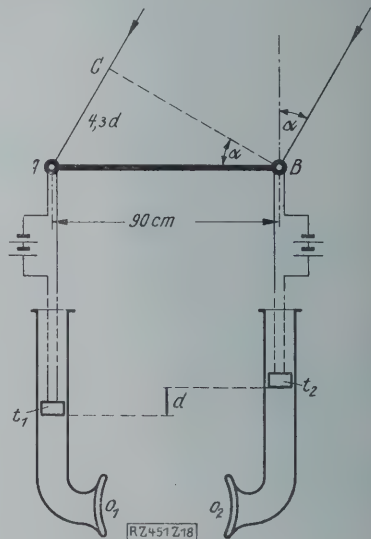


Abb. 18
Erklärung des
Richtungshörens

- t*₁, *t*₂ Telephone
- o*₁, *o*₂ Ohren

Die Genauigkeit des Verfahrens liegt bis zu Tiefen von 300 m; Sender- und Empfängerabstandes $2a$ innerhalb 3 vH, darüber hinaus nimmt sie ab; ebenso auch für geringe Tiefen unterhalb $0,2a$. Bei kleinen Tiefen kann man jedoch mit einem verkleinerten a arbeiten. Das Verfahren ist also bei 100 m Länge zwischen Sender und Empfänger zwischen 10 und 100 m Tiefe mit Erfolg anwendbar. Es wird für größere Tiefen durch das Verfahren der Schallstöße abgelöst, setzt aber in beiden Fällen eine in der Einstellung des subjektiven Richtungseindrucks geübte Beobachter voraus.

Verfahren der Schallstöße. Die Wirkungsweise dieses in Deutschland und Amerika¹³⁾ gleichzeitig angegebenen Verfahrens ist in Abb. 20 bis 24 dargestellt. Der Sender s schickt in bestimmten Zeitabständen kurze Schallstöße aus. In der Nähe des Senders ist ein Empfänger e_1 und in der Entfernung l der Empfänger e_2 angebracht. Beide Empfänger sind mit getrennten Telephonen verbunden. In Abb. 20 ist der Zeitunterschied zwischen dem Eintreffen zweier aufeinander folgender Schallstöße so groß, daß man keinen Richtungsdruck, sondern ein deutliches Nacheinander der Erregung wahrnimmt.

Verkürzt man den Zeitabstand zwischen den einzelnen Schallstößen allmählich, so erhält man einen Richtungsdruck, Abb. 21. Die Schallquelle scheint rechts zu liegen. Mit zunehmender Zahl der Schallstöße in der Sekunde ergibt sich ein Mitteneindruck, Abb. 22, dann ein Richtungseindruck, Abb. 23. Einen weiteren Mitteneindruck erhält man, Abb. 24, wenn der Schallstoßabstand halb so groß ist wie in Abb. 22. Bei Lotungen liegt die Strecke l nicht wagerecht, sondern entspricht dem Schallweg zum Meeresboden und zurück. Der Abstand l ist jetzt $l = cnp$, wo c die Schallgeschwindigkeit, p der Zeitunterschied zwischen den einzelnen Schallstößen und n die Zahl der Schallstöße ist, die sich zwischen Sender und Empfänger befinden. Für Abb. 22 ist $n = 1$, für Abb. 24 $n = 2$. Verändert man die Frequenz der Schallstöße und beobachtet beim Übergang von dem Zeitabstand p_1 auf p_2 a -mal den Mitteneindruck, dann ist

$$l = cnp_1 = c(n \pm a)p_2.$$

Setzt man für die Zeitabstände p die entsprechenden Frequenzen $f = \frac{1}{p}$ ein, dann wird $l = \frac{ca}{f_2 f_1}$.

Abgesehen von dem beidohrigen Mitteneindruck zur Einstellung der Gleichzeitigkeit läuft die Lösung der Aufgabe auf eine genaue Bestimmung der Frequenzen f_1 und f_2 hinaus. Für diese Frequenzbestimmung hat Hayes einen geeigneten Apparat angegeben: Von einem gleichmäßig umlaufenden Motor wird eine Kreisscheibe a 50 cm Dmr. angetrieben, Abb. 25. Das Rädchen b

¹³⁾ Vergl. W. Kunze, Phys. Zs. Bd. 22 (1921) S. 649.

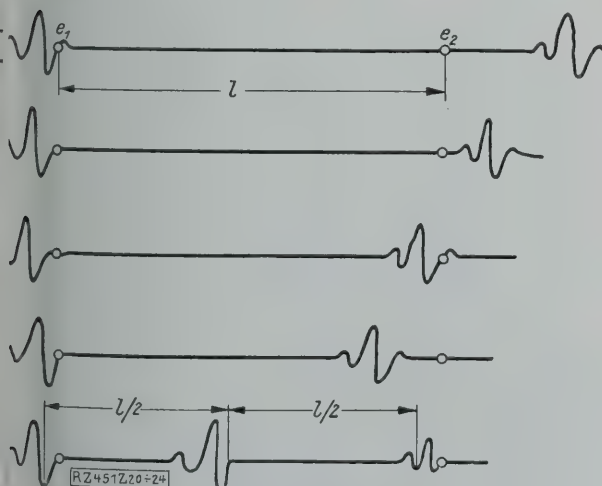


Abb. 20 bis 24
Verfahren der Schallstöße
 e_1, e_2 Empfänger s Sender

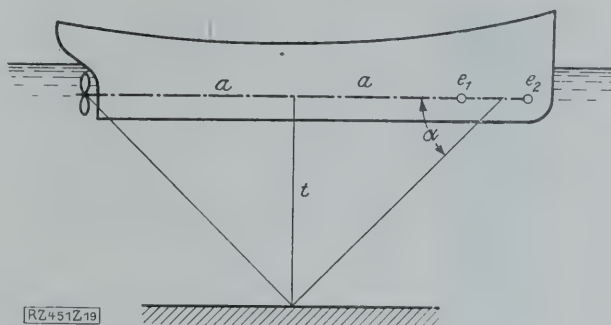


Abb. 19
Gerät für das Winkelmeßverfahren

$2a$ mittlere Entfernung der Empfänger e_1 und e_2 von der Schraube, t Tiefe des Meeresbodens

wird von ihr durch Reibung mitgenommen; dieses kann durch einen Schlitten c mit der Schraubenspindel d auf seiner Drehachse e in einer genau meßbaren Entfernung s vom Kreismittelpunkt o eingestellt werden. Auf der Achse e sitzen noch die Zahnräder z_1 und z_2 , die eine Aussparung und zehn Aussparungen haben, in die bei jedem Umlauf die Federn f_1 und f_2 einspringen, einen Schallsender einschalten und so je nach Wahl einen oder zehn Schallstöße bei einem Umlauf veranlassen. Ist r der Halbmesser des Rädchens b , t die Umlaufzeit der Scheibe a , und $p = a/k$, wo a die Umlaufzeit des Rädchens und k die Kontaktzahl bei einem Umlauf ist, dann wird $l = \frac{cntr}{ks}$.

Die unbekannte ganze Zahl n kann man durch Änderung der Drehzahl von f_1 auf f_2 aussondern, wenn man den Abstand s_1 auf s_2 vergrößert. Es enthält die Gleichung

$$l = \frac{ctra}{2k(s_2 - s_1)}$$

mithin nur bekannte Größen.

Mit dem Apparat von Hayes kann man alle vorkommenden Tiefen von 73 m an sehr genau feststellen. Bei 3600 m ist die Einstellgenauigkeit $\pm 0,6$ m, also sicher viel größer als die Unsicherheiten, die aus der als bekannt eingeführten Schallgeschwindigkeit c folgen. Der Apparat ist zuerst auf der Fahrt des amerikanischen Zerstörers „Stewart“ nach Gibraltar vom 22. bis 29. Juni 1922 zur Aufnahme eines Querprofils des Nordatlantischen Ozeans bei 215 Lotungen benutzt worden. Im November 1922 haben zwei andere amerikanische Schiffe an der kalifornischen Küste mit 5000 Lotungen ein Gebiet von etwa 100 000 km² bis zur 3600 m-Linie in 38 Tagen vermessen.

Freilote

Bisher wurden nur akustische Lote betrachtet, bei denen der ganze Weg vom Schiff zum Meeresboden und als Echo zum Schiff zurück von einer Schallwelle zurückgelegt wird. Es sind dieses alles Echolote, bei denen aus dem

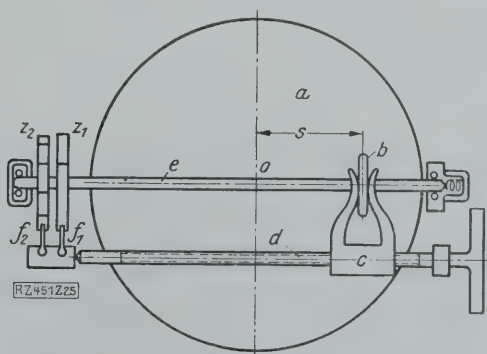


Abb. 25
Apparat zur Frequenzbestimmung von Hayes

a Kreisscheibe d Schraubenspindel o Kreismittelpunkt
 b Rädchen e Drehachse z_1, z_2 Zahnräder
 c Schlitten f_1, f_2 Federn



Abb. 26
Frei- oder Fall-Lot

Echo auf die Tiefe geschlossen wird. Bei der zweiten Art "akustischer Lote" spielt der Schall nur eine mehr nebensächliche Rolle: er dient nur zur Anzeige, daß ein vom Schiff versenkter Lotkörper den Meeresboden erreicht hat. Die Zeit, die zwischen dem Auftreffen auf der Wasseroberfläche und dem Zerknallen vergeht, ergibt bei gleichbleibender Fallgeschwindigkeit ohne weiteres die Wassertiefe. Auf diesem Gedanken beruht die Wirkungsweise des Frei- oder Falllotes, das im Jahre 1916 A. Wendler in Erlangen patentiert, in den letzten Jahren von Settegast bei der Signal-Gesellschaft, Kiel, ausgebildet wurde und jetzt von den Atlaswerken, Bremen, vertrieben wird. Es besteht aus einem stromlinienförmigen Körper von 150 mm Länge und 106 g Gewicht, Abb. 26, und hat am oberen Ende zwei Schwanzflossen, die die Stetigkeit des Falles im Wasser sichern und bei der Herstellung zur Einstellung der Sinkgeschwindigkeit von 2 m/s dienen.

Die untere, halbkugelige Kappe von 35 mm Dmr. ist beweglich, sie löst beim Auftreffen auf dem Grund einen Hebel aus, der ähnlich wie die Abschlußvorrichtung eines Gewehres einen mit einer Feder gespannten Schlagbolzen freigibt, wodurch eine mit 0,2 g Knallquecksilber geladene Patrone zerknallt. Auf weitgehenden Schutz gegen vorzeitige Auslösung ist großer Wert gelegt. Die Hauptsicherung ist ein Vorstecker im Schlagbolzen, der erst kurz vor dem Gebrauch, wenn sich das Freilot bereits in einem zum Abwurf benutzten Stahlblechrohr befindet, mit dem links in der Abbildung sichtbaren Knebel herausgezogen wird. Dann sind der Schlagbolzen und die Auslösekappe noch durch Fließpapierstreifen gesichert, die sich erst im Wasser auflösen.

Das Lot wird z. B. von der Brücke nach Leeseite geworfen, eine Stoppuhr in dem Augenblick in Gang gebracht, wo das Lot die Wasseroberfläche durchschneidet, im Moment des Zerknalls, den man in geringen Tiefen bis 25 m gewöhnlich ohne weiteres hört oder bei sehr schlechtem Wetter und größeren Tiefen mit der gewöhnlichen Wasserschall-Empfangsanlage feststellt, hält man die Uhr an. Die abgelesene Sekundenzahl entspricht der halben Tiefe. Die Zeit, die der Schall für den Weg vom Meeresgrunde zum Empfänger braucht, ist stets zu vernachlässigen. Man macht damit für alle Wassertiefen einen gleichbleibenden Fehler von 0,13 vH.

Bereits nach 30 cm Weg im Wasser hat sich eine gleichbleibende Geschwindigkeit eingestellt¹⁴⁾, hierbei ist vorausgesetzt, daß das Freilot an der Wasseroberfläche die Geschwindigkeit null hat. Dieses ist in der Praxis nicht der Fall, man wirft das Lot aus größerer Höhe. Läßt man jetzt eine Stoppuhr vom Abwurf an laufen, dann sind von der aus der Sekundenzahl bestimmten Tiefe, je nach der Abwurfhöhe, 2 bis 4 m (bei 5 bis 20 m über dem Wasserspiegel) abzuziehen.

Bei diesem auf Grund eingehender Versuche bei der deutschen Marine eingeführten Lotgerät kann man bis 50 m Tiefe mit einem Fehler unter 5 vH rechnen, bei größeren Tiefen — es sind Lotungen auf über 500 m Tiefe gemacht — wird er noch geringer. Bei diesen hat es jedoch den Nachteil, daß eine ziemlich lange Zeit bis zum Zerknall vergeht, so daß sich das Schiff inzwischen von dem Ort, wo das Freilot geworfen wurde, ein beträchtliches Stück entfernt hat.

¹⁴⁾ Vergl. H. Stenzel, Werft, Reederei, Hafen, Bd. 7 (1926) S. 117.

Einfluß der Wasser- und Bodeneigenschaften

Bei den Echoloten ist die Zeit zwischen dem Absenden und dem Empfang des Schallsignals das Maß für die Tiefe, wobei eine stets gleiche Schallgeschwindigkeit vorausgesetzt ist. Diese Annahme trifft jedoch nicht genau zu, sondern die Schallgeschwindigkeit ändert sich mit der Temperatur, dem Salzgehalt und dem Druck. Der Zuwachs an Schallgeschwindigkeit beträgt für 1 °C etwa 3,5 m (2,3 vH) und für 1 vT Salzgehalt nur 1,1 m (0,7 vT), ist also gering, so daß die unberichtigten Echotiefen ein gutes Bild der Bodengestaltung geben. Für nautische Zwecke wird es sogar zweckmäßig sein, nur die rohen Echotiefen anzugeben, soweit man voraussetzen kann, daß sich die Geschwindigkeit auf dem größten Teil des Weges nicht ändert. Für genaue Tiefenangaben müssen Änderungen der Schallgeschwindigkeit berücksichtigt werden. Nach Maurer¹⁵⁾ kann man die Schallgeschwindigkeit im Seewasser berechnen nach der Formel:

$$c = 1445 + 4,46 t - 0,0615 t^2 + (1,2 - 0,015 t)(S - 35),$$

wo t die Temperatur in °C und S den Salzgehalt in beuten.

Die Verhältnisse sind in den einzelnen Meeresgebieten verschieden. Schumacher¹⁶⁾ berechnet für fünf Meeresteile die mittleren Schallgeschwindigkeiten für die Tiefe. In äquatorialen und subtropischen Zonen findet zuerst eine Abnahme und erst von 1500 bis 3000 m Tiefe eine Zunahme der Schallgeschwindigkeit statt. Nordatlantik, Mittelmeer und Polargebiet wächst Schallgeschwindigkeit mit der Tiefe, im Polargebiet am stärksten. Man erhält unter Zugrundelegung der Eigenschaften des Wassers an der Oberfläche bei akustischen Lotverfahren zu geringe Tiefen, während mit einem Drahtlot die Tiefen grundsätzlich zu groß gemessen werden. Beide Werte weichen um 3 bis 4 vH voneinander ab. Die wahre Tiefe zu bekommen, muß man daher die rohen Echotiefen um etwa 1 bis 2 vH vergrößern.

Genaue Angaben wird man erst nach einer Durchmusterung der mit dem Forschungsdampfer „Meteor“ gewonnenen Meßergebnisse machen können. Dieser wurde seine kürzlich beendete Forschungsreise, Abb. 27, einem Behmlot, einem Atlaslot und einem Signallot ausgerüstet, ohne sie wäre es nach Angabe von Spieß¹⁷⁾ möglich gewesen, die Forschungsarbeit den an Ort und Stelle angetroffenen Verhältnissen und Fragen anzupassen¹⁷⁾. Abb. 27 zeigt den Verlauf der Fahrt. Hier wurden fast täglich die Echolotungen durch Drahtlotungen nachgeprüft und dabei die physikalischen

¹⁵⁾ Vergl. H. Maurer, Ann. d. Hydrographie, Bd. 52 (1924) S. 220.

¹⁶⁾ Vergl. A. Schumacher, Ann. d. Hydrogr., Bd. 52, (1924) S. 17.

¹⁷⁾ Vergl. F. Spieß, Ann. d. Hydrographie, Bd. 54 (1926) S. 7.

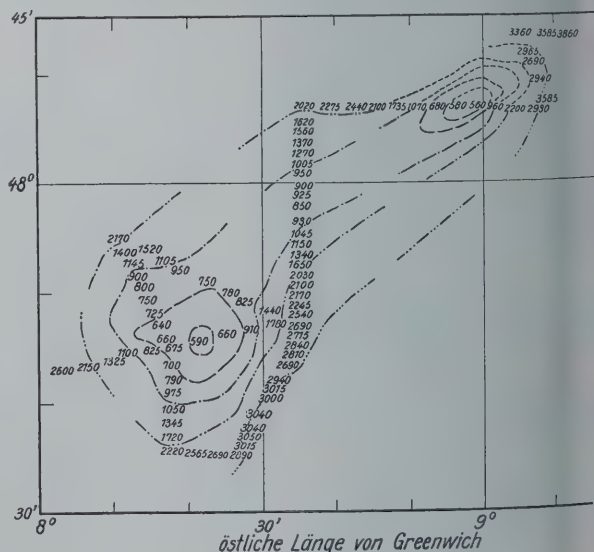


Abb. 28

Vermessung mit akustischen Mitteln. Die hiermit entdeckte Meteorbank.

schaften des Wassers
in verschiedenen Tie-
fen gemessen. Den
auf einer Vermessung
akustischen Lotmitteln
(Abb. 28. Durch Ab-
von Zickzackkurven
die „Meteor“-Bank
kt und ihre Ausdeh-
von 600 m Breite und
Länge in einem
einschließlich der
Stunden bean-
tenden Drahtlotungen
gelegt.

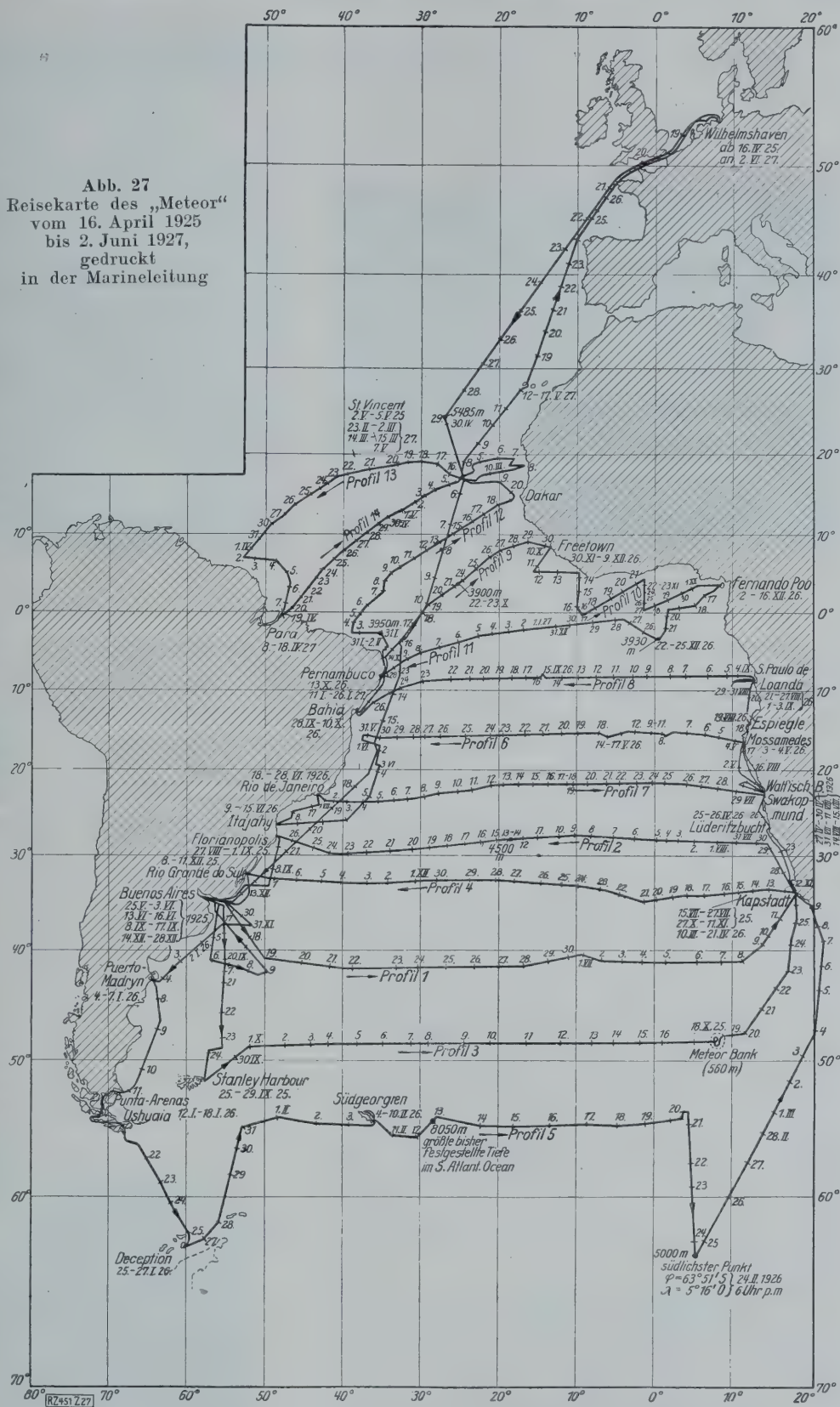
ungen mit den deut-
akustischen Loten
ie meisten Erfahrun-
ber akustische Lote
r Forschungsdampfer
or“ auf seiner 2½-jäh-
Fahrt gewinnen kön-
wurden doch auf der
Seemeilen langen
rd. 67 000 Echo-
ngenommen. Der Be-
hierüber lautet im
(18¹⁸):

Die Grundlage für die
schen Lotungen bil-
Echolotapparate der
gesellschaft Kiel und
Atlaswerke Bremen.
der dauernden Bean-
ung der Lotapparate
t sie Vorzügliches.
akustische Lotpro-
n im zweiten Jahre
expedition hat nicht
aufrechterhalten wer-
können, sondern ist
erweitert worden.

kleine technische Ver-
änderungen, wie Verlän-
des Sendetons bei
n Tiefen und Ein-
en eines zweiten
reises im Signallot,
n dazu, das Loten bei
geringen Empfangsver-
mögen leichter und
er zu gestalten. Auch
loten kleiner Tiefen
dem Atlaslot wurde
sert. Es wurden
entsprechende Emp-
findlichkeitseinstellung der
inger Tiefen bis zu
8 m gelotet.

Das Signallot gestattet
sonders gut, den Mee-
den gewissermaßen
asten. Aus der Art
Wiederholung des
s kann man auf die
gestaltung schließen.
benem Boden wiederholt sich das Echo in gleichen
ren Abständen, bis zu fünfmal hörbar, bei einem
bewegten Meeresboden kommen die Echos in un-
en Abständen angerollt und überschlagen sich. Man
also aus dem Echo auf einen in der Nähe befind-
Anstieg oder Abfall schließen.
Die Versuche mit dem Behmlot, Type II, wurden plan-
fortgesetzt. Das Ergebnis war jedoch wenig zu-

Abb. 27
Reisekarte des „Meteor“
vom 16. April 1925
bis 2. Juni 1927,
gedruckt
in der Marineleitung



friedenstellend. Die mit dem Behmlot, Type IIa, angestellten Versuche sind günstiger ausgefallen. Es wurden Lotungen bis 120 m erreicht. Jedoch ist die Streuung in den Angaben so groß, daß eine praktische Anwendung infolge des ungenügenden Genauigkeitsgrades bisher nicht in Frage kam.

Die Freilote haben sich bei geringen Tiefen als brauchbar erwiesen.“

[B 451]

Die Rohgummiaufbereitung

Von W. C. G. Mewes, Somarang (Java)

Die bisher üblichen Verfahren — Pressen und Zerstäuben des Rohgummis — Verschiffen der rohen Gummimilch — Inlandverarbeitung



Abb. 1
Sheet-Herstellung



Abb. 2
Crêpe-Herstellung

Der große Aufschwung, den die Gummiindustrie heute erlebt, hat es zuwege gebracht, daß man dem maschinentechnischen Teil der Rohgummibearbeitung in den Tropen selbst mehr Aufmerksamkeit entgegenbringt als früher. Bis vor kurzem hatte man verhältnismäßig viele, aber kleine Maschinenanlagen zum Waschen und Auswalzen des Rohgummis, während man jetzt dazu übergeht, zentrale Aufbereitungsanlagen zu errichten, deren Leistungsfähigkeit bei den größten Anlagen über 10 000 000 kg Gummi jährlich beträgt.

Der Arbeitsgang der früheren Anlage für Plantagengummi war bekanntlich wie folgt:

Zur Gummierzugung wurden fast ausschließlich die Hevea-Gummibäume benutzt. Hiervon wird die Gummimilch (Latex genannt) durch Anschneiden der Rinde gewonnen und in Schalen, die an den Bäumen befestigt sind, aufgefangen. Die Latex wird dann zur Fabrik gebracht und, da ihr Gummigehalt schwankt, zuerst auf einen mittleren Gehalt mit Wasser gemischt. Hierauf setzt man ein Koagulierungsmittel hinzu, wie z. B. Essigsäure, Ameisensäure usw., und erreicht hierdurch, daß die Latex gerinnt, d. h. die festen Gummibestandteile schlagen sich nieder, während die Serumflüssigkeit darüber abgeschieden wird. Der so gewonnene Gummikuchen wird dann mit einfachen Mangeln auf 3 bis 4 mm Dicke ausgewalzt, Abb. 1, und die so erzeugten Streifen werden in einem Trockenhaus unter Einwirkung von Rauch getrocknet. Der Rauch macht den Gummi haltbar und gibt ihm eine gelbe, durchsichtige Farbe. Das Erzeugnis, das nach diesem Arbeitsvorgang hergestellt ist, kommt unter dem Namen Sheet auf den Weltmarkt.

Ein andres, älteres Verfahren ist, die frischen Gummikuchen mit Hilfe von schweren Hartgußwalzen fein auszuwalzen, Abb. 2, und dabei mit Wasser den Gummi zu durchspülen. Man erhält dann Bänder bis zu 1 mm Dicke, die in den einfachen Lufttrockenhäusern getrocknet werden. Das fertige Erzeugnis, ein kreppartiges, weißgelbes, undurchsichtiges Band von ungefähr 300 mm Breite, wird dann als Crêpe auf dem Markt verkauft.

Heute, wo der Jahresbedarf der amerikanischen Gummifabriken gewaltig gestiegen ist, verlangt man vor allem eine Rohgummisorte mit völlig gleichbleibenden Eigenschaften. Ferner will man diese urwüchsigen und verhältnismäßig teuren Arbeitsverfahren durch bequemere und billigere ersetzen.

Der erste Weg war, daß mehrere Pflanzungen sich zusammentaten, und daß man die frischgefüllten Gummikuchen unter einer schweren hydraulischen Presse ent-

wässerte. Der Preßblock wurde dann mit Jute um und kam so zum Versand. Da der Gummi trotz der Pressung noch viel Wasser enthielt, gingen die beigefügten Eiweißstoffe während der Reise in Fäulnis über, verbreiteten einen so schlechten Geruch, daß man Schwierigkeiten hatte, die Ware zu versenden und zu verpacken. Man kann durch Zugabe von Chemikalien dieses Unbehagen abschwächen, aber man muß auch dann eine geringe Verschlechterung des Gummis in den Kauf nehmen. Die amerikanischen Fabriken verarbeiten dieses Erzeugnis nicht mehr, und soweit sich feststellen läßt, findet die Verarbeitung nur noch für eine italienische Fabrik statt.

Der neueste Trockenvorgang dagegen ist die Herstellung von Sprayed-Rubber oder Staubgummi, bei dem ungefähr die gleichen Verfahren benutzt werden wie bei der Herstellung von Trockenmilch nach Krause. Hierbei wird die Latex durch eine schnell drehende Siebmaschine fein zerstäubt und fällt mit einem warmen Luftstrom zusammen hernieder. Auf diesem Wege wird der Gummi getrocknet und legt sich flockenartig nieder. Das Verfahren selbst und das Erzeugnis ist durch ein amerikanisches Patent von Hopkinson geschützt und wird heute in Sumatra, Java und Singapore benutzt.



Abb. 3
Anlage mit drei Türmen in Boenoet zur Herstellung von Staubgummi



Abb. 4

Empfangsstelle für Latex in der Fabrik in Boenot

Die größte Anlage dieser Art hat Boenot auf Java; sie gehört der United States Rubber Plantations. Abb. 3 gibt die Anlage mit drei Trockentürmen. Jetzt ist man dabei, sie auf acht Türme zu vergrößern. Die Fabrikorganisation ist nach amerikanischem Vorbild durchgeföhrt und zeigt, daß auch Großbetriebe in den Tropen ohne weiteres möglich sind.

Die Gummimilch wird in Kesselwagen zur Fabrik gebracht, gewogen und der Gummigehalt bestimmt; sie wird dann in große Vorratsbehälter, Abb. 4. Um ein zu frühes Gerinnen zu verhindern, wird ein kleiner Zusatz Ammoniak beigemischt. Von diesen Behältern wird die Flüssigkeit nach den Türmen gedrückt. Das geschieht mit Kolben- oder Kreispumpen ist unmöglich, da hierdurch ein Teil der Latex gerinnt und bald die Ventile verstopft. Oben in den Türmen sind Vorratsbehälter angebracht, und von hier fließt die Latex auf Zerstäuberscheibe. Schematisch zeigt Abb. 5 den Aufbau eines Turmes. Die Zerstäuberscheibe selbst hat einen Durchmesser von 450 mm; sie wird von einem Elektromotor angetrieben und macht 2850 Uml./min. Diese Einrichtung ist leicht auswechselbar und hängt in einem Turm von 9 m Höhe und 10 m² Grundfläche. Der Turm besteht aus Beton. Oberhalb der Scheibe, Abb. 5, wird warme

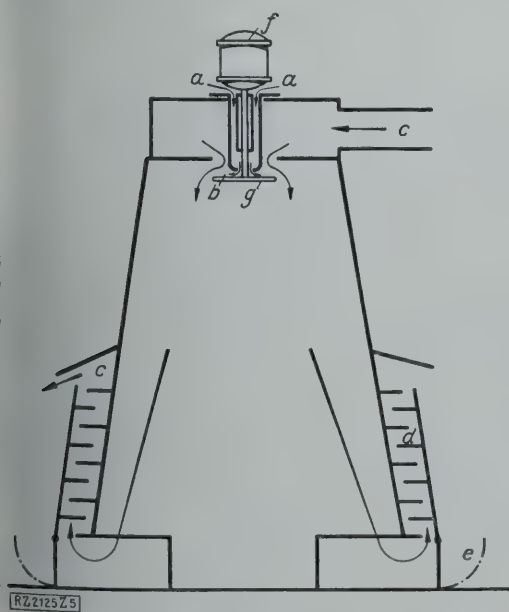


Abb. 5

Zerstäuberturm

Latex-Einlaß b Warme Luft mit Latex c Warme Luft
Gummi-Staubfänger e Klappe für den Entleerboden
f Elektromotor g Zerstäuberscheibe

Luft von etwa 350 °C zugeführt, und beim Fallen werden die Latextropfen durch sie getrocknet. Die warme Luft entweicht unten mit ungefähr 200 °. Die mitgerissenen Gummiteilchen werden durch Stoßplanken zurückgehalten.

Der Boden des Turmes steht auf Rollen, und wenn eine bestimmte Menge Gummi durchgesetzt ist, wird er herausgezogen und der flockenartige weiße Gummischnee wird dann in Ballen von rd. 500 × 500 × 450 mm³ im warmen Zustande gepreßt. Dieser Vorgang erfordert sehr wenig Kraft, und zur Bedienung eines Turmes von ungefähr 300 kg trockenem Gummi stündlicher Leistung werden drei Arbeiter gebraucht. Der Gummi, den man so gewonnen hat, ist durch keinerlei Chemikalien verunreinigt, und man behauptet, daß die Zug- und Verschleißfestigkeit hierdurch bedeutend steigt. Man hat Zahlen erreicht, wonach die Zugfestigkeit von Crêpegummi 140 kg/cm² beträgt, während sie bei Staubgummi 220 kg/cm² erreichen soll. Die Zahlen sind aber sehr vorsichtig aufzunehmen, und es läßt sich nicht eindeutig feststellen, welche Verbesserung wirklich erzielt wird.

Vorläufig können diese Anlagen nur für Großbetriebe benutzt werden, doch ist man dabei, auch eine Lösung für kleinere Anlagen zu finden.

Im Jahre 1923 ging man auch dazu über, die Latex selbst zu verschiffen, um sie in Amerika für die Gummierung von Geweben unmittelbar zu benutzen. Auch sprach man davon, die Latex für die Papierfabrikation, für die Farbenherstellung usw. zu verwenden. Die Latex wurde in großen Tanks gesammelt und unter sorgfältigem, langsamem Röhren mit Ammoniak gemischt, so daß die Flüssigkeit für den langen Weg haltbarer gemacht wurde. Die Latex wurde dann durch Druckluft in Tankschiffe übergepumpt. In der letzten Zeit hört man sehr wenig davon, und es ist wohl anzunehmen, daß der Preis der Beförderung eine große Rolle spielt, da ⅓ der Latex Wasser sind.

Eine äußerst wichtige Stellung nimmt heute auch der von der inländischen Bevölkerung selbst erzeugte Rohgummi ein. Der Inländer hat natürlich keine großen Maschinen zur Verfügung. Er kann nur ein Halberzeugnis herstellen, das vor dem Versand nach Amerika oder Europa nochmals verarbeitet werden muß. Der Inländer benutzt nicht nur Säuren zum Koagulieren, sondern vielfach auch Alaun, gegorenes Kokosnußwasser oder Urin. Er walzt dann mit einer Flasche oder mit einer kleinen Mangel die Kuchen aus und hängt sie zum Vortrocknen auf. Diese Kuchen enthalten im Mittel 25 bis 30 vH Wasser und Schmutz. In diesem Zustande werden sie von den chinesischen Gummihändlern aufgekauft und zum größten Teil nach Singapore verschifft. Hier werden sie gesondert, durch schwere Walzwerke mit geriffelten Walzen zerrissen und unter Zufügung von Wasser gewaschen. Das Erzeugnis wird dann ähnlich wie Crêpe ausgewalzt, nur daß die Bänder viel dicker sind. Die Bänder werden dann in einem Trockenhaus getrocknet, was bis zu vier Wochen dauern kann, und kommen dann als grau-weißliche Blanket-Crêpebänder auf den Markt.

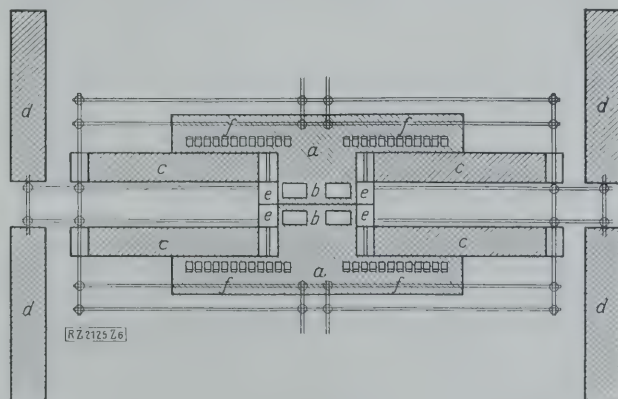


Abb. 6

Gummifabrik für die Verarbeitung von inländischem Gummi
Leistung 40 t in 24 h

a Maschinenraum b Motorraum c Vortrockner
d Trockenhaus e Wassertank Gummiwalzen

Es gibt Fabriken, die über 100 Walzwerke haben und die mehr als 1000 PS verbrauchen. Daraus geht wohl am besten hervor, welche große Rolle der inländische Gummi heute spielt.

Auch in Niederländisch-Indien ist man jetzt dabei, große zentrale Fabriken zu errichten. Die Fabrik, Abb. 6, ist vorgesehen mit 48 Walzwerken; sie hat einen Vortrockner, auf dem zuerst die Hauptmengen des eingeschlossenen Wassers aus den Crêpebändern entfernt werden. Danach werden die Bänder in einem Trockenhaus fertig getrocknet. Mit dieser Anlage soll es möglich sein, in 24 h 30 bis 40 t marktfähigen Gummis herzustellen.

Wie schon anfangs erwähnt wurde, ist die Rohgummibearbeitung in einem Entwicklungszustand, und es läßt sich noch nicht sagen, welche Wege künftig eingeschlagen

werden. Einmal ist man dabei, die bekannten Maschinen zu verbessern und zu vervollkommen, und es gibt schon Maschinen, die Sheets vollkommen selbsttätig stellen. Auf der andern Seite sucht man nach neuen Lösungen. Es werden Versuche angestellt mit Elektroosmose, und man hat gefunden, daß man Zufügung eines Elektrolyten zur Latex den festen Guss ausfällen kann. Alle diese Versuche sind aber in der Praxis noch nicht erprobt worden, und es bleibt abzuwarten, ob sie die bekannten Arbeitsverfahren verdrängen können. Es muß überdies damit gerechnet werden, daß üblichen Handelsmarken seit vielen Jahrzehnten auf dem Weltmarkt bekannt sind, und daß so leicht kein neues Arbeitsverfahren das alte übliche Auswalzverfahren der Sheets oder Crêpe wird verdrängen können. [B 21]

Versuchstriebwagen der Straßenbahn von Springfield

Der Straßenbahn-Wagenbau hat lange Jahre technischen Stillstands hinter sich gehabt, bevor in den letzten Jahren, insbesondere durch den Wettbewerb des Kraftomnibusses angeregt, eine Reihe wertvoller technischer Neuerungen eingeführt wurden. Diese liegen wesentlich auch auf dem Gebiete der Formgebung insgesamt und der inneren Ausstattung, die gegenüber dem Wettbewerb des Kraftomnibusses besonders rückständig geblieben waren.

Ein neuerdings von der Straßenbahn in Springfield (Massachusetts, Ver. Staaten von Amerika) in Dienst gestellter Versuchstriebwagen stellt ein kennzeichnendes Beispiel für die Richtung dieser Entwicklung in den Vereinigten Staaten dar. Der Vorliebe für den Kraftomnibus verdankt diese Versuchsbauart schon äußerlich ihre Anlehnung an dessen Bauformen. Die Führerstand-Stirnwände des Wagens sind denen des Kraftomnibusses singemäßig angenähert: der ganze Führerstand mit seinen Geräten liegt in einem Vorbau, dessen seitliche und vordere Glaswand wie die Windschutzscheiben eines Kraftwagens schräg gestellt sind. Neben einem ausgezeichneten Rundblick gewährt diese Anordnung dem Führer die vom Kraftwagen her bekannte Freiheit gegen Blendung durch die Beleuchtung des Wagens und anderer Fahrzeuge.

Der Wagen ist vierachsrig mit zwei Drehgestellen, deren Bauart wesentliche Neuerungen aufweist. Die gewalzten Vollscheibenräder von 660 mm Dmr. laufen in Kegel-Doppelrollenlagern auf einer Achse mit Ausgleichgetriebe und werden über eine untenliegende Schnecke von den am Drehgestellrahmen aufgehängten beiden Motoren einzeln angetrieben. Dadurch ist das ganze Motorgewicht gefedert und das ungefederte Gewicht auf den Achsen weitgehend vermindert worden. Außerdem konnten wegen des großen Übersetzungsverhältnisses von 1:10, das sich in der Schnecke leicht konstruktiv unterbringen läßt, schnelllaufende und daher leichte Motoren verwendet werden.

Die Achsen werden durch untenliegende, mit ihren Enden zwischen Gummiblöcken geführte Blattfedern gestützt. Der aus gebogenen U-Trägern bestehende Drehgestellrahmen wird gegen das Wagenuntergestell nochmals durch Schraubenfedern abgefangen, die bis zu Dreiviertelbesetzung des Wagens wirksam sind und sich dann selbsttätig ausschalten. Die Räder haben Innenbackenbremsen und an den Radscheiben angeschraubte Bremstrommeln. Das Gesamtgewicht eines Drehgestells beträgt betriebsfertig 2560 kg und verteilt sich auf zwei Motoren mit 385 kg, zwei Radsätze mit 1400 kg, den Drehgestellrahmen mit 740 kg sowie Wellen und Kupplungen mit 35 kg.

Das Untergerüst des Wagens besteht aus Stahl, mit Ausnahme der Duralumin-Querträger, während für die Kastensäulen noch Holz mit Verstärkungswinkeln aus Leichtmetall verwendet worden ist. Man findet hier also die Bauweise, die auch für die Berliner Omnibusse der Aboag als die wirtschaftlichste Lösung gefunden worden ist.

Diese Kästen werden in den eigenen Werkstätten der Aboag aus Eschenholz hergestellt. Die Bekleidung des Wagenkastens besteht aus Leichtmetallblechen, die 200 mm über das Untergerüst herabreichen und dadurch eine Schutzschicht bilden, die die elektrische Ausrüstung unter dem Wagenkasten und die beweglichen Teile des Drehgestelles zu einem großen Teile wirksam abdeckt. Das Dach besteht aus Kiefernholz und ist mit Deckenleinen bespannt. Die Gesamtlänge des Wagens beträgt 13 m. Durch die gedrängte Bauart des Drehgestells war es möglich, mit 820 mm über der Bodenhöhe auszukommen, so daß nur eine Eintrittsstufe erforderlich war.

Die Führerstand-Windschutzscheibe ist mit einem elektrischen Fensterwischer und einem Sonnenschutzdach gerüstet; vor der Stirnwand ist ein normaler Kraftwagenstoßfänger angebracht. Der Wagen enthält 45 Sitzplätze und zwar 16 querstehende Doppelsitze, ledergepolsterte klappbaren Rückenlehnen, vier Längsbänke für je drei Passende und je einen Drehsessel in jedem Führerstand, wovon einer jeweils für einen Fahrgast zur Verfügung steht, während der andere weichen von dem bisherigen allgemeinen Gebrauch hat. Auch der Führer einen bequemen Ledersessel mit Rückenlehne, und er führt den Wagen ganz wie ein Kraftfahrzeug.

Die vier Motoren von je 35 PS Stundenleistung werden ferngesteuert; im Führerstand befindet sich eine 24 V-Schaltwalze, deren Kurbel in einer senkrechten Ebene geneigt wird; der Strom wird zwei hintereinander geschaltete 12 V-Batterien entnommen. Diese Batterien sind in zwei Stromkreise für die Beleuchtung und den Luftverdichter eingeschaltet und werden daher mit aufgeladen, sobald der Verdichter läuft oder die Beleuchtung eingeschaltet ist. Aus den Batterien werden auch die Notlampen gespeist, so daß keine Öllaternen mehr für diesen Zweck erforderlich sind.

Auch die Druckluftbremse und die Druckluft-Türschloßeinrichtungen haben elektrische Fernsteuerung. An den Luftleitungen befindet sich im Führerstand also nur ein Manometer. Sämtliche Luftleitungen bestehen aus Leichtmetallrohren. Die Notbremse wird durch einen Handhebel ähnlich wie beim Kraftwagen betätigt, der jeweils nur das nächstliegende Drehgestell abbremst. Das Gesamtgewicht des Wagens ist mit 10 600 kg sehr niedrig und unterteilt sich auf 5120 kg für die beiden vollständigen Drehgestelle, 2560 kg für das Untergerüst und Wagenkasten mit 3530 kg, Sitzplätze mit 790 kg, Fußboden mit 90 kg, elektrische Heizung mit 13 kg, elektrische Ausrüstung im Wagenkasten mit 270 kg und die Druckluftbremse mit 450 kg.

Für die Untersuchung des Wagens ist ein weitgehendes Programm aufgestellt worden, das auch das Messen der Fahrgeräusches umfaßt, auf dessen Verminderung bei der Konstruktion besondere Aufmerksamkeit verwandt worden ist. Die Herstellungskosten dieser neuen Wagen betragen, Bau einer größeren Zahl vorausgesetzt, nur unwesentlich über denen der normalen vierachsigen Straßenbahntriebwagen gleicher Leistung. [N 439]

Die Müllverbrennung nach dem Kriege

Von Baurat Otto Uhde, Hamburg

Erste Anfänge — Herdofen — Schachtofen — Einführung maschineller Fördermittel — Vorschubtreppenrost — Schachtofen mit Ausdrückmaschine — Erzeugnisse — Aussichten

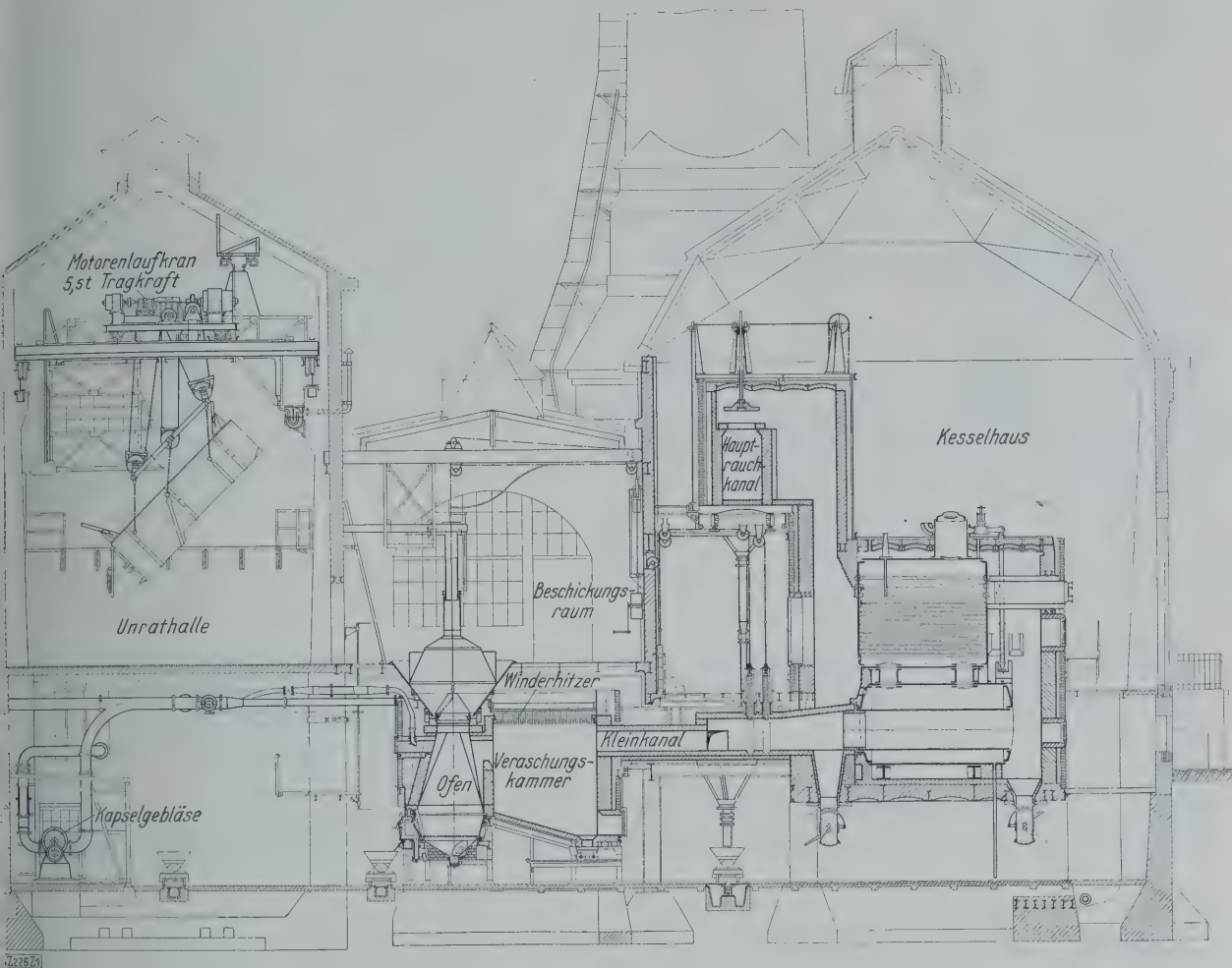


Abb. 1
 Müllverbrennungsanstalt Alter Teichweg in Hamburg

Ältere Verfahren der Müllverbrennung

Unter den kommunaltechnischen Aufgaben nimmt die Beseitigung des Mülls eine besondere Stellung ein. Da bis heute die Frage, welcher Weg hier einzulegen sei, noch nicht grundsätzlich geklärt ist.

In England, dem Lande des brennstoffreichen Mülls, tigt man das Müll durch Verbrennen. Auf dem Fest- entschloß man sich erst recht spät hierzu, und zwar st im Jahre 1893/94, unter dem Druck des Cholera- s in Hamburg¹⁾. Das englische Müll hat in der l einen Heizwert von 3000 bis 4000 kcal/kg, während beim Müll auf dem europäischen Festland mit Heiz- von 1200 bis 1500 kcal/kg und darunter zu rechnen t. Man konnte daher mit dem vom Festlande stammen- Müll im englischen Herdofen, den man zunächst auch dem Festland anwandte, nicht dieselben günstigen bnisse erzielen wie mit englischem Müll. Bei manchem deutscher Städte mußte sogar ein fremder Brenn- zugesetzt werden, um das Müll überhaupt zu ver- n. Der englische Herdofen arbeitet mit einer niedri- Brennstoffschicht und z. B. einer Rostanstrengung 200 kg/h Müll auf 1 m² Rostfläche²⁾, was einer

Wärmeleistung von 600 000 bis 800 000 kcal/h für engli- sches Müll und von 200 000 bis 300 000 kcal/h für deut- sches Müll auf 1 m² Rostfläche entsprechen würde. In dieser geringeren Wärmeleistung mit dem vom Festlande stammenden Müll liegt nun der Mißerfolg des Herdofens auf dem Festland.

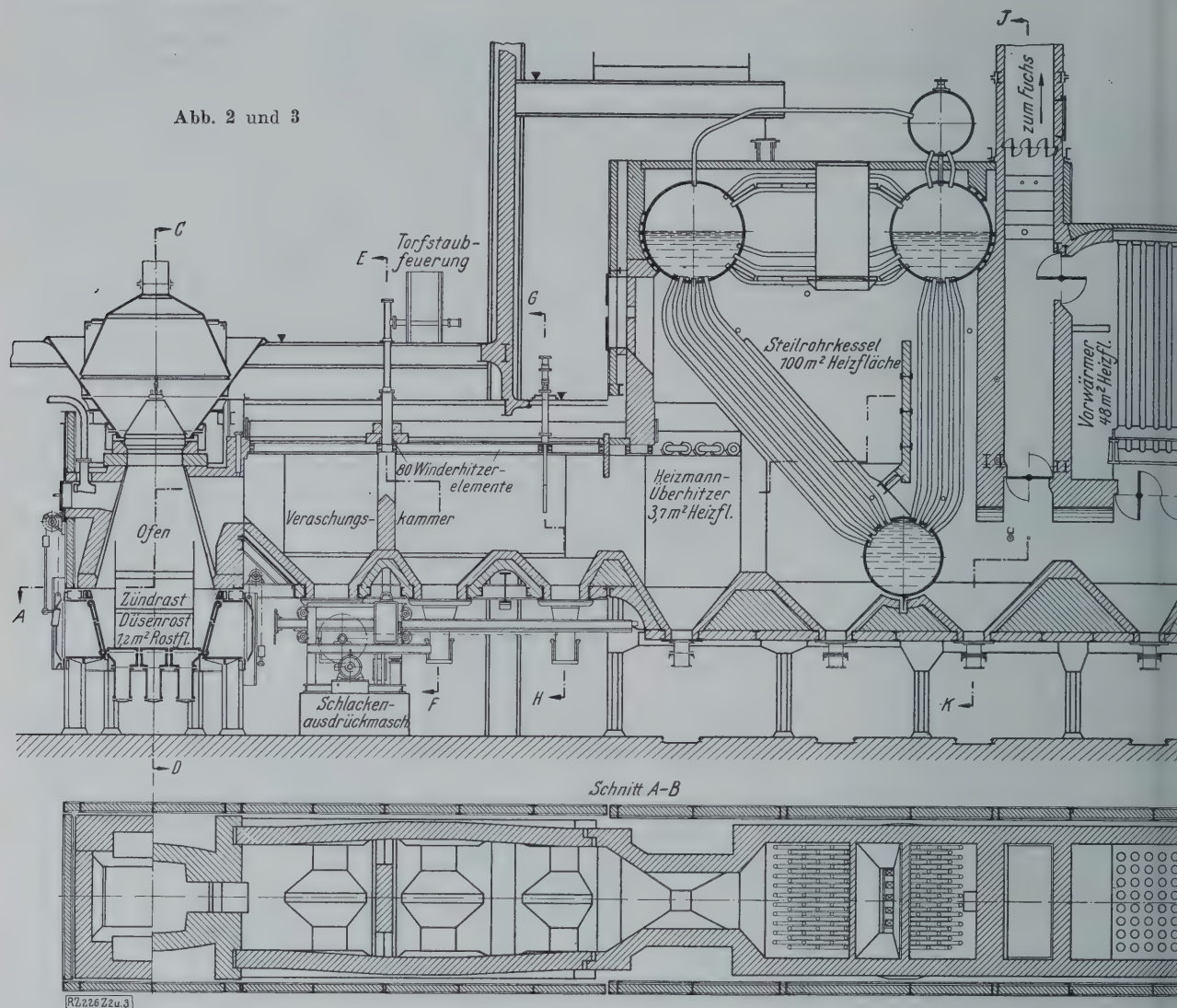
Es lag daher nahe, daß man zuerst in Deutschland, und wohl auf Grund der Hamburger Erfahrungen, dazu kam, den Schachtofen mit hoher Verbrennungsschicht zum Verbrennen von Müll zu verwenden. Man erwartete, im Schachtofen höhere Rostanstrengungen und dement- sprechend höhere spezifische Wärmeleistungen zu er- reichen. Versuchsanlagen, die in Hamburg und an andern Orten gebaut wurden, bestätigten diese Erwartungen, und damit begann nunmehr auch in Deutschland eine lebhaftere Entwicklung der Müllverbrennung. Es entstanden ver- schiedene Konstruktionen nach dem Schachtofen-Verfahren, die in einer Reihe deutscher Städte zur Ausführung ge- langten. Als größte dieser Anlagen wurde im Jahre 1911/12 die Müllverbrennungsanstalt Alter Teichweg in Hamburg errichtet³⁾.

In diese Entwicklung brachte der Krieg einen Still- stand, und nach dem Kriege konnte man sich aus ver- schiedenen Gründen nur allmählich auf sie zurückfinden.

¹⁾ F. Andreas Meyer, „Die städtische Verbrennungsanstalt für Stoffe am Bullerdeich in Hamburg“, 1901.
²⁾ Verhandlungen des ersten Kongresses für Städtewesen, Düssel- 1912, II. Band, S. 67.

³⁾ „Hamburg und seine Bauten“ 1914.

Abb. 2 und 3



Der Heizwert des Mülls war unter der Not der Nachkriegszeit und durch die immer mehr zunehmende Verwendung von Braunkohlenpreßlingen im Hausbrand noch niedriger geworden als vor dem Kriege, und während vor dem Kriege gesundheitliche Gesichtspunkte wohl in erster Linie ausschlaggebend für die Errichtung einer Müllverbrennungsanlage gewesen waren, verlangte man nun von ihr

auch eine gewisse Wirtschaftlichkeit. Diesem Verlangen konnten aber die Vorkriegsanlagen nicht gerecht werden, da ihr Betrieb noch mit zu viel Handarbeit verknüpft, daher zu teuer war. Man nahm daher zunächst an, wie die landwirtschaftliche Verwertung des Mülls, Sortieren in wiederaufarbeitbare Bestandteile und Abfall wieder auf. Diese Pläne haben aber bis heute noch keine wirklichen Ergebnissen geführt, sie haben aber jedoch den Gedanken, das Müll durch Verbrennen zur Energieerzeugung auszunutzen und zu leicht verkäuflichen Erzeugnissen nach gesundheitlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten umzuformen, nicht zur Ruhe kommen lassen. Man strebt vielmehr weiter danach, die Rostanstrengung oder den Durchsatz der Ofeneinheit weiter zu steigern, und zwar einmal in der Erwartung, daß dann das seinem Heizwert nach noch schlechtere Müll wieder leichter zu verbrennen sei, und zum anderen, weil sich die Maschinen, die für den Ersatz der Handarbeit zur Förderung des Mülls zum Ofen und des Schlackens aus dem Ofen erforderlich werden, leichter machen. Zwei Wege sind in dieser Richtung eingeschlagen worden.

Neuere Verfahren

Der eine Weg ist der, daß man einen Leistungs-Vorschubtreppenrost für die Verbrennung des Mülls anwendet. Er wurde zum ersten Mal in der Müllverbrennungsanlage von Berlin-Schöneberg eingeführt, die im Jahre 1920/21 errichtet und technisch gut durchgearbeitet worden ist. Dieser Rost hat im Laufe der Jahre, insbesondere für das an Braunkohlenscheite reiche Wintermüll, wie es in Schöneberg nicht die Hoffnungen erfüllt, die man an ihn ge-

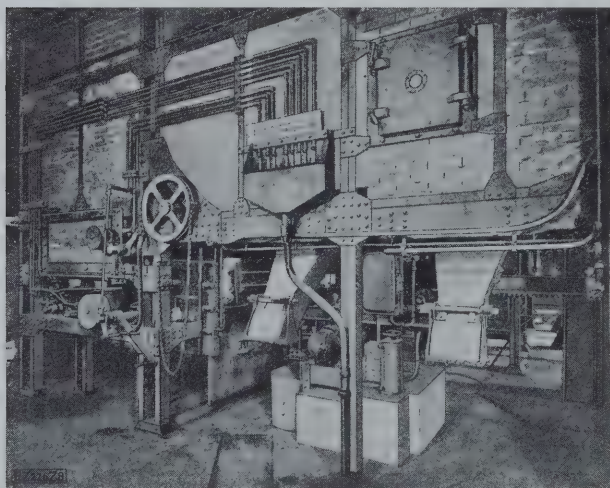
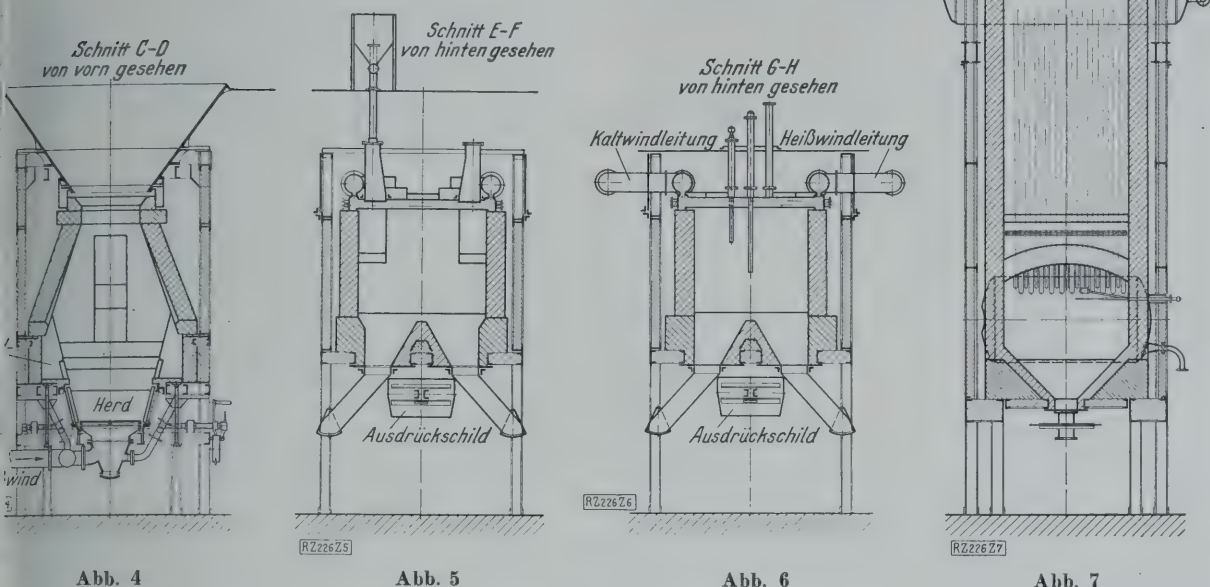


Abb. 8

Ansicht des Müllverbrennungsofens, gegen die Ausdruckmaschine gesehen

Abb. 2 bis 7
Schachtofen mit Ausdrückmaschine



Dies liegt in erster Linie daran, daß der Vorschub-
gerechte Fortpflanzung des Feuers voraussetzt, die
ndere beim Braunkohlen-Aschenmüll seiner Brenn-
nut und seiner geringen Wärmeleitfähigkeit wegen
wahrleistet ist.

Der andere Weg geht von dem erprobten Schacht-
ofen aus und erreicht die Steigerung der Rostan-
strengung durch maschinelle Austragung der Ver-
brennungsrückstände vom Ofenherd. Über diesen
Müll nun im nachstehenden eingehender berichtet wer-
den. In der Müllverbrennungsanstalt Alter Teichweg
abergang zu besonderen Ergebnissen geführt hat, aus
sich mit einer gewissen Zuverlässigkeit ein Bild
der Aussichten, die die Müllverbrennung bieten kann,
entwerfen läßt.

Abb. 1 ist ein Querschnitt der Müllverbrennungs-
anstalt Alter Teichweg dargestellt. Dieser zeigt eine Ofen-
einheit in Verbindung mit einem vereinigten Einflammrohr-
kessel. Zwölf solcher Ofeneinheiten, von denen
nur vier mit den genannten Kesseln ausgerüstet sind,
sind nebeneinander aufgestellt.

Im Jahre 1926 wurde nunmehr eine der Ofeneinheiten, die noch
mit einem Kessel hatte, durch einen Ofen mit einer Ausdrück-
maschine von der Art, wie sie im größeren Maßstabe bei
den anderen gebraucht werden, ersetzt, und dieser Ofen
ist jetzt mit einem Steilrohrkessel versehen. Abb. 2
zeigt die Konstruktion dieses Ofens nebst Kessel.
Abb. 3 ist eine Ansicht des Ofens nebst Ausdrück-
maschine, von der Seite gesehen. Hiernach unterscheidet
sich der neue Ofen, abgesehen von der Ausdrückmaschine
vom Kessel, nur wenig von den anderen Ofen der An-
stalt. Der Betrieb verläuft ebenfalls ähnlich wie in den
anderen Ofen. Da jedoch die Ausdrückmaschine die Rück-
stände vom Rost entfernt, so muß auf irgendeine
Weise dafür gesorgt werden, daß auf dem Rost
das Müll zur Entzündung der neuen Be-
ladung zurückbleibt. Das geschieht auf zweierlei Weise.
Erstens sind die Seitenwände des Ofens mit nischenartigen
Vorrichtungen versehen. In diesen Nischen liegt ein Teil der
Müll, der zur Zeit der Schlackenausdrückung so weit

in Brand gekommen ist, daß er, auf den gereinigten Rost
gezogen, dort die anschließend frisch aufgebundene Be-
schickung zündet. Zweitens wird beim Herausschieben
des Schlackenkuchens in den Ofenhals ein Gerät einge-
geführt, das eine gewisse Menge der an der Oberfläche des
Kuchens noch heftig glühenden Rückstände zurückhält.
Das Gerät wird beim Zurückholen des Ausdrückschildes
von diesem mitgenommen und streift hierbei die zurück-
gehaltene Glut auf den Rost ab. Das zuletzt genannte
Verfahren hat sich am besten bewährt.

Der Ofen ist seit Januar 1926 im Betrieb. Die Rauch-
gaszustände zwischen Ofen und Kessel weisen, wie das
Schaubild, Abb. 9, zeigt, eine gute Gleichförmigkeit auf.
Im Parallelbetrieb mit den übrigen elf Ofen wurde
festgestellt, daß, wenn beispielsweise in jedem Ofen
30 t in 24 h durchgesetzt werden, der neue Ofen mit dem-
selben Müll (braunkohlenaschenreiches Wintermüll) etwa

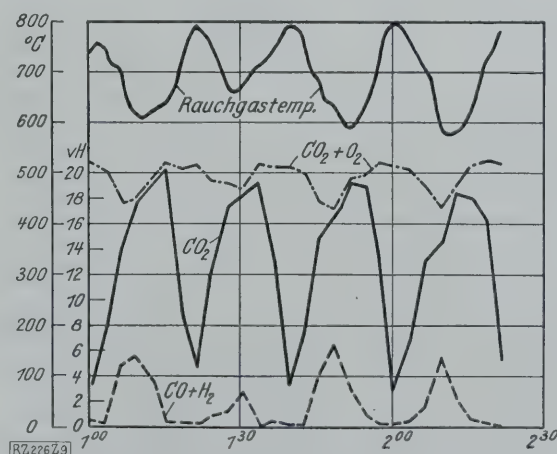


Abb. 9
Rauchgaszustände des Inferno-Ofens mit
Schlackenausdrückung

Temperatur und Zusammensetzung der Rauchgase vor dem Kessel.
Aufgenommen am 20. 3. 26. Temperatur mit Platin-Platinrhodium-Thermo-
element. Rauchgasanalyse mit Orsat-Apparat von Jul. Pintsch.

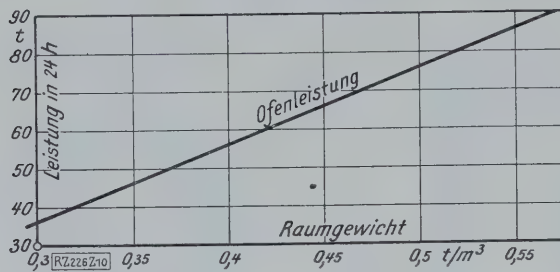


Abb. 10

Abhängigkeit der Ofenleistung vom Raumgewicht des Mülls für den Inferno-Ofen von 1,2 m² Rostfläche mit Schlackenausdrückung

80 t in 24 h leistet. Es hat sich hierbei fernerhin auch herausgestellt, daß, was früher schon vermutet wurde, die Ofenleistung für Müllarten von niedrigem Heizwert von dem Raumgewicht des Mülls abhängig ist, Abb. 10. Im übrigen ist es bisher immer noch nicht gelungen, aus der Analyse und dem Heizwert von Müllproben den Ofendurchsatz zuverlässig zu ermitteln. Man ist hierzu bei unbekannten Müllarten immer noch auf den Versuch mit großen Müllmengen angewiesen.

Die Betriebsbeobachtungen haben außerdem ergeben, daß mit der genannten Leistung von 80 t in 24 h die Grenze der möglichen Leistung noch nicht erreicht ist, da die vorhandene Beschiekeinrichtung nicht leistungsfähig genug ist, um die erforderlichen Müllmengen heranzubringen, und da die ausgedrückten Verbrennungsrückstände mit den vorhandenen Einrichtungen nicht schnell genug fortgeschafft werden können. Beides läßt sich aber durch geeignete technische Maßnahmen ändern. Da außerdem feststeht, daß eine Vergrößerung der Rostfläche, die bei den obigen Öfen 1,2 m² beträgt, auf etwa das Doppelte keine technischen Schwierigkeiten macht, so kann man nunmehr mit Ofeneinheiten bis zu 200 t Tagesleistung rechnen. Für solche Einheiten machen sich aber die maschinellen Hilfsmittel, da ihre Abmessungen unabhängig von der Leistung der Ofeneinheit nahezu dieselben bleiben, natürlich erst recht bezahlt.

Der Betrieb des Steilrohrkessels hat bisher ergeben, daß der Steilrohrkessel anscheinend nur bei sehr aschenreichem Müll dem Rauchrohrkessel überlegen ist, da sich bei ihm durch geeignet angeordnete Aschenbläser die Röhren leichter und schneller reinigen lassen als beim Rauchrohrkessel. Bei aschenarmem Müll scheint dagegen beim Steilrohrkessel die Verdampfung ungünstiger zu sein als beim Rauchrohrkessel, vermutlich weil die Rauchgase beim Steilrohrkessel größere Abkühlungsflächen berühren als beim Rauchrohrkessel, was naturgemäß bei dem geringen Wärmegehalt der Rauchgase ins Gewicht fällt.

Die gewonnenen Erfahrungen haben nunmehr zu dem Entwurf einer Müllverbrennungsanlage geführt, die unter Verwendung eines Schachtofens von 2,5 m² Rostfläche überall da, wo das möglich ist, Maschinenarbeit an Stelle von Handarbeit vorsieht. In Abb. 11 bis 14 ist diese Anlage dargestellt. Der Entwurf stammt von der Lurgi-Gesellschaft für Wärmetechnik, Frankfurt a. M., und der Ofen führt die Bezeichnung Inferno 2,5. Der Ofenschacht ist ähnlich konstruiert wie bisher. In der Schlackenbildungszone besteht er aus einem wassergekühlten Eisenmantel und darüber aus Schamotte. Die Sohle des Schachtes bildet eine Düsenrostplatte von 2,5 m² gesamt und etwa 0,05 m² freier Rostfläche. An Stelle der Beschiekung von der Mitte aus ist der Schacht mit zwei seitlichen Beschiektrichtern versehen, die bei gleicher Konstruktionshöhe leistungsfähiger sind.

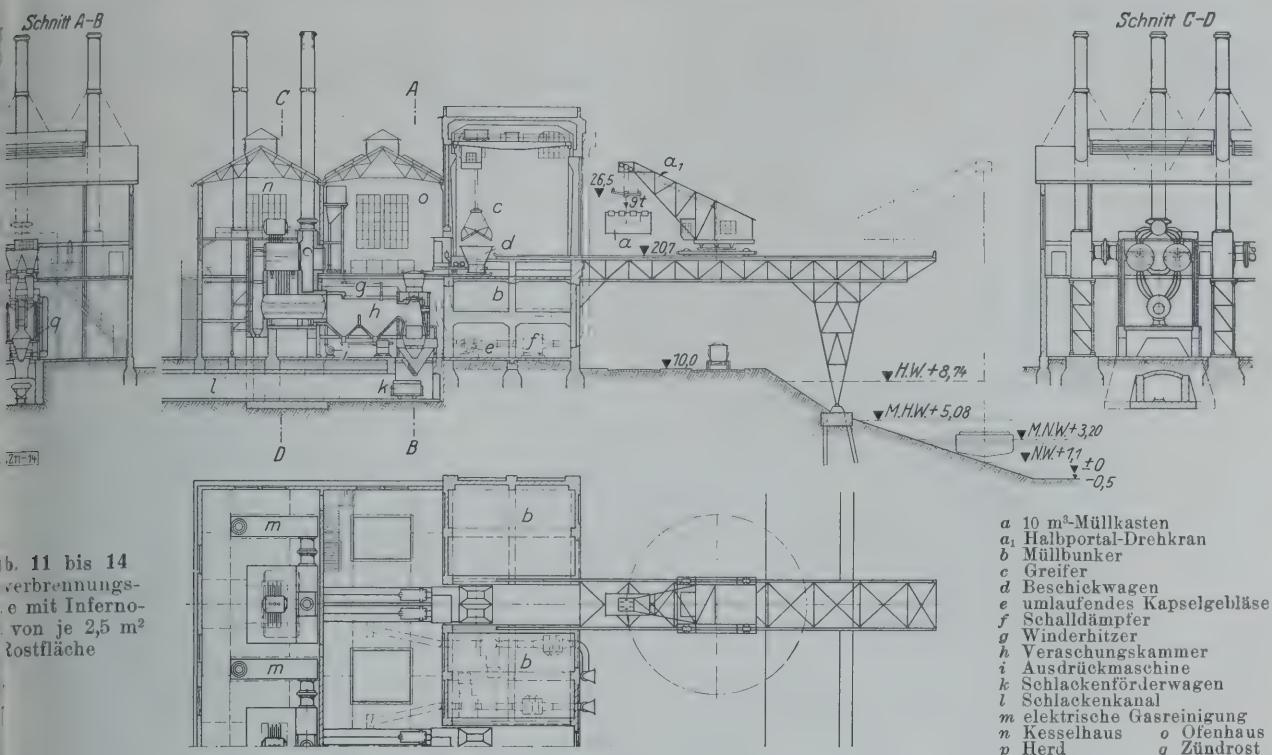
Das Müll wird in Trommeln von 10 m³ nutzbarem Inhalt auf Kraftwagen an die Anlage herangebracht. Die Trommeln *a* werden mittels eines Halbportaldrehkranes *a*₁ vom Untergestell des Kraftwagens abgehoben, nach dem im Ofenhaus gelegenen Bunker *b* gebracht und dort durch Schrägstellen entleert. Aus dem Bunker wird das Müll mittels eines Greiferkranes *c* einem Beschiekwagen *d* zugeführt, der zur Aufnahme des Mülls mit zwei Taschen von

je etwa 2,5 m³ Inhalt ausgerüstet ist. Der Beschiekwagen bringt das Müll nach den seitlichen Beschiektrichtern des Ofenschachtes. Durch die Einschaltung des Beschiekwagens ist es möglich, die Beschiektrichter unabhängig vom Greiferkran sofort nach ihrer Entleerung wieder zu füllen und damit die Ofengicht ohne Zeitverlust geschlossen. Die Beschiektrichter führen das Müll in den Schacht ein, daß es in diesem in 1 bis 1,5 m Schachthöhe nahezu wagerecht geschichtet lagert. Die frische Beschiekung wird durch die noch in heftiger Glut befindlichen Rückstände entzündet. Unterstützt wird die Zündung außerdem durch die hochoverhitzte Verbrennungsluft, sofort nach erfolgter Beschiekung in die Müllladung geblasen wird. Oft reicht die Temperatur der Verbrennungsluft bei sehr leicht verbrennlichen Müllarten allein zum Zünden des Mülls aus.

Die Verbrennungsluft wird von einem umlaufenden Kapselgebläse *e* über einen Schalldämpfer *f* aus dem Freien herangeholt, durch einen Winderhitzer *g* nach einer Düsenrostplatte gedrückt und durch diese in das Müllgefäß geführt. Hier bewirkt der in vielen heftigen Strahlenblasende heiße Wind außer der Verbrennung des Mülls eine Absonderung der feinen, schwer schmelzbaren Bestandteile des Mülls, die ähnlich wie in einer durch Wasser betätigten Setzmaschine durch den Wind aus der Müllladung herausgehoben und nach der an den Ofenschacht anschließenden Veraschkungskammer *h* geleitet werden. Die absondernde Wirkung wird hierbei unterstützt durch die Schwingungen des Gebläsewindes, die einem Kapselgebläse an und für sich eigen sind. Durch die Absonderung der schwer schmelzbaren Bestandteile wird der Ofenschacht mehr oder weniger entlastet, es sind in ihm nunmehr nur noch das Grobmüll und leicht schmelzbare Feinmüllteile zu verbrennen; außerdem wird die Bildung einer reinen, gut gesinterten Schlacke erleichtert. Der Druck des Gebläsewindes, der am Rost gemessen, beträgt dementsprechend zu Beginn einer jeden Beschiekung etwa 400 bis 500 W.-S., sinkt mit zunehmender Absonderung des Feinmülls auf 300 bis 350 mm W.-S. fortgeschreitender Verschlackung des übrigen Mülls.

Die von der Veraschkungskammer aufgenommene schwer schmelzbare Feinmüllteilchen verglimmen wie die Grude auf dem Grudeherd zu einer feinen Asche. Durch die Glimmhitze wird der an der Decke der Veraschkungskammer angeordnete Winderhitzer *g* geleitet. Dieser besteht aus einer Anzahl balkenartiger, gußeiserner Teile, die die Kammer überspannen. In die gußeisernen Körper sind schmiedeeiserne Rohre eingegossen, durch die die Verbrennungsluft strömt. Ein solcher Winderhitzer ist nicht nur verhältnismäßig unempfindlich gegen Verschmutzungen durch die Flugasche, sondern er stellt in Verbindung mit der Veraschkungskammer einen beträchtlichen Wärmespeicher dar.

Der Vorgang im Ofenschacht verläuft bei Müllarten wie sie auf dem Festlande vorhanden sind, von 1000 bis 1500 kcal/kg Heizwert und mittlerer Verbrennlichkeit entsprechend in etwa 20 min. In dieser Zeit wird der Müll verbrannt und zu einer je nach der Zusammensetzung des Mülls mehr oder weniger harten Schlacke zusammengeintert; die Schlacke wird ausgetragen und die nächste Füllung wieder gegeben. Das Ende einer jeden Beschiekung wird durch den sinkenden Druck am Ofenherd erkannt, daß sich auf dem Ofenherd ein Schlackenkrümel von etwa 400 bis 500 mm Höhe gebildet hat und daß der CO₂-Gehalt der Rauchgase absinkt. Es ist dann Zeit, das Gebläse abzustellen und die Schlacke auszutragen. Der im Innern und an der Oberfläche noch glühende Schlackenkrümel wird durch eine Ausdrückmaschine in einen den Windkasten des Düsenrosts umhüllenden Schlackenrumpf ausgestoßen, und hierbei wird durch ein Abstreifgerät eine gewisse Menge Glut von der Oberfläche des Krümelns zur Entzündung der nächsten Beschiekung auf dem Rost zurückgehalten. Die anfallende Schlacke macht etwa 45 bis 50 vH der jeweiligen Müllmenge aus. Im Schlackenrumpf gibt die Schlacke noch einen Teil ihrer Wärme durch Strahlung und Konvektion an die durch den Windkasten strömende Luft.



zte Verbrennungsluft ab. Die Schlacke wird alsdann
einen Auslauf des Schlackenrumpfes in einen
Schlackenförderwagen *k* von etwa 3 m³ Inhalt abgezogen,
maschinell durch den unter dem Ofen verlaufenden
Schlackenkanal *l* ins Freie befördert und hier in den Roh-
schlackenbunker entleert wird. In diesem werden die im-
mer noch glühenden Schlacken angenäst und die flüch-
tigen Schwefelverbindungen der Schlacken durch das hier-
entstehende Kohlensäure-Luft-Dampf-Gemisch zerstört.

Vom Rohschlackenbunker wird die Schlacke nach ge-
eigneter langer Ablagerung mittels Greiferkranes zu einer
Schlackenbrecher- und Siebanlage befördert, in der sie
durch einen Steinbrecher zerkleinert, durch einen Magnet-
seider von Eisenteilen und magnetischen Schlacken
(senoxydyschlacken und Magnetkies) befreit und
einem Schüttelsieb nach Korngröße gesichtet wird. Die
feine, hochwertige Schlacke wird dann, nach Korngrößen
getrennt, mittels Greiferkranes auf das Lager gebracht,
während ein Magnetgreifer das Alteisen und die magne-
tische Schlacke ebendorthin befördert.

Während nun die Müllverbrennung in der Regel 24 h
Tage arbeitet, ist die Schlackenbrecher- und Siebanlage
bemessen, daß sie den gesamten Anfall an Rohschlacken
ab aufarbeiten kann. Es wird dadurch erreicht, daß
eigentliche Zeit zur Verwitterung der Rohschlacken in ihren
Kern verbleibt.

Durch die Veraschkungskammer ziehen nun außerdem
bei der Verbrennung des Mülls im Ofenschacht ent-
stehenden Rauchgase ab, die, soweit erforderlich, unter
Einfluß der Temperatur der Veraschkungskammer in
der noch eine Nachverbrennung erfahren. Hierzu ist
an der Stirnwand des Ofenschachtes gegenüber dem Rauch-
abzug (Feuerbrücke) eine Luftdüse angeordnet. Die
Rauchgase treten dann, von den größten Flugaschen be-
freit, aus der Kammer in einen unmittelbar in die Kammer
einragenden Flammrohrkessel ein, an dessen andern
Ende sie sich in einer Rauchkammer (der ersten Rauch-
kammer) auf zwei darüber liegende Rauchrohrkessel
teilen. Der erforderlichen Heizfläche entsprechend sind
an Flammrohrkessel notwendig, da der immerhin noch
entstandene Gehalt der Rauchgase an feinen Aschen recht
hohe Rauchrohre verlangt, damit die Aschen leicht und
vollständig während des Betriebes aus den Rohren entfernt
werden können, und da der Wärmeübergang aus mäßiger
Temperatur in einer großen Zahl kurzer Rohre günstiger ist

als in einer entsprechend kleineren Zahl langer Rohre.
In der ersten Rauchkammer liegt auch der Dampfüber-
hitzer, Bauart Heizmann, der gegen Veraschung ebenfalls
verhältnismäßig unempfindlich ist.

Außerdem sind in der Stirnwand der ersten Rauch-
kammer vor der Stirn der Rauchrohrkessel vier Aschen-
bläser zum Reinigen der Rauchrohre angebracht. Die
Rauchgase werden am Ende der Rauchrohrkessel wieder
durch eine Rauchkammer (die zweite Rauchkammer) ge-
sammelt und am Kopf dieser Kammer bei aschenarmem
Müll unmittelbar, bei aschenreichem Müll über eine elek-
trische Gasreinigungsanlage *m*, durch einen mit Kiesel-
gursteinen ausgekleideten Blechschornstein ins Freie ge-
führt. Die Stirnwand der zweiten Rauchkammer ist mit
eisernen Türen ausgerüstet, die derart angeordnet und
bemessen sind, daß jedes Rauchrohr von hier aus mit
einem Hechtkopf gefegt werden kann. Zu diesem Zweck
sind auch die Rauchrohrkessel erheblich höher über dem
Flammrohrkessel angeordnet, als dies sonst üblich ist.

Das Blasen mit dem Aschenbläser ist je nach dem
Staubgehalt der Rauchgase alle 6 bis 24 h, das Reinigen
mit dem Hechtkopf jeden Tag bis alle 14 Tage erforder-
lich. Von der Anordnung eines Ekonomisers ist abgesehen
worden, da die wärmearmen Abgase diese Kapitalanlage
und den Platzbedarf nicht rechtfertigen. Der Zug wird
durch mondsichelförmige, gegenläufige Halbschieber mit
Schneckenantrieb am Fuße des Schornsteins geregelt. Mit
solchen Schiebern läßt sich der Zug besser als mit irgend-
einer andern Einrichtung einstellen, was bei der Empfind-
lichkeit der Müllverbrennung gegen die Zug- und Druck-
verhältnisse der Verbrennungsgase von besonderer Be-
deutung ist. Dadurch, daß im übrigen jeder Ofen sein
eigenes Gebläse und seinen eigenen Schornstein hat, ist
es möglich, den durch die ständigen Änderungen der Müll-
zusammensetzungen verursachten Betriebschwankungen
sehr leicht und sicher ohne verwickelte, oft nicht überseh-
bare, Betriebsbeobachtungen zu folgen und so eine stetige
und befriedigende Verbrennung des Mülls zu erreichen.

Die Menge der anfallenden Flugasche schwankt
zwischen 5 und 20 vH des Müllgewichtes. Ihre absolute
Menge hängt in jedem Falle außerdem noch von der
Temperatur der Verbrennungsluft ab. Bei Windtempera-
turen über 300 °C sinkt der Flugaschengehalt der Rauch-
gase recht erheblich. Die Hauptmasse der Flugasche wird
in der Veraschkungskammer zurückgehalten, der Rest bei

aschenarmem Müll in der ersten und zweiten Rauchkammer und bei aschenreichem Müll außerdem noch in der elektrischen Gasreinigungsanlage. Alle diese Abscheidestellen haben je einen Sammelrumpf, aus dem die Flugasche bei aschenarmem Müll alle 24 h, bei aschenreichem Müll alle 6 h mittels einer mit Saugluft betriebenen Entschungsanlage abgesogen und nach einem eisernen Sammelbehälter auf dem Flugaschen-Lagerplatz befördert wird. Aus diesem Sammelbehälter wird dann die Asche mittels einer Förder- und Mischschnecke unter Abkühlen durch Luft und Wasser und unter Annässen mit einem Wassergehalt von 10 bis 15 vH ausgetragen. Die Flugaschen sind sehr gutartig, da sie nur selten größere, scharfe und zusammengesinterter Teile enthalten. Sie eignen sich daher sehr gut zur Förderung durch Druckluft.

In den Fällen, wo noch ein Müll verbrannt werden soll, dessen eigener Heizwert nicht mehr ausreicht, um die Entzündung des Mülls herbeizuführen, oder wo das Müll zwar einen hohen Heizwert hat, aber schwer verbrennlich ist, oder in den Fällen, wo mehr Dampf erzeugt werden soll, als dem Heizwert des Mülls entspricht, empfiehlt es sich, auf den Winderhitzer eine Brennstaubfeuerung einwirken zu lassen, wozu sich die Veraschkungskammer ausgezeichnet eignet. Man nutzt auf diese Weise den Brennstoff besser aus, als wenn man ihn dem Müll zur Aufbesserung des Heizwertes beimischt. Auch eine Ölfeuerung kann man, den gleichen Zwecken dienend, an dieser Stelle anbringen und betreiben. Da es sich hierbei um die Steigerung der Anfangstemperatur der Rauchgase handelt, so ist eine Vergrößerung der Kesselheizfläche zur vollständigen Ausnutzung der Abhitze meist nicht erforderlich.

Aussichten der Müllverbrennung

In der erwähnten Müllverbrennungsanlage am Alten Teichweg in Hamburg sind für den eigentlichen Verbrennungsbetrieb — Müllkranbetrieb, Ofenbetrieb, Kesselbetrieb, Schlackenförderung und Aufbereitung, Flugaschenförderung und Platzbetrieb — etwa 0,5 Arbeitschichten auf 1 t Müll nötig. Für die vorstehend beschriebene Anlage dagegen ist der Arbeiterbedarf zu 0,2 Arbeitschichten auf 1 t Müll errechnet worden. Es wäre also durch die Mechanisierung des Betriebes eine erhebliche Ersparnis an Arbeitskräften erreicht. Für die Deckung der Betriebskosten steht der Erlös aus den Erzeugnissen der Müllverbrennung zur Verfügung. In Teilen des Müllgewichtes werden gewonnen: Schlacke 45 bis 50 vH, Alteisen 1 vH, Magnetschlacke 0,7 vH, Flugasche 5 bis 20 vH, Dampf 0,25 bis 1,5 kg auf 1 kg Müll, Warmwasser 10 bis 15 m³ Wasser von 50° C in 1 h für eine Ofeneinheit.

Die gebrochene und gesiebte Schlacke bildet einen vorzüglichen Wegebau- und Betonrohstoff. Sie liefert einen sehr zähen, schalldämpfenden Beton von geringem Wärmeausdehnungsvermögen und niedrigem Raumgewicht, und zwar bei geringerem Zementverbrauch als für Beton aus Kies oder Steinschlag von gleicher Druckfestigkeit. Die Schlacke ist daher restlos zu guten Preisen — 50 bis 60 vH des Preises von Kies oder Steinschlag — verkäuflich.

Das Alteisen ist, je nach der Konjunktur, zu Preisen von 30 bis 50 vH des jeweiligen Schrottpreises verkäuflich. Wenn es in Paketen verkauft wird, werden höhere Preise erzielt, jedoch lohnt sich dies nur bei sehr großem Anfall von Alteisen.

Die Magnetschlacke ist ihres Sulfid- und Eisengehaltes wegen zur Mörtelbereitung nicht geeignet. Sie muß daher auch als Schädling aus der eigentlichen Schlacke sorgfältig abgesondert werden. Sie ist zur Zeit noch nicht verkäuflich.

Für die Flugasche gilt zur Zeit fast noch das gleiche. Sie wird bisher nur in der Landwirtschaft als Bodenverbesserungsmittel benutzt und ihre feinsten Bestandteile in ganz geringen Mengen als Heilmittel gegen Furunkulose und Gicht. Im übrigen dient sie zu Geländeaufhöhungen, wozu sie sich ganz ausgezeichnet eignet. Ihre Zusammensetzung ist, wie aus mehreren Analysen der Hamburger Müllflugaschen hervorgeht, verhältnismäßig gleichförmig. Seit einigen Jahren ist durch Versuche festgestellt, daß sich aus der Flugasche ohne Verwendung eines Bindemittels nach einem Versteinungsverfahren von Prof. Dr. Schönhöfer, Braunschweig, ein sehr druckfester Stein und Beton^{4a)} herstellen läßt. Das Verfahren wird von Schönhöfer als „Kunststeinherstellung nach dem Wechverfahren“^{4b)} bezeichnet. Es ist wissenschaftlich bestätigt durch die Arbeiten von Prof. Kegel in Freiburg über „Die Brikettierung der Braunkohle“^{4c)}. Beide Produkte vertragen auch eine Magerung durch Feinkornschlacke bis zum Mischungsverhältnis 1:1, sind jedoch nicht witterungsbeständig. Nach dem gleichen Verfahren läßt sich die Flugasche auch leicht und ohne großen Kosten zu Knorpel agglomerieren. Es wäre also möglich, die Flugasche zu schmelzen und aus ihr Schlackepflastersteine nach der Art der Mansfelder Herzustelle. Dabei wäre denkbar, den Eisengehalt der Flugasche durch das Alteisen und die Magnetschlacke anzureichern und neben der Schlacke noch Roheisen zu gewinnen. Ferner kann vermutet werden, daß die von der elektrischen Gasreinigung abgeschiedenen Flugaschen unmittelbar in der Landwirtschaft als Düngemittel absetzbar sind.

Die Verwertung des Dampfes und Warmwassers hängt von den örtlichen Verhältnissen ab. Man wird immer bestrebt sein müssen, den Dampf an ein Elektrizitätswerk oder an eine Industrie mit ähnlichem dauerndem Dampfbedarf abzugeben. In diesen Fällen wird man mit Dampfpreisen von 3 bis 5 M/t bei freier Rückgabe des Kondensats rechnen können. Da der Heizwert des Mülls nur sehr schwierig festzustellen ist, und da dieser dauernd unter dem Einfluß der verschiedensten Wirtschaftsfaktoren des täglichen Lebens schwankt, so ist die Angabe einer Verdampfungszahl ohne Großversuch sehr erschwert, zumal da diese außerdem noch von dem Grade der Verbrennlichkeit und der Fähigkeit des Mülls zur Schlackenbildung abhängt. Man wird daher immer gut tun, nach Möglichkeit noch gewerbliche und industrielle Abfälle, sowie diese noch einen Heizwert haben oder Schlackenbildner sind, beispielsweise Schlacken von Elektrizitäts- und Gießereien usw., zur Erhöhung der Dampfausbeute und zur Erleichterung des Ofenganges heranziehen, wobei in der Regel damit gerechnet werden kann, daß diese Abfälle kostenlos an die Müllverbrennungsanlage abgegeben werden. Bei Anwendung von Zusatzfeuerung wie beispielsweise der weiter vorn erwähnten Brennstaubfeuerung, ist nicht unbedingt mit einem wirtschaftlichen Vorteil zu rechnen, nämlich dann nicht, wenn für Zusatzbrennstoffe die üblichen Preise bezahlt werden müssen.

Nach allem ist also der Gedanke, das Müll durch Verbrennung zu beseitigen, auch in wirtschaftlicher Hinsicht aussichtsreich. Daher sollte die Müllverbrennung wieder wie einst in der Vorkriegszeit, als der gegebene Weg zur Beseitigung des Mülls angesehen werden, zumal da durch den kommunalen Organen ein Mittel zur Vernichtung der Schmutzstoffe des Haushaltes in die Hand gegeben wird, das die schärfste Nachprüfung in gesundheitlicher Hinsicht ermöglicht.

[B 226]

^{4a)} Baukörper aus Steingrus und irgendeinem Mörtel.

^{4b)} Tonindustrie Nr. 92 u. 93 (1925) und Nr. 75 (1926).

^{4c)} Braunkohle Nr. 9 (1903) und Nr. 19 (1926).

Erfahrungen mit dem Kabelbagger

Von Dr.-Ing. Behring, Schwiecheldt, Kreis Peine

Beschreibung der Einzelteile, der Aufstellung und des Betriebes eines radial fahrbaren Kabelbaggers leichter Bauart — Aus-
führungsmängel; durch sie hervorgerufene und übliche Betriebsunterbrechungen — Leistungen, Geschwindigkeiten des Schürf-
kübels und Kosten des Gerätes, seines Auf- und Abbaues und Betriebes — Verwendungsbereich des Kabelbaggers



Abb. 1
Kabelbagger im Betrieb beim Kanalbau

os V des Weser-Elbe-Kanals, in der Gemarkung
wiecheldt, Kreis Peine, rutschten in den Jahren
2/26 die frisch hergestellten Kanaleinschnitt-
ungen in außerordentlich großem Umfange, oft bis
m tief eingeschnittenen Kanalsohle, ab¹).

er gerutschte Boden, mehr als 300 000 m³, wurde
Löffelbagger und mittels Handarbeit unter Verwen-
on Muldenkippern, Gurtförderern und Bremsberg-
ausgehoben und auf eine Ablagerungsfläche ge-
In einer großen Rutschung wurde anfangs 1926
ushub von 11 400 m³ Boden ein radial fahrbarer
gger leichter Bauart eingesetzt, dessen Haupt-
n der Firma Dipl.-Ing. Riedig, Dresden, gelie-
rden. Diese Baggerart ist in Amerika schon viel-
Deutschland aber erst seit kurzer Zeit in einigen
betrieben angewendet worden. Adolf Bleichert
Leipzig, z. B. hat eine Anzahl parallel fahrbarer
gger mit Spannweiten bis 300 m und theoretischen
gen bis 150 m³/h für Abraumbetriebe geliefert.

oetzke, „Neuere Erfahrungen bei Erdarbeiten“ Zentralblatt
verwaltung Bd. 44 (1924) S. 117 u. 125 u. Bd. 45 (1925) S. 441 u. f.

Die Lieferung Riedigs umfaßte das etwa 100 m lange
Tragkabel (halbverschlossenes Seil mit 35 mm Dmr.,
6,7 kg/m Gewicht, 10 000 kg/cm² Festigkeit), den Schürf-
kübel aus Flußstahl von 1,5 m³ Fassungsvermögen mit
Laufkatze und Kettengehänge, das Kabelhubseil nebst vier-
fach eingesichertem Flaschenzug, das Kübelzugseil, die Ab-
spannseile für den feststehenden Turm, die Umführungs-
rollen und Befestigungsmittel für die Seile, den Anschlag-
kloben und die beiden Trommelwinden. Der 18 m hohe höl-
zerne Turm, der hölzerne Schütt-Trichter und die Spann-
schlösser für die Ankerseile wurden von der bauausführenden
Firma Philipp Holzmann, A.-G., Frankfurt a. M., auf
der Baustelle angefertigt.

Allgemeine Beschreibung des Kabelbaggerbetriebes

Die Aufstellung und Arbeitsweise des Kabelbaggers
ist aus Abb. 1 und 2 ersichtlich. Das eine Ende des Trag-
kabels war mit dem vierfach eingesicherten Flaschenzug an
dem im Gelände verankerten 18 m hohen Turm, das andre
Ende an einem auf der Kanalsohle fahrbaren Löffel-
bagger von 2 m³ Inhalt befestigt. Der im Gelände stehende
Schütt-Trichter, unter dem die Förderzüge mit Kasten-



Abb. 2
Anordnung des Kabelbaggers

kippern für 4 m³ durchfahren konnten, war um den Turm herum verschiebbar. Die Winden nebst Lokomobile wurden seitlich vom Turm aufgestellt.

Der Bagger arbeitete in folgender Weise: Sobald der an der Laufkatze angehängte Schürfkübel seinen Inhalt in den Schütt-Trichter ausgekippt hatte, ließ der Windenführer die Bremse von der Zugseiltrommel los, und die Katze mit dem Kübel rollte infolge ihres Gewichtes auf dem Tragkabel abwärts. Gleichzeitig wurde durch Loslassen der Trommel für das Kabelhubseil das Tragkabel soweit gesenkt, bis der Kübel den zu baggernden Boden erreicht hatte. Dann wurden beide Seilbewegungen durch Bremsen stillgesetzt, und die Zugseiltrommel mit dem von der Lokomobile getriebenen Vorgelege für die Aufwärtsbewegung gekuppelt. Der Kübel schürfte dann den Boden und füllte sich. Sobald der Kübel gefüllt war, wurde auch die Trommel für das Kabelhubseil eingerückt und damit das Tragkabel und der Kübel aus dem Boden gehoben und zwar so hoch, daß der Kübel nicht an den oberen Rand des Schütt-Trichters stieß; dann wurde die Bewegung des Tragkabels abgeschaltet. Durch das Ziehen am Zugseil gelangte schließlich der Kübel über den Schütt-Trichter; das vor der Laufkatze auf dem Tragkabel laufende Wanderlager stieß an einen auf dem Tragkabel — zwischen Trichter und Turm — verschraubten Anschlag und bewirkte damit das Kippen und Entleeren des Kübels. Gleichzeitig mit dem Kippen des Kübels wurde vom Windenführer die Zugseiltrommel ausgekuppelt. Dann begann das Spiel von neuem.

Im Mittel wurde ein Zug von siebzehn 4 m³-Wagen in 2 h beladen. Zur Förderung des Bodens auf die 3,5 km entfernte Kippe genügten daher eine Lokomotive und dreißig 4 m³-Wagen. Wenn die Lokomotive nicht am Kabelbagger war, wurden die Wagen am Schütt-Trichter durch zwei Arbeiter verschoben.

Einzelteile des Kabelbaggers

Der Schürfkübel mit Laufkatze und Entladevorrichtung²⁾ ist in Abb. 3 dargestellt. Der Kübel ist mit der Kette *a* drehbar um die Rolle *b* an der Laufkatze aufgehängt. Das Zugseil zieht mit dem Rollenklöben *c* und den Ketten *d*₁ und *d*₂ den Kübel nebst der Laufkatze beim Schürfen und Fördern. Die Kette *e*, die vom Wanderlager *f* über den Rollenklöben *c* und die Laufkatze zur hinteren Wand *g* des Kübels führt, dient nur zum Kippen des Kübels. Sobald das Wanderlager durch den Anschlag *h* aufgehalten wird, wird durch das Ziehen des Zugseils und das Vorrücken des Rollenklöbens *c* über das Wanderlager hinaus das zwischen *c* und *g* liegende Stück der Kette *e* verkürzt und damit der hintere Teil des Kübels gehoben.

Riedig hatte damit gerechnet, daß der Durchhang des Tragkabels nicht kleiner als 6,70 m werden sollte. Für diesen Durchhang und für die Stellung des Kübels in der Mitte der Kabelspannweite *l* ergibt sich der Zug im Kabel hinreichend genau nach Reauleaux zu $H = (Q + 2P) \frac{l}{\gamma} = 15\,600$ kg. Hierin ist das Kabelgewicht *Q* = 670 kg, das Gewicht der Laufkatze und des gefüllten Kübels *P* = 3850 kg, *l* = 100 m und $\gamma = 8$ zu setzen.

Die Höchstspannung in dem gewählten Kabel betrug demnach 2010 kg/cm², und die Sicherheit $n = \frac{10\,000}{2010} = 4,98$.

²⁾ DRP Nr. 396 924.

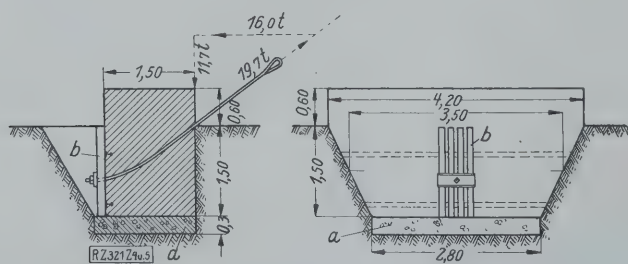


Abb. 4 und 5
Verankerung der Spannseile an Betongründungen
Maßstab 1 : 125

a Schotter b Schienen

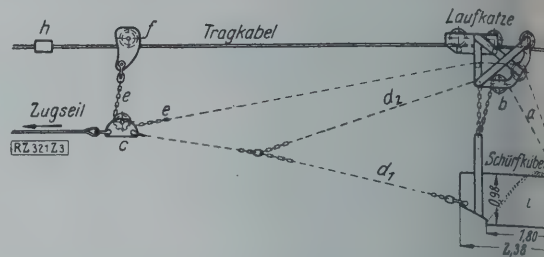


Abb. 3

Schürfkübel mit Laufkatze und Entladevorrichtung

a Kette b Rolle c Rollenklöben d₁, d₂, e Kette
f Wanderlager g Kübel h Anschlag i Bodenröllchen

Der Turm hatte 17,5 t Druck, die rückwärtige Verankerung 19,7 t Zug aufzunehmen. Da jedes der rückwärtigen Ankerseile beim Verfahren des Kabelbagger in die Krafttrichtung des Tragkabels kam und damit Hauptteil der Last tragen mußte, wurde jedes dieser Ankerseile für die Aufnahme von 19,7 t Zug bemessen. Die beiden vorderen Ankerseile hatten den Turm bei Beladung durch Wind zu halten; sie wurden für 9 t Zug bemessen.

Für das Kabelzugseil kam als höchste Beanspruchung der größte Schürfwiderstand in Frage, der von Riedig 6000 kg angenommen war. Es war ein Litzenseil mit 18 mm Dmr. und 18 000 kg/cm² Bruchfestigkeit gewählt worden.

Die den Turm haltenden fünf Spannseile wurden in Betongründungen verankert, Abb. 4 und 5. Betonklotz der rückwärtigen Verankerung wurde im höchsten Falle von einer senkrechten Kraft von 19,7 t und einer wagerechten Kraft von 16 t beansprucht. Im ersten wirkte das Gewicht des Klotzes mit 23,1 t, im zweiten der passive Erddruck, der an der vorderen Wandfläche, deren Höhe *h* = 1,50 m und deren m Länge 3,50 m betrug, zum Teil mittels Aussteifungen recht abgeschachtet. Nach Coulomb ist der passive Erddruck: $E_p = \gamma_e \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\rho}{2} \right) \frac{h^2}{2}$. Für nasse Erde ist: $\gamma_e = 2,0$ t/m³, $\rho = 20^\circ$ und $E_{p \min} = 4,1 \frac{h^2}{2}$. Der Klotz wurde demnach durch einen passiven Erddruck von 16,1 t gehalten.

Prof. Franzius hat durch Versuche³⁾ nachgewiesen, daß der passive Erddruck in Wirklichkeit etwa doppelt so groß ist, wie er sich durch die Coulombsche Theorie ergibt. Es war also doppelte Sicherheit vorhanden.

Betongründungen für die vorderen Ankerseile wurden gleicher Weise berechnet und ausgeführt.

Zur Befestigung des Kabelendes wählte man gerade in der Nähe der Rutschung verfügbare 21 t-felbagger. Das Tragkabel spannte sich 5,70 m über Kanalsole und gestattete damit die Durchfahrt der derzügen, die in den benachbarten Schächten gehoben wurden. Damit der Schürfkübel bei etwaigem Reißzugseiles nicht die unter dem Tragkabel fahrenden oder den Löffelbagger beschädigte, wurde in entsprechender Entfernung von diesem ein Anschlag auf das Tragkabel aufgeschraubt, der die Laufkatze aufhalten sollte.

Der Löffelbagger fuhr auf fest verlegtem Gleis und wirkte als Gegengewichtswagen. Der Zug des Tragkabels verursachte nach Anrechnung aller Gewichtsmomente noch ein Kippmoment von 14 tm um die innere Schiene. Dieses wurde durch den Löffel, der schrägwärts in den Boden gestemmt wurde, aufgenommen. Löffelbagger wurde nur von einem Maschinisten bedient und verfahren, der auch das Einstemmen und Festhalten des Löffels besorgte.

Der Turm, Abb. 6 und 7, übertrug den Druck von 17,5 t durch vier Rundholzstangen, die durch Zangen verbunden waren, und durch einen Schürfkübel auf dem Boden. Oben waren die Stangen durch Winkeleisenring zusammengehalten, an dem fünf

³⁾ s. „Der Bauingenieur“ Bd. 5 (1924) S. 314.

Abb. 8 und 9
Schütt-Trichter für den Kabelbagger

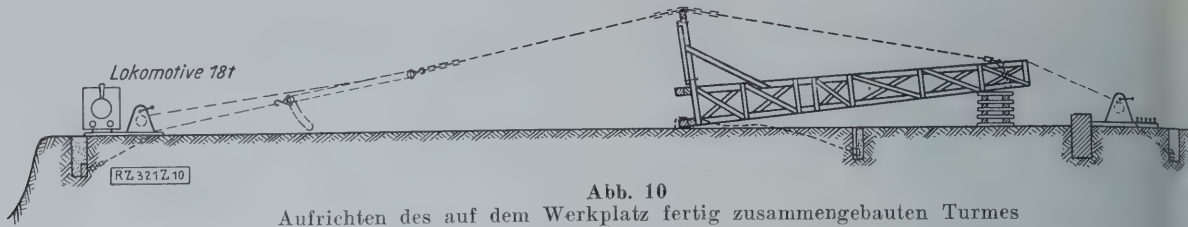


Abb. 10
Aufrichten des auf dem Werkplatz fertig zusammengebauten Turmes
für den Kabelbagger

und dem Zugseil herrührenden, in verschiedener Höhe angreifenden und ständig stark wechselnden Kräfte sehr große, ständig sich ändernde Durchbiegungen des nur am Kopf und Fuß gehaltenen Turmes. Um diese gefährlichen Durchbiegungen zu verhindern, mußten gleich bei Betriebsbeginn außer den drei vorhandenen noch zwei rückwärtige Abspannseile in Höhe der oberen Umlenkrollen angebracht werden. Diese Zusatzverankerung hätte erspart werden können, wenn die wagerechten Komponenten der aus dem Tragkabel, dem Zugseil und der rückwärtigen Verankerung herrührenden Kräfte ungefähr in eine Ebene gelegt worden wären; dies hätte sich mit Hilfe eines kräftigen eisernen Bockes, an dem die fünf Ankerseile angriffen, und eines auf ihm drehbaren eisernen Sattels, der den Flaschenzug für das Tragkabel hielt und die Umlenkrollen für das Flaschenzugseil und das Kübelzugseil trug, erreichen lassen. Außerdem hätte der Drehsattel den Vorteil gebracht, daß das Tragkabel und das Zugseil samt den Umlenkrollen beim Radialfahren des Baggers ohne weiteres der Richtungsänderung hätte folgen können.

Die Ausführung des Turmes ohne Drehsattel machte es notwendig, daß die Umlenkrollen von Zeit zu Zeit entsprechend der Änderung der Tragkabelrichtung auf ihren Lagerplatten gelöst, gedreht und wieder befestigt werden mußten; dies war sehr zeitraubend und auch nur bis zu gewissem Grade möglich. Darüber hinaus war ein Scheuern der Seile an den Rollenkränzen und — nach Vorschaltung besonderer Umlenkwalzen — an diesen unvermeidlich. Infolgedessen riß das dauernd beanspruchte Zugseil mehrere Male und mußte gespleißt werden.

Die Lagerplatten für die Umlenkrollen waren zu dünn bemessen und bogen sich durch; sie mußten verstärkt oder besonders unterstützt werden. — Damit der Schürfkübel nicht höher, als unbedingt nötig, gehoben zu werden brauchte, wurde die Höhe des Schütt-Trichters durch Abschneiden der Stiele um 0,50 m verringert. Da der Schürfkübel während der Bodenentleerung einen Weg von 3 bis 4 m zurücklegte und beim Kippen hin- und herschwang, kam es vor, daß ein Teil des Erdreichs vor oder hinter den Trichter fiel. Der Trichter wurde deshalb durch Verlängerung der hinteren Wand auf etwa 4,50 m verbreitert. — Durch Längenänderung der Ketten, die zur Kübelaufhängung dienten, wurde der kürzeste Entladeweg des Kübels ausgeprobt.

Zum Wegbaggern des Böschungskopfes bis zur Geländeoberhöhe mußte das Tragkabel mitunter so hoch gehoben werden, daß der Durchhang nur noch etwa 4 m betrug, während der Rechnung ein kleinster Durchhang von 6,70 m zugrunde gelegt war. Die dadurch verursachte Überlastung führte zwar keinen Bruch herbei, es ist aber beim Entwerfen eines Kabelbaggers erforderlich, mit demjenigen Durchhang des Tragkabels zu rechnen, der sich aus seiner größten erforderlichen Anspannung ergibt. Diese ist durch die Höhenlage des zu baggernden Bodens, des Schütt-Trichters und etwaiger Hindernisse bedingt. — Richtig hatte mit einem Grabwiderstand von höchstens 6 t gerechnet. Der Grabwiderstand wurde jedoch höher, wenn der Kübel in den Boden zu tief eingesetzt wurde oder auf besonders harten Ton traf; die Windenkupplungen rutschten dann oder die Lokomobile kam zum Stillstand. Es empfiehlt sich also, bei Baggerung mittelschweren Bodens mit einem Grabwiderstand von etwa 8 bis 10 t zu rechnen und eine entsprechend starke Winde und Lokomobile einzusetzen. — Die im Ton eingelagerten Steine konnte der Schürfkübel nicht lösen; sie mußten durch Handarbeit beseitigt werden.

Die geschilderten Ausführungsmängel verursachten viele, zum Teil mehrere Tage andauernde Betriebsunter-

brechungen. Daneben kamen noch folgende Betriebsunterbrechungen vor, die in der Art dieses ihren Grund hatten:

Der Kübel schürfte den Boden in dünnen Schalen, füllte sich auf einem Schürfweg von etwa 5 bis 15 m, wurde der Kübel vom Boden abgehoben. Der Bagger arbeitete so, daß er die Rutschungsoberfläche vom Fuß zum Kopf der Böschung in einem Streifen von Kübel um etwa 1 m abgrub, dann radial mit Hilfe des Baggers vorfuhr, den benachbarten Bodenstreifen um 1 m abgrub, wieder vorfuhr usw. War so ein Stück genügend großer Breite etwa 1 m tief ausgehoben, so der Bagger in entgegengesetzter Richtung vor und h nächsten 1 m-Schnitt aus usw.

Der Löffelbagger mußte also etwa alle 12 Betriebstunden einmal verfahren werden. Dazu wurde das Tragkabel entspannt, indem es soweit abgesenkt wurde, bis der Kübel am Boden lag; dann wurde der Löffelbagger gehoben, der Löffelbagger vorgefahren, der Löffelbagger Boden gestemmt und das Tragkabel wieder hochgeworfen. Der Vorgang dauerte rd. 5 min.

Da das Löffelbaggergleis nicht nach einem Kreisbogen mit dem Turm als Mittelpunkt verlegt war, mußte die Spannweite des Tragkabels von Zeit zu Zeit verändert oder verringert werden. Dies war in geringem Maße mit Hilfe des Flaschenzugseils möglich. Größere Änderungen der Spannweite wurden dadurch erreicht, daß die am Löffelbagger befindliche Kabelklemme gelöst, das Tragkabel durchgezogen, und die Klemme wieder fest angebracht wurde. Wurde die Spannweite des Tragkabels in anderer Weise geändert, so mußte der das Kippen des Kübels bewirkende Anschlag so versetzt werden, daß sich der Kübel genau in den Trichter entleerte. Das Tragkabel wurde dazu so weit herabgelassen, daß ein Arbeiter den Schütt-Trichter aus den Anschlag erreichen konnte. Das Ändern der Spannweite und Versetzen des Anschlages wurde etwa alle 12 Betriebstunden erforderlich und wurde recht unbequem und zeitraubend.

Auch der Schütt-Trichter mußte entsprechend dem Verschieben des Tragkabels verschoben werden: Er wurde auf eisernen Walzen und wurde mit einer Handwinde gedreht.

Wenn der lehmige Boden feucht war, blieb er an dem Feuchtigkeitsgrad mehr oder weniger im Schütt-Trichter kleben, die dann durch Handarbeit gereinigt werden mußten.

Leistungen

Im allgemeinen genügten zwei Kübelfüllungen zum Beladen eines 4 m³-Rollwagens; mitunter waren drei Füllungen nötig.

Die Zeiten, die der Kübel für die Abwärtsfahrt, das Schürfen und die Aufwärtsfahrt gebrauchte, wurden mehrfach gemessen. Das Mittel von 180 Messungen, die im normalen Betrieb vorgenommen wurden, enthält die in der Tabelle 1 (die Zeiten sind von Beginn der Abwärtsfahrt laufend gerechnet).

Zahlentafel 1

Abwärtsfahrt des Kübels		S c h ü r f e n				des
		Anfang		Ende		
Beginn s	Ende s	m ⁴)	s	m ⁴)	s	
0	35	43	44	34	69	

⁴) Die Zahlen geben die Entfernung des Kübels von der Mitte, parallel zum Tragkabel gemessen, an.

Im Mittel dauerte also die Abwärtsfahrt des Kübels auf einem Weg von 43 m, die Pause für das Herablassen des Kübels in den Boden 9 s, das Schürfen 25 s auf dem Weg von 9 m, die Aufwärtsfahrt 82 s auf einem Weg von 34 m. Die Geschwindigkeiten betragen demnach: die Abwärtsfahrt 1,23 m/s, für die Aufwärtsfahrt 2 m/s und für das Schürfen 0,36 m/s. Ein Förderspiel werte rd. 2½ min.

Der Kabelbagger hob im Mai und Juni 1926 an 50 Arbeitstagen in 445 normalen Betriebstunden 7824 m³ teils leichten und klebenden, teils Lehm- und Tonboden aus, h. 16,7 m³/h.

In diesen Betriebstunden sind die laufenden Betriebsunterbrechungen eingerechnet, die durch das Verrennen des Löffelbaggers, Ändern der Kabelspannweite, Verschieben des Schütt-Trichters und Anschlages und auch das Reinigen des Kübels und Trichters entstanden.

Im Juli und August erhöhte sich die mittlere Leistung auf 19 m³ in einer Betriebstunde. Die Höchstleistung in einer Betriebstunde betrug 27 m³.

Die Leistungsfähigkeit des Kabelbaggers war also nicht gering. Das lag zum großen Teil an der kleinen Geschwindigkeit beim Aufwärtsfahren des Kübels (0,42 m/s). Hier war es nicht möglich, in kurzer Frist ein Getriebe mit zwei Zugseilgeschwindigkeiten herzustellen und einzubauen, das eine wesentliche Erhöhung der Leistung zur Folge gehabt hätte. Wäre die Geschwindigkeit der Aufwärtsfahrt z. B. verdreifacht worden (1,26 m/s) — während die Geschwindigkeit von 0,36 m/s für das Schürfen erhalten wurde —, so wäre die mittlere Leistung von 19 m³/h um 57 vH auf 30 m³/h gestiegen.

Es empfiehlt sich also sehr, den Kabelbagger in Zukunft mit zwei Geschwindigkeiten für das Zugseil auszustatten und die Geschwindigkeit für das Schürfen etwa zu 1,2 m/s und für das Aufwärtsfördern möglichst groß, etwa 1,20 m/s zu wählen.

Kosten

Nach meinen Aufzeichnungen entstanden bei 0,82 M Stundenlohn eines Schlossers und 0,67 M eines Tiefbauarbeiters folgende Kosten (einschließlich der Kosten für soziale Lasten, Steuern, Verwaltung, Werkstoffbeschaffung und Werkstattbenutzung):

die von der Firma Holzmann hergestellten Teile	6 018 M
die von Dipl.-Ing. Riedig gelieferten Teile	6 200 „
Der Kabelbagger kostete also im ganzen	12 218 M
die Aufstellung des Kabelbaggers, einschließlich der Kosten für die Herstellung der Beton-Ankerklötze, die Beförderung aller Baggerteile zum Standort, das Probabaggern und einen Monteur der Lieferfirma	6 421 M
die Ausbesserung und Verbesserung des Kabelbaggers	7 795 M

Der Kabelbagger war infolge der vielen Betriebsunterbrechungen 4½ Monate in Benutzung, sein Auf- und Abbau währte 2½ Monate. Rechnet man für Verzinsung und Abschreibung des Kabelbaggers im ersten Jahre 35 vH des Anschaffungswertes und für jährliche Verzinsung und Abschreibung des Löffelbaggers 15 vH vom Buchwert, so ergeben sich folgende Kosten:

für Verzinsung und Abschreibung des Kabelbaggers $\frac{35 \cdot 12\,218 \cdot 7}{100 \cdot 12}$	2 500 M
für Verzinsung und Abschreibung des Löffelbaggers $\frac{15 \cdot 20\,000 \cdot 5}{100 \cdot 12}$	1 250 „
für Aufstellen des Kabelbaggers	6 421 „
für Abbrechen des Kabelbaggers	1 500 „
für Ausbesserung des Kabelbaggers	7 795 „
zusammen	19 466 M

sind, verteilt auf eine Gesamtleistung von 11 400 m³, h. 1,71 M/m³.

Hierzu kommen die Betriebskosten:
Bei normalem Betrieb waren für 1 Betriebstunde erforderlich:

	Löhne	Betriebsstoffe
1 Meister	1,42 M	
2 Maschinisten an den Winden,		
1 Maschinist auf dem Löffelbagger		
= 3 · 0,82	2,46 „	
1 Heizer an der Lokomobile	0,72 „	
1 Zeichengeber,		
2 Mann am Schütt-Trichter = 3 · 0,67	2,01 „	
Kohle für die Lokomobile:		
60 kg/h · 0,03 M/kg		1,80 M
Kohle für den Löffelbagger:		
25 kg/h · 0,03 M/kg		0,75 „
Schmier- und Putzmittel für Lokomobile, Winden und Löffelbagger		0,40 „
je Betriebstunde	6,61 M	2,95 M
Dazu: Soziale Lasten 8,5 vH von 6,61 M	0,56 „	
Betriebsstoffe	2,95 „	
zusammen	10,12 M	
Dazu: Steuern, Verwaltungskosten usw. 9 vH von 10,12 M	0,91 „	
1 Betriebstunde kostete	11,03 M	

Bei einer mittleren Leistung von 19 m³/h betragen demnach die Betriebskosten: 11,03 = 0,58 M/m³. Die Gesamtkosten für die Gewinnung und Förderung von 11 400 m³ Lehm- und Tonboden betragen also 2,29 M/m³.

Der Aushub des Bodens im Handbetrieb hätte in dieser flach (etwa 1:3) abzuböschenden Rutschung, in der die Rollwagen nur in der Kanalsohle oder in Geländehöhe hätten zugestellt werden können, mehrfaches Werfen des Bodens erfordert und einschließlich der Kosten für das Vorhalten der Ladegleise und Gurtförderer nach den vorgenommenen statistischen Ermittlungen wenigstens vier Tiefbauarbeiter-Lohnstunden je m³, d. s. (einschließlich Unkosten) 4 · 0,67 · 1,175 = 3,16 M, — wahrscheinlich aber mehr — gekostet. Berücksichtigt man außerdem, daß der Kabelbagger den Boden in Rollwagen auf Geländehöhe förderte, während bei Handbetrieb die Förderung von mehr als 70 vH des Bodenaushubs erst eine Entfernung von 2,2 km und eine Höhe von 12,4 m hätte überwinden müssen, um zum gleichen Punkt zu gelangen, so erkennt man, daß der Kabelbaggerbetrieb viel wirtschaftlicher als der Handbetrieb gewesen ist.

Das Ergebnis wäre noch bedeutend günstiger geworden, wenn die Baggerteile in richtiger Ausführung und Werkstoffbeschaffenheit geliefert und ein Getriebe mit zwei Zugseilgeschwindigkeiten vorgesehen worden wäre; die Ausbesserungskosten hätten sich dann vielleicht auf ein Viertel von 7795 M = 1950 M ermäßigt, und die Leistung auf 30 m³/h erhöht. Damit hätten die gesamten Kosten nur (1,20 + 0,37) = 1,57 M/m³ betragen.

Die dauernden Kosten für Verzinsung, Abschreibung und Ausbesserung des Geräts, die, wenn die letztgenannten Zahlen zugrunde gelegt werden, 0,50 M/m³ betragen, werden bei technisch richtiger Durchbildung und möglichst ununterbrochener Benutzung des Kabelbaggers wesentlich kleiner werden. Die einmaligen auf 1 m³ Leistung entfallenden Kosten für Aufstellen und Abbrechen des Kabelbaggers, in diesem Falle 0,70 M/m³, verringern sich in gleichem Maße, wie die Menge des auszuhebenden Bodens wächst. Es hängt daher sehr vom Umfang einer Arbeit ab, ob der Kabelbagger wirtschaftlicher als eine andre Baggerart ist.

Die Betriebskosten des Kabelbaggers (0,37 M/m³) sind nur wenig verschieden von den Betriebskosten eines Eimerkettenbaggers; die Bodengewinnung mit einem Eimerkettenbagger, Bauart B der Lübecker Maschinenbaugesellschaft (Eimergehalt 250 l), erfordert z. B. in leichtem Lehm und Ton rd. 0,35 Lohnstunden eines Tiefbauarbeiters + 1,1 kg Kohle⁵⁾, also einschließlich Unkosten 0,35 · 0,67 · 1,175 + 1,1 · 0,03 · 1,09 = 0,31 M/m³.

⁵⁾ Behring, Vorbereitende Arbeiten für die Ausführung größerer Erdarbeiten, insbesondere von Kanalbauten, „Die Bautechnik“ Bd. 4 (1926) S. 379.

Die Betriebskosten des Kabelbaggers lassen sich gegebenenfalls durch Anwendung elektrischer Kraft und umsteuerbarer Motoren erniedrigen: Es wird dann nur ein Maschinist gebraucht, statt zweier Maschinisten an den Winden und eines Heizers an der Lokomobile.

Zusammenfassung

Der Kabelbagger ist ein wenig leistungsfähiges Gerät, das zu seiner Bedienung aber nur wenige Leute erfordert. Der Kabelbagger vermag den Boden in größerer Tiefe zu baggern, ihn über eine verhältnismäßig lange Strecke in das Gelände zu fördern und sehr flache Böschungen herzustellen. Er ist jedoch nur in leichtem und mittelschwerem Boden verwendbar; in schwerem Boden würde die Anlage äußerst schwer werden.

Der Querschnitt des auszuhebenden Bodens ist möglichst so zu gestalten, daß er vom Schürfkübel überall erreicht werden kann; die Querschnittbegrenzung muß sich also möglichst einem Linienzug des Tragkabels anpassen, der sich zwischen seinen beiden Aufhängungspunkten herstellt. Ein muldenförmiger Querschnitt läßt sich mit dem Kabelbagger leicht baggern.

Bei der Wahl der Aufhängungspunkte für das Tragkabel ist zu beachten, daß sein Durchhang nie kleiner als ein gewisses, dem Bau des Kabelbaggers zugrunde gelegtes Maß wird.

Der radial fahrbare Kabelbagger wird, da er von seinem Standort aus nur Bodenmengen von beschränktem Umfang baggern kann und dann vollständig umgebaut werden muß, immer nur in Sonderfällen, wie beim Aushub

tiefer Rutschungen, Kiesgruben und dergl. wirtschaftlich zu verwenden sein. Seine Wirtschaftlichkeit steigert sich — das gleiche gilt für den parallel fahrbaren Kabelbagger —, wenn der gebaggerte Boden statt in Förderzüge mittelbar auf eine Ablagerungsfläche gekippt werden kann. Wo Löffelbagger oder Eimerkettenbagger ohne große Schwierigkeiten anwendbar sind, dürfte der radial fahrbare Kabelbagger nicht in Frage kommen.

Anders verhält es sich mit dem parallel fahrbaren Kabelbagger, der aus zwei — am besten eisernen — Türmen besteht, die sich parallel zur Längsachse des Bodenaushubs verfahren lassen. Ein Turm trägt die Windenanlage nebst Antriebmaschine, zwischen beiden Türmen ist das Tragkabel gespannt, auf dem der Schürfkübel in der geschilderten Weise läuft. Da die Verfahrbarkeit des ganzen Kabelbaggers den Aushub sehr groß machen kann, ist der Aushub sehr groß. Bodenmengen gestattet, ohne daß ein Umbau der Anlage nötig wird, spielen die Aufstell- und Abbruchkosten eine untergeordnete Rolle. Es ist daher gut denkbar, daß der parallel fahrbare Kabelbagger beim Aushub langgestreckter Kanalarbeiten mit muldenförmigem Querschnitt in leichtem und mittelschwerem Boden wirtschaftlicher arbeitet als Eimerkettenbagger oder Löffelbagger. Die geringe Leistungsfähigkeit kann gegebenenfalls durch Einsatz mehrerer Kabelbagger wettgemacht werden.

Es ist sehr zu wünschen, daß der parallel fahrbare Kabelbagger, der in Abraumbetrieben schon mehrfach erfolgreich angewendet worden ist, auch im Kanalbau erfolgreich angewendet werden kann. [B 321]

Vierachsiger Straßenbahnwagen für Überland-Schnellverkehr

Die Erfüllung der Forderungen, die an die Verkehrsverbindungen zwischen größeren Städten in mittleren Entfernungen (50 bis 300 km) vornehmlich bei regem Geschäfts- oder Handelsverkehr gestellt werden müssen, bereitet dem Verkehrstechniker besondere Schwierigkeiten. Die Verlängerung der Straßenbahnlinien in Gestalt der üblichen straßenbahnähnlichen Überlandbahnen scheidet bei diesen Entfernungen wegen ihrer geringen Höchstgeschwindigkeit aus. Die normale Dampfeisenbahn kann den besonderen Bedingungen dieser Verkehrsaufgabe (häufige Verkehrsgelegenheit, kurze Fahrzeit, günstiger Anschluß an den Stadtverkehr) nur unvollkommen oder unwirtschaftlich gerecht werden. Aus diesem Grunde werden für diesen Zweck in der letzten Zeit neue Arten von Bahnanlagen und Verkehrsmitteln entwickelt. In Deutschland wurde gerade in der letzten Zeit wieder lebhaft der Plan der Rheinisch-Westfälischen Schnellbahn und der durch elektrische Triebwagen zu bewältigende Schnellverkehr zwischen Halle und Leipzig erörtert.

Ein bemerkenswertes Beispiel derartiger Verkehrsverhältnisse und ihrer Lösung bietet die von der Indiana Service Corporation betriebene Strecke zwischen Indianapolis und Ft. Wayne in den Vereinigten Staaten (rd. 225 km), die mit neuartigen Schnelltriebwagen in Zweiwagenzügen in vier Stunden zurückgelegt wird. Diese Wagen zeichnen sich durch die den Reisenden gebotenen Bequemlichkeiten aus. Ein Teil von ihnen hat die üblichen querstehenden Klappsitze und einen geräumigen Gepäckraum, der andre besteht aus Unterhaltungs- und Aussichtswagen mit Kücheneinrichtung. Sämtliche Wagen haben elektrische Triebausrüstung, nur mit dem Unterschiede, daß die Unterhaltungs- und Küchenwagen nur mit zwei Motoren von 100 kW Leistung ausgerüstet sind, die andern dagegen mit vier solchen Motoren. Dies Verfahren, sämtliche Wagen mit Motoren, wenn auch verschieden stark, auszurüsten, ermöglicht die betrieblich außerordentlich angenehme vollkommene Freizügigkeit in der Zusammenstellung der Zügeinheiten je nach den Anforderungen des Verkehrs, erfordert aber wesentlich höhere Anlagekosten.

Sämtliche Wagen sind vierachsiger, haben Eindeinstieg und einseitigen Führerstand, stählernes Untergestell, Mittellangträgern und Kastengerippe aus Stahl so Tonnendach. Sie sind 18,6 m lang. Die Querträger, Kastensäulen des Gerippes bestehen aus Preßblech. Kopfstücke sind halbkreisförmig abgerundet und mit gezahnten Kletterschutzstücken versehen. Fußboden, Seitenwände und Decke sind vollständig in der im amerikanischen Wagenbau üblichen Weise gegen Wärme und Geräusch isoliert. Das Kopfstück besteht aus einem U-Eisen von 300 mm Höhe, das oben und unten durch je eine 6 mm dicke, halbkreisförmige Knotenplatte mit dem Mittellangträger verbunden wird. Diese Bauart bietet günstige Festigkeitseigenschaften gegen zentrisch oder exzentrisch auftretende Stöße. Das Dach ruht auf Winkeleisenriegeln und hat eine teerte Decke aus einem Stück. Die Innenwände sind mit Stahl- und Leichtmetallblech in einzelnen gepreßten Tafeln bedeckt. Über den Fenstern sind längslaufende Gepäckablagen angeordnet. Alle Türen bestehen aus Mahagoni. Die Wagen sind mit elektrischer und mit Warmwasserheizung ausgerüstet. Zur Lüftung dienen auf dem Wagendache angebrachte Entlüfter, von denen ein Teil auf Drücken, der andre auf Saugen eingestellt ist. Die Küche wird elektrisch entlüftet.

Die stark schwankende Fahrdrachtspannung (der Strom wird durch Oberleitung und Rollenstromabnehmer zugeführt) macht die befriedigende Beleuchtung besonders schwierig; man hat daher eine unabhängige Stromquelle in Gestalt einer Batterie mit 32 V Spannung bei 200 Ah Kapazität aufgestellt, die durch eine Westinghouse-Dynamo mit 1,5 kW gespeist wird.

Die Drehgestelle haben 2,15 m Radstand und weisen die übliche amerikanische Bauart mit Schwanenhals und durch Schraubenfedern gegen diesen abgedeuteten Rahmen ab. Zur Abfederung der Wagen sind für geringe Last besonders Kegelfedern vorgesehen, die sich bei größerer Belastung allmählich selbsttätig ausschalten, so daß bei jeder Belastung des Wagens eine annähernd gleichmäßige Weichabfederung erzielt wird; das verursacht sonst gerade bei einem ungünstigen Verhältnis zwischen Leergewicht und Nutzlast des Wagens und Verkehrslast besondere Schwierigkeiten. („Electric Railway Journal“ Bd. 68 (1926) S. 874.) [N 30]

Bln.-Zehlendorf

O. Günthe

P. Oberhoffer †

Am 16. Juli starb der Professor für Eisenhüttenkunde der Technischen Hochschule Aachen, Dr.-Ing. Paul Oberhoffer, erst 45 Jahre alt, in der Blüte seines Lebens.

Oberhoffer wurde am 25. Januar 1882 in Luxemburg geboren und erhielt seine wissenschaftliche Ausbildung als Hüttenmann an der Technischen Hochschule Aachen. Er legte sein Diplomexamen 1905, sein Doktorat 1907 ab. Der Gegenstand seiner Doktorarbeit „Über spezifische Wärme des Eisens“ war bereits der Anfang seiner Hauptarbeitsrichtung, die Metalle mit Hilfe der physikalischen Methode zu erforschen.

Im Jahre 1909 habilitierte er sich in Aachen für das Fach der physikalischen Metallurgie, den jungen Zweig der Metallkunde, der damals erst im Werden war und heute ein großartig erschlossenes Feld wissenschaftlicher Arbeit mit technischen Auswirkungen darstellt. Zwei Jahre später wurde er zum Dozenten für Metallographie und Eisenkunde an der Technischen Hochschule Breslau ernannt, wo er hauptsächlich die Metallographie förderte, um einen bedeutenden Anteil ihrer Entwicklung zu übernehmen.

Vom Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen im Forschungslaboratorium wurde sie zu einer der wichtigsten Untersuchungsmethoden des technischen Eisens und zur Wurzel neuer technischer Verfahren ausgebaut. Von Arbeiten dieser Art seien hier genannt: Die Vorgänge der primären Kristallisation und im Anschluß die Erscheinungsformen der primären und sekundären Zellenstruktur. Ferner arbeitete er über die Rekristallisation des Eisens und stellte das erste Diagramm dafür auf.

Oberhoffer wurde 1914 zum außerordentlichen Professor und 1918 zum Honorarprofessor ernannt. Während dieser Zeit schränkte er einige Jahre lang einen Teil seiner Tätigkeit an der Technischen Hochschule ein, um als wissenschaftlicher Berater der Oberschlesischen Eisenbahn-A.-G. seine Kenntnisse und Fähigkeiten der Industrie zu widmen. Diese Zusammenarbeit mit der Technik und andererseits erwünschte Anregungen für seine wissenschaftliche Tätigkeit.

Im damaligen Stand der Kenntnis des dort hergestellten Materials und den Inhalt seiner Arbeiten faßte Oberhoffer zusammen in dem Buche „Das schmiedbare Eisen“, in einer wesentlich erweiterten Form mit Berücksichtigung aller Eisensorten in zweiter Auflage den Titel „Das schmiedbare Eisen“ führt. Dieses Buch ist heute das maßgebende Buch über die Eigenschaften und die Konstitution des technischen Eisens.

Nach dem Tode von Simmersbach nahm er, erst 37 Jahre alt, 1919 den Ruf als Vorsteher des Instituts für Eisenhüttenkunde an der Technischen Hochschule Breslau an. Schon ein Jahr später den Ruf seiner Mutterhochschule Aachen als Nachfolger seines alten Lehrers Wüst. Seine schöne und großzügig angelegte eisenhüttenmännische Tätigkeit in Aachen hat Oberhoffer zu einem der bestausgestatteten und fruchtbringendsten Lehr- und Forschungsinstitute Deutschlands ausgebaut.

Mit einem ganzen Stabe von Mitarbeitern aus den einschlägigen Fachrichtungen der Eisenhüttenkunde und ihrer Gebiete wurde planmäßig die Eisenforschung in breiter Stille aufgenommen. Die metallurgischen Prozesse der Eisenherstellung, hauptsächlich im Martin- und Elektroverfahren, die Vergütung des Werkstoffes, die Gießerei, die physikalische Erforschung des Eisens und die Erforschung der festen Stoffe, Schlacken usw. wurden durch Laborversuche und Arbeiten in der Praxis gefördert. Aber diese wissenschaftlichen Arbeiten, die zu etwa 50 bis 60 Mitarbeitern herliefen, waren in einer großen Linie zusammengefaßt. Sie galten letzten Endes dem Gefüge des Eisens im weiteren Sinne, der in allen technischen Eisearten vorhanden ist, ihre Eigenschaften tiefgreifend zu erforschen und sich doch nicht erschöpfen ließ. Es ist der Stoff, der in meist unbekannten Bindungen das ganze Eisen durchsetzt, und die Bemühungen der Forschung, ihn zu fassen, vereitelte.

Die Umsetzungen von Eisen mit Sauerstoff spielen in den Herstellungsvorgängen des Eisens hinein, besonders im Besonderen spielen sie die wichtigste, bisher noch wenig er-

kannte Rolle. Anschließend an seine metallographischen Arbeiten setzte hier Oberhoffer an in der Erkenntnis, daß hier das Herz aller Eisenforschung liegt. Er versuchte zunächst, von älteren Arbeiten ausgehend, den Sauerstoff im Eisen analytisch zu erfassen. Durch die Heißeextraktion wurde versucht, den Sauerstoff in Form von Gasen (Kohlenoxyd, Kohlensäure usw.) bei hohen Temperaturen und Luftleere auszutreiben. Durch Reduktion mit Wasserstoff in der Hitze wurde er in Wasser übergeführt und auf chemischem Wege nach Lösung der Anteile an Metall in genau bestimmten Formen als Rückstand gewonnen. Neben diesen analytischen Verfahren wurde die Synthese versucht. Aber der Weg zum Erfolge war trotz zehnjähriger Arbeit und der unleugbar errungenen Erfolge noch weit, und Oberhoffer bahnte zu diesem Zwecke eine gemeinsame Arbeit von Laboratorium und Praxis an, die in der Zukunft gewesen wäre, die Rätsel zu lösen. Da legte der Tod das geistige Räderwerk dieses Mannes still, aber noch während der letzten Wochen der tödlichen Krankheit legte er in zwei ausgezeichneten Vorträgen in Leoben und Luxemburg Rechenschaft über den Stand seiner Arbeiten und seiner Ziele ab, die dabei in Inhalt und Form meisterhaft dargestellt wurden.

In Ergänzung und Erweiterung des Buches „Das technische Eisen“ war ein neues Buch „Die Herstellungsverfahren des technischen Eisens“ im Werden, das er im Verein mit seinen Mitarbeitern dazu bestimmt hatte, die gesamte Metallurgie des Eisens von neuen Gesichtspunkten aus darzustellen.

Studierende der Eisenhüttenkunde aus allen Gauen unseres Vaterlandes und aus allen Ländern hatten sich in Aachen zusammengefunden, um hier die neuzeitliche wissenschaftliche Auffassung der Eisenhüttenkunde kennen zu lernen. Oberhoffer war ihnen ein immer anregender und besorgter Lehrer. Es war ein ästhetischer Genuß, seinen kristallklar gegliederten, hochwissenschaftlichen und doch allgemein verständlichen Vorträgen zuzuhören. Er war dabei immer in geistiger Verbindung mit seinen Hörern, langweilte nie und wußte immer, die neuzeitlichsten Gesichtspunkte an alle Aufgaben anzulegen. Die Einstellung des Gesamtunterrichts an unseren Technischen Hochschulen auf eine größere Berücksichtigung naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung, die ein Zug unserer Zeit ist, fand bei ihm entschiedene Förderung, was in der kurz vor seinem Tode erfolgten Ernennung zum Berater für Hochschulfragen im Ministerium seine Anerkennung fand.

Der Ruf Oberhoffers in der Industrie war die Veranlassung, daß er als Gutachter zugezogen und hoch geschätzt wurde. Diesen lebendigen Kontakt mit der Praxis hat er besonders wegen der Anregung für die wissenschaftliche Arbeit hoch bewertet.

Seine Persönlichkeit als Forscher und Hochschullehrer wäre aber unvollkommen dargestellt, wenn man nicht des Menschen in ihm gedächte. Ausgeglichenheit und Großzügigkeit waren seine hervorstechendsten Charaktereigenschaften. Diese Großzügigkeit offenbarte sich besonders in einem hervorragenden Organisationstalent, das besonders in der Anlage seiner Sauerstoffarbeiten hervortrat. Die einzelnen Teilgebiete waren bestimmten Mitarbeitern zugeteilt, denen er sehr gerne in bezug auf das Arbeitsverfahren und das Ziel volle Freiheit ließ, sie selbst und ihr Werk nach allen Kräften förderte und durch eine vorbildliche Gemeinschaftsarbeit die Kräfte und die Begeisterung der Mitarbeiter sich frei auswirken ließ. Dabei hielt er scharf das eigene Ziel im Auge. Dieses Wagnis, den einzelnen sich frei auswirken zu lassen, konnte er eingehen, weil seine Menschenkenntnis, sein Vertrauen und sein Selbstbewußtsein so stark entwickelt war, daß er sich fast nie täuschte. Alles verlief in Harmonie, nie wurde ein lautes Wort gehört.

Die Verehrung, die ihm von seiten der Hochschule, der Industrie, seiner Mitarbeiter und der Studierenden zuteil wurde, fand in der allen Teilnehmern unvergesslichen Trauerfeier in der Kruppshalle seines Instituts am 19. Juli einen ergreifenden Ausdruck. Sein Sterbliches wurde dann nach seiner von ihm so sehr geliebten Heimat übergeführt, wo er in der Familiengruft beigesetzt wurde. [P 725]

Aachen

H. Salmang

Die Getreideförderanlage in Lübeck

Bereits vor dem Kriege war der Bau eines neuen größeren Getreidespeichers mit pneumatischer Schiffsflöschanlage geplant. Der Plan war im Jahre 1914 fertig, die Ausführung wurde aber durch den Ausbruch des Krieges vereitelt. Nach dem Kriege war es erst im Jahre 1924 möglich, den Plan wieder aufzugreifen. Aber die wirtschaftliche Lage und die Ungewißheit über die russischen Verhältnisse nötigten zur Beschränkung. Vorläufig sollte daher kein neuer Speicher gebaut, sondern das vorhandene alte Getreidelagerhaus mit neuzeitlichen Förderanlagen ausgebaut und mit einer Schiffsflöschanlage verbunden werden.

Das alte Getreidelagerhaus, Abb. 1, ist 150 m lang, 25 m breit und hat einen Erdgeschoßraum für Speditionsgüter in Rampenhöhe und zwei Böden für Getreide. Das Fassungsvermögen dieses Lagerhauses für Getreide betrug 6000 t, es war aber nicht für die Förderung von losem Getreide, sondern nur von gesacktem Getreide mittels Krane und Winden eingerichtet.

Für das Löschen von Schiffen kam nur Saugluft in Betracht ohne Rücksicht auf Betriebskosten, weil sich zum Entlöschen der verhältnismäßig kleinen in Lübeck verkehrenden Seeschiffe mit kleinen Luken und kleinen Schiffsräumen und abgedeckten Teiladungen Becherwerke nicht eignen. Ein schwimmender Getreideheber wurde deshalb nicht gewählt, weil ein solcher nur für den Umschlag vom Seeschiff in den Kahn brauchbar ist und bei geringem Verkehr zu unwirtschaftlich wird.

Die Förderung mittels Saugluft beansprucht eine sehr große Antriebsleistung, bezogen auf 1 t Getreide. Zum Antrieb der Luftpumpen wurden Elektromotoren gewählt, nachdem es gelungen war, mit der Lübecker Überlandzentrale einen günstigen Stromlieferungsvertrag abzuschließen. Zur Weiterbeförderung des Getreides innerhalb des Lagerhauses sollten zunächst Becherwerke und Bänder dienen. Hierbei hätten unter dem Erdgeschoßraum Tunnel für Längs- und Querbänder eingebaut werden müssen, wodurch der Raum zur Lagerung von Getreide unbrauchbar geworden wäre und wie vorher nur die beiden Böden zur Verfügung gestanden hätten. Nach Abschluß günstiger Strompreise wurde jedoch auch das Aufnehmen vom Boden mittels Saugluft wirtschaftlich möglich. Damit fielen die Tunnel fort und die unteren Räume standen für Getreidespeicherung zur Verfügung, wodurch die Lagerungsmöglichkeit ungefähr um das Doppelte stieg, da man im Erdgeschoß beliebig hoch schütten kann. Für das Aufheben des Getreides vom Boden mittels Saugluft sprach auch der Umstand, daß diese Förderart die Beschaffenheit des Getreides sehr verbessert.

Nachdem man sich für Saugluftförderung innerhalb des Lagerhauses entschieden hatte, mußte man zu der Erkenntnis kommen, daß die Einsaugbehälter richtiger im Lagerhaus untergebracht würden anstatt auf einem Eisengerüst am

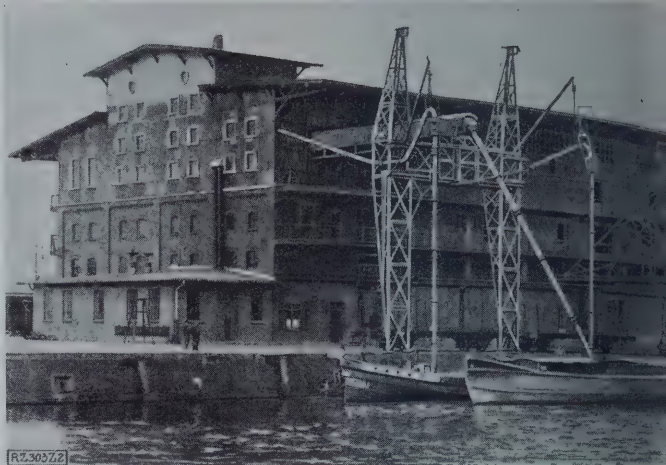


Abb. 1
Der Lübecker Getreidespeicher mit der vor kurzem eingebauten Saugluft-Förderanlage

Kai, obgleich dann bei Umladung vom Schiff in den die Einsaugbehälter nach dem Fallrohr durch ein Aufband entladen werden müssen.

Die Förderanlage sollte für eine Stundenleistung 100 t gebaut werden. Da aber die Saugleitungen derteren Handhabung wegen nur einen Umfang bekommen können, der für 50 t/h bemessen ist, wurde die ganze Anlage in zwei gleiche Teile geteilt, die miteinander verbunden werden können. Es sind also vorhanden: zwei Umformungen von 6000 V auf 400 V, zwei Luftpumpen von je 50 t/h Leistung, die von je einem Elektromotor angetrieben werden. Zwei Einsaugbehälter, zwei Filter, zwei Saugleitungen, zwei Becherwerke, zwei Bänder zum Einspeichern. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, zwei verschiedene Arbeiten mit 50 t/h Leistung zu gleicher Zeit vorzunehmen und die Förderarbeiten mit der halben Kraftanlage wirtschaftlich zu verrichten; außerdem ist größere Sicherheit gegeben, ein Teil der Anlage gebrauchsfähig ist.

Als Luftpumpen sind liegende mit zwangsläufiger Steuerung durch einen kegelförmigen Drehschieber gewählt, weil angenommen wurde, daß bei stehenden Pumpen freigängigen Ventile Anlaß zu Undichtheiten bieten würden.

Zum Reinigen der Luft vor Eintritt in die Luftpumpen sind Naßfilter gewählt worden, weil angenommen wurde, daß ihre Bedienung bequemer ist und durch sie die Luft besser gereinigt wird.

In einem besonderen Anbau zu ebener Erde sind Umladungsanlage, Schaltanlage und Luftpumpen (s. Abb. 2) untergebracht, die von Elektromotoren von 100 PS durch Riemen angetrieben werden, untergebracht. Im südwestlichen vollen Giebelteil des Lagerhauses von 6 m Länge sind eingebaute

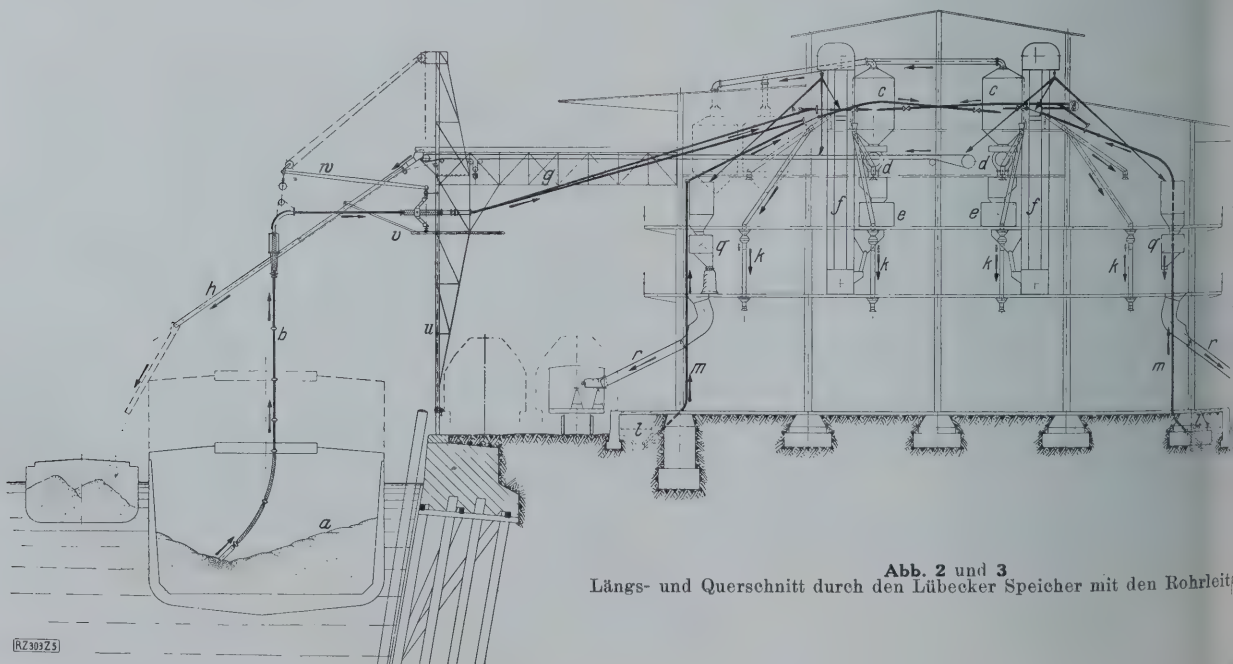


Abb. 2 und 3
Längs- und Querschnitt durch den Lübecker Speicher mit den Rohrleitungen



Abb. 4

Bandförderanlage zur Weiterbeförderung des Getreides im Speicher



Abb. 5

Rohranlage zum Beschütten der einzelnen Fächer und Böden

Die beiden Naßfilter *t*, zwei Einsaugbehälter *c* mit Entladern *d*, von denen jeder durch einen 1,5 PS starken Elektromotor bewegt wird, ferner zwei selbsttätige Wagen *e* von je 1 t Stundenleistung, zwei Becherwerke *f*, angetrieben mittels Riemen durch je einen Elektromotor von 7,5 PS, und endlich ein Ausladeband *g* für 100 t Stundenleistung, angetrieben mittels Riemen durch einen Elektromotor von 3,5 PS. Von dem Lagerhaus ist nur eine Abteilung mit neun Fächern (= $\frac{1}{3}$) mit Förderanlagen ausgebaut. In dieser Abteilung können 4000 t Getreide gelagert werden. Die Förderanlage besteht aus drei unter Dach eingebauten Längsbändern, die durch je einen Motor von 6 PS mittels Riemen getrieben werden, Abb. 4, einem Rohrsystem zum Beschütten der einzelnen Fächer und Böden, Abb. 5, 54 in die Böden eingebaute Viergestützen mit Streudüsen, die so eingerichtet sind, daß man das Getreide durchlaufen lassen, auf den nächsten Boden streuen, von einem Boden in den unteren durchrieseln und abschließen kann. Auf dem ersten Boden sind an jeder Innenseite des Lagerhauses drei Absackwagen *q* aufgestellt und bei diesen je zwei Sackkrutschen *r* angeordnet, auf denen die gefüllten Säcke unmittelbar in die Eisenbahnwaggons flutschen. Endlich liegt im ganzen Speicher verteilt ein Saugrohrsystem *p*, durch das das Getreide von den einzelnen Böden in die Einsaugbehälter gefördert wird. Da Bodensaugdüsen für eine Stundenleistung von 50 t zu schwer wurden, wird jedes Mündungsrohr durch ein Hosenrohr mit zwei kleineren Schläuchen *o* und Düsen *n* für 25 t/h Leistung verbunden, Abb. 6.

Von dem Speicher werden die einzelnen übereinanderliegenden Fächer vermietet, so daß die Einlagerer ihr Ge-

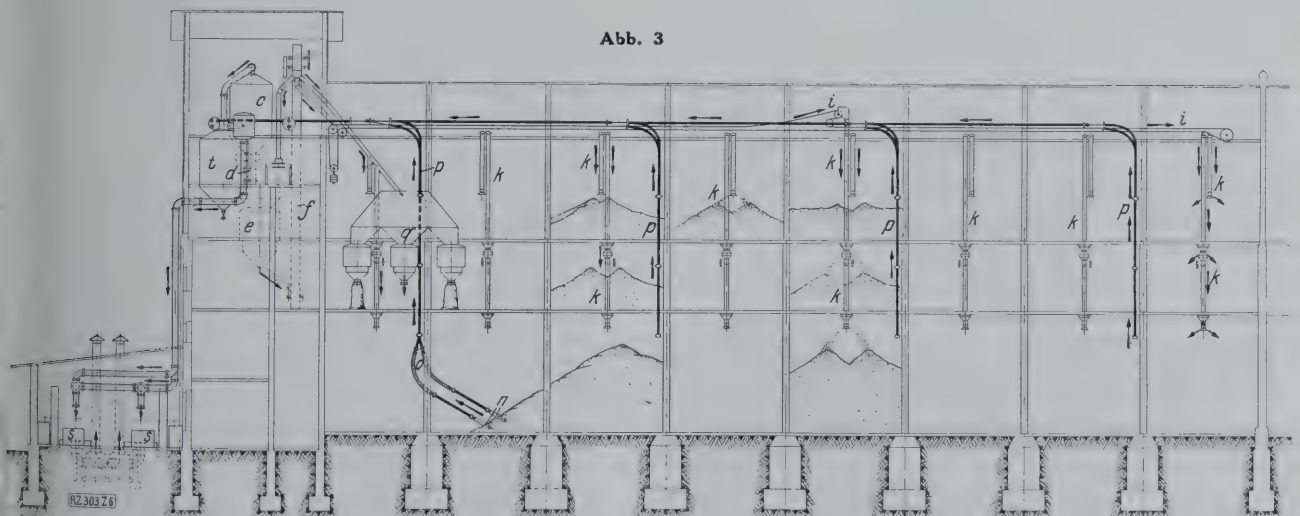


Abb. 6

Hosenrohr mit Saugdüsen für 25 t/h

treide durch Rieseln von einem in den darunter liegenden Boden selbst lüften können. Dann ist nur noch die Umlagerung vom untersten nach dem obersten Boden mittels Saugluft zu betätigen. Der Erdgeschoßboden kann beliebig hoch beschüttet werden und dient zum Sammeln von

Abb. 3



a Schiff
b Saugrohr
c Einsaugbehälter
d Entlader
e selbsttätige Wage
f Becherwerk
g Ausladeband

h Ausschiebrohr zum Beladen des Kaines
i Längsband
k Verteilrohr zum Ausschütten in die Speicherräume
l Rampengrube

m Saugrohre
n Düsen
o Saugschläuche
p Saugrohre
q Absackwagen
r Sackkrutschen
s Luftpumpen

t Naßfilter
u Eisengerüst
v Wagen mit Gelenkstange zum Ausfahren von h
w Ausleger für die Saugrohre b

bearbeitetem Getreide vor der Verladung. In den Rampen an beiden Längsseiten des Lagerhauses sind Gruben angeordnet. In diese wird das mit Eisenbahnwagen in Säcken angefahrne Getreide ausgeschüttet und von dort aus aufgesaugt.

An der Wasserfront des Lagerhauses befindet sich ein Eisengerüst *u*, das in der Mitte das Ausladeband *g* und ein Ausschiebrohr *h* zum Abschütten in das Schiff trägt, und an den Seiten je ein Saugrohr *a*. Das Ausschiebrohr kann durch einen Wagen mit Gelenkstange *v* ausgefahren werden. Die Saugrohre hängen in Auslegern *w*, die wagerecht und senkrecht bewegt werden können.

Die tatsächlichen Höchstleistungen betrugen bei trockenem Getreide für Förderung aus dem Schiff 55 t und vom Boden je nach der Entfernung vom Einsaugbehälter 30 bis 40 t mit jeder Teilanlage bei einem Kraftbedarf der Luftpumpen von je 90 PS. Jedoch wird die Leistung durch Feuchtigkeit des Getreides beeinflusst.

Der Förderweg des Getreides ist der folgende, Abb. 2 und 3:

1. Vom Schiff *a* durch Saugrohre *b*, Einsaugbehälter *c*, Entlader *d*, selbsttätige Wagen *e*, Becherwerk *f*, Ausladeband *g*, Ausschiebrohr *h* in Kahn.

2. Vom Schiff *a* wie vor bis zum Becherwerk *f*, dann weiter auf Längsband *i* durch Verteilrohre *k* in Speicher.

3. Vom Eisenbahnwagen werden die Säcke ausgeschüttet in die Rampengrube, sodann durch Saugrohre, Einsaugbehälter usw. wie bei 1.

4. Vom Eisenbahnwagen in Rampengrube *l*, Saugrohre und weiter wie unter 2.

5. Vom Boden durch $2 \times \frac{1}{2}$ Düsen *n*, Saugschläuche *o* und Saugrohre *p*, Einsaugbehälter usw. wie unter 1. Loses Getreide aus Eisenbahnwagen wird ebenso abgesaugt wie vom Boden, an die Saugschläuche werden nur Verlängerungrohre angeschraubt.

6. Vom Boden durch $2 \times \frac{1}{2}$ Düsen, Saugschläuche *o* und Saugrohre *p*, Einsaugbehälter *c*, Entlader *d*, Becherwerke *f*, Absackwagen *q*, Sackrutschen *r* in Eisenbahnwagen.

7. Vom Erdgeschloßboden wie vor bis zu den Becherwerken, dann auf die Längsbänder *i* und durch Verteilrohre auf obersten Boden.

Die gesamte Förderanlage ist von der Maschinenfabrik Hartmann A.-G., Offenbach a. Main, die elektrischen Anlagen und Elektromotoren sind von den Siemens-Schuckertwerken geliefert und am 1. Oktober 1926 in Betrieb genommen worden.

Lübeck [M 303]

Wildgeans

Sauerstofffreies Wasser

Die heute mehr und mehr benutzten hohen Spannungen und die Verwendung von Wasserrohrkesseln zwingen dazu, den Sauerstoff aus dem Speisewasser auszuschneiden, da

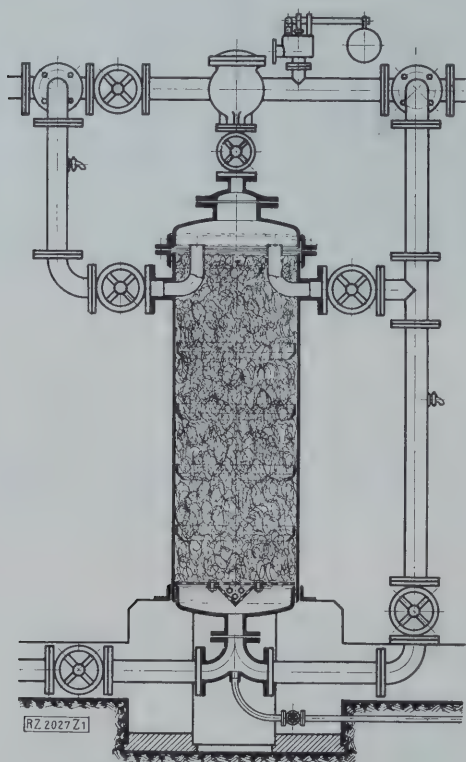


Abb. 1

Rostex-Filter für die Befreiung des Wassers vom Sauerstoff

durch ihn Anfrassungen verursacht werden. Die Erfahrung hat gezeigt, daß auch Wasser unter niedrigstem Druck noch Luft enthält und stark rostend wirkt.

Das „Rostex“-Filter, Abb. 1, der Firma Chr. Hülsmeier, Düsseldorf, hat sich beim Binden des Sauerstoffes bewährt. Dieses Filter darf nicht mit sogenannten Eisen-

spanfiltern verwechselt werden, bei denen man einfache Eisenspäne aus der Dreherei in einen Kessel füllt. Hülsmeier-Filter arbeiten vielmehr mit einer Manganstahlwolle-Füllung. Sie macht es möglich, sehr viel Sauerstoff ab zu ziehen; man verringert so den Sauerstoffgehalt z. B. auf 0,5 mg in 1 l Wasser im Dauerbetrieb, während sogenannte Eisenspanfilter kaum einige Tage hindurch den Sauerstoff bis auf 1,5 mg in 1 l Wasser verringern.

Eine besondere Wartung erfordern die Stahlwolle-Filter nicht, nur muß hin und wieder das sich bildende Eisenhydroxyd ausgespült werden. Die Kosten für die Füllung der Filter sind sehr gering.

Eine solche Filteranlage steht seit dem Jahre 1919 an einer Schachthanlage im Betrieb. Dort werden neun Zweiflammrohrkessel von 10 at Druck mit Ruhrwasser gespeist, das auf seinem Wege durch die Ammoniakkühler auf etwa 50 bis 60 °C vorgewärmt wird. Der Abdampf der Speisepumpen dient zur weiteren Vorwärmung des Speisewassers im Sammelbehälter.

Bei dieser Kesselanlage waren leichte Anfrassungen aufgetreten, die auf den Sauerstoff der Luft im Speisewasser zurückgeführt wurden. Daher hat man ein Doppel-Filter aufgestellt, das 30 m³/h bei 10 at reinigt. Jeder Filterbehälter hat etwa 2800 mm Höhe und 900 mm Dmr. Die Anordnung ist so getroffen, daß jedes Filter allein, aber auch zusammen mit den anderen eingeschaltet werden kann. Die gefüllten Filtereinsätze lassen sich leicht auswechseln, nachdem die Deckel abgehoben worden sind. Das Filter wird etwa alle zwei Tage durchgespült und die Filtermasse jährlich erneuert. Der Sauerstoffgehalt des Speisewassers soll hinter dem Filter nach Gewährleistung 0,5 cm³ nicht überschreiten.

Seit der Inbetriebsetzung des Filters sind die Anfrassungen zum Stillstand gekommen und keine neuen entstanden. Danach hat sich im vorliegenden Falle die Entfernung des Sauerstoffes aus dem Speisewasser mit verhältnismäßig einfachen Mitteln erreichen lassen.

Eine weitere Anlage wurde auf der Reichswerft Rüstingen ausgeführt, und zwar eine solche in größtmöglicher Ausmaße. Dort arbeiteten Hochdruckkessel mit insgesamt 1200 m² Heizfläche für die Beheizung der Werft. Der zurückgewonnene Kondensat der kilometerlangen Heizröhre wurde wieder zur Kesselspeisung verwendet. Die Zerstörungen an den Kondensatleitungen erforderten bisher besondere Mannschaften für die Ausbesserung, was schließlich Werkstoffverbrauch jährlich rd. 30 000 Reichsmark Kosten verursachte. Nach Einbau des Hülsmeierschen „Rostex“-Filters waren die Übelstände dauernd beseitigt, weil der ganze Rostvorgang in die aufgestellten Filter verlegt wurde.

Leipzig. [M 207]

Ing. Carl Taubert

R U N D S C H A U

Wissenschaftliche Tagungen

Fachsitzung „Ausbildungswesen“

Ablich der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, Mannheim-Heidelberg 30. Mai 1927.

Wie alljährlich hat auch diesmal der Verein deutscher Ingenieure bei seiner Hauptversammlung gemeinsam mit dem Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen eine 36ere Fachsitzung über das Ausbildungswesen abgehalten, an der zahlreiche Ingenieure und die verschiedenen Lehrkräfte des gesamten technischen Schulwesens im Versammlungsort des Rosengartens vereinigte. Auch viele Vertreter der in Frage kommenden Reichs- und Landesbehörden nahmen vom Vorsitzenden, Geh. Baurat Dr.-Ing. E. h. Lippart, begrüßt werden.

Geheimrat Lippart hatte es dankenswerterweise selbst übernommen, über den ersten Punkt der Tagesordnung

„Entwicklung und Stand der Praktikantenfrage“

Grund der eigenen, langjährigen Erfahrungen zu berichten; er behandelte damit ein doppelt wichtiges Gebiet, indem die unmittelbar beteiligten Kreise, die Hoch- und Mittelschulen, bereits seit längerer Zeit die Notwendigkeit tiefer und planmäßiger Praktikantenausbildung erkannt und diese gefördert hatten. Es galt demnach, die Entwicklung und den Stand der Aufgabe vor einem breiten Kreise der Ingenieure und technischen Lehrkräfte vorzutragen¹⁾. Die dadurch gegebenen Anregungen werden im Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen weiter behandelt werden. — Auch das zweite Thema die Bedeutung der Ingenieur Tätigkeit für die Gütererzeugung außerhalb der Maschinenindustrie“

wurde mit gebotener Gründlichkeit und zum ersten Male der Ingenieurwelt behandelt. Hier leitete Prof. Dr.-Ing. h. C. Matschoß die Erörterungen ein, indem er die hier ergebenden Aufgaben herausarbeitete.

Nach der Feststellung, daß die Ausbreitung der Maschine aufhaltsam fortschreitet und es sich nur darum handeln muß, die Gesamtentwicklung in möglichst günstiger Weise dem Vordringen anzupassen, stellte er die große Stellschraube der Ingenieure dem riesigen Andrang zu seinem Berufe gegenüber. Er findet den Ausweg in der stärkeren Durchdringung aller industriellen Betriebe mit technischer Intelligenz, die unbedingt notwendig ist, ebenso wie der erwähnten fortschreitenden Mechanisierung. Es gibt heute noch sehr viele Betriebe, die von dem maschinentechnischen Wissenschaftler wenig oder gar keinen Gebrauch machen. In Amerika ist das wesentlich anders. Dort hat man die Hochschulausbildung als Stätte zur Aneignung einer gründlichen technischen Allgemeinbildung an, die Absolventen befähigt, in allen möglichen, oft vom Maschinenbau und den übrigen an den Hochschulen behandelten Gebieten weit abliegenden Berufen zu arbeiten (Westenrikation, Seifenherstellung usw.). Mehr als die Hälfte der Hochschulabsolventen geht in derartige Berufe über; der Unterschied in der sozialen Bewertung des Fertigungsberufes kennt man drüben nicht.

In dieser Richtung muß auch bei uns vorgegangen werden. Allein die Chemiker haben schon vor einigen Jahren erkannt, daß ihre Verwendung in solchen scheinbar abseits liegenden Betrieben für alle Beteiligten von größtem Nutzen ist.

Das hat die Gründung der Carl Goldschmidt-Stelle für chemisch-wissenschaftliche Betriebsführung veranlaßt mit dem Ziel, Chemie und Chemiker in alle Zweige der Wirtschaft hineinzubringen.

Aber nur erstklassige Ingenieure sind für diese Pionierarbeit brauchbar, selbständige, zielbewußte Männer, die das Schulwissen nicht hochmütig gemacht hat, sondern die dem kleinsten Mann im neuen Betriebe zu lernen veranlassen. Man sollte nun aber nicht etwa von den Hochschulen verlangen, daß sie in recht vielen Fächern nach den verschiedenen technologischen Richtungen ausbilden müssen. Im Gegenteil ist dort eine Zurückführung des Lehrrahmens auf das Wesentliche mit Entschiedenheit anzustreben. Am Schlusse seiner Ausführungen rief Prof. Matschoß, dieser Aufgabe sowohl seitens des Vereines deutscher Ingenieure wie des DATSCH größte Aufmerksamkeit zuzuwenden und sich mit führenden Männern in Frage kommenden wichtigen Industriezweige einigend zu besprechen.

¹⁾ Der Vortrag ist bereits in Z. Nr. 28, S. 993 veröffentlicht. Auch die anschließende lebhafte Erörterung wurde hierbei kurz berichtet.

Im Sinne dieser Ausführungen suchten die nunmehr folgenden Einzelberichte die Bedeutung des Problems für wichtige Industriezweige im einzelnen darzulegen.

An Stelle des dienstlich verhinderten Vortragenden aus der Textilwirtschaft hatte sich dankenswerterweise in letzter Stunde der bekannte Textilindustrielle Dr. G. m. d. r. bereit erklärt, auf Grund seiner 35jährigen eigenen Erfahrungen zum Thema zu sprechen. Er zeigte einleitend, wie man anfangs sich nur der Textilfacharbeiterausbildung angenommen habe und erst allmählich, z. B. im Institut für Textilindustrie in Reutlingen, zur Ausbildung leitender Textilfachleute übergegangen sei. Er erkannte die Notwendigkeit der Anwendung maschinenbaulichen Wissens, sowohl im Textil-Maschinenbau als auch in Textilbetrieben, rückhaltlos an, um so mehr, als der Weltwettbewerb in neuerer Zeit viel höhere Anforderungen stelle als früher.

Daß die Textilindustrie sich viel langsamer als der Maschinenbau auf wissenschaftliche Grundlage gestellt habe, begründete er damit, daß die Maschinenindustrie im vorigen Jahrhundert bei Beginn der technischen Entwicklung noch jung und daher der wissenschaftlichen Durchdringung bedürftiger und zugänglicher war. Damals waren die Urgewerbe — Textilindustrie, Bauwesen, Landwirtschaft — zu einer gewissen Vollkommenheit gediehen, das Beharrungsvermögen der darin Tätigen daher größer und der Zwang zur Rationalisierung infolge des stark steigenden Bedarfs gering. Den heute völlig veränderten Verhältnissen entsprechend geht es nicht mehr ohne maschinenbaulich-wissenschaftliche Durchdringung der Textilwirtschaft.

Der dafür in Frage kommende Maschineningenieur hat nach Dr. G. m. d. r. schon heute sehr geeignete Ausbildungsmöglichkeiten. Das allgemeine Hochschulstudium ist unerläßlich. An dessen Ende sollten dann 1 bis 2 Semester Arbeit in den bereits vorhandenen Forschungsinstituten angeschlossen, die auch zur Erlangung des Doktorgrades geeignet sind. In Frage kommen auch die staatlichen Prüfungsämter, die eine wertvolle Ergänzung dieser Forschungsinstitute sind. Besteht dann noch eine enge Verbindung mit einer Fachschule für die praktische Betätigung an Maschinen und Einrichtungen, wie das im Reutlinger Textilinstitut der Fall ist, so ist die beste Einführung des Maschinenbauers in das umfassende Textilfach gegeben. Daran müßte sich eine Anstellung in einem Textilbetrieb anschließen, ehe z. B. ein Übertritt in die Textilmaschinenindustrie ratsam ist. Redner unterstrich im Anschluß an den Vortrag von Dr. Wendt in der Hauptversammlung des V. d. I. den Wert einer allgemeinen und wirtschaftlichen Bildung neben der Spezialisierung und zeigte die Fülle der Aufgaben auf, die des allseitig gebildeten Textilingenieurs harren.

Auch der zweite Vortragende, Privatdozent Dr.-Ing. Garbottz, Berlin-Siemensstadt, konnte auf Grund des eigenen Werdeganges die des Maschineningenieurs im Bauwesen harrenden Aufgaben in den Grundsätzen klarlegen. Während die reine Maschinenindustrie von allen Produktionszweigen am meisten und vor allem wirtschaftlich vorangeeilt ist und allen auftretenden inneren Reibungen zum Trotz bedeutende Erfolge erzielt hat, haben diese betriebswirtschaftlichen Gedankengänge bei der Bauwirtschaft erst recht spärlich Eingang gefunden. In bezug auf wissenschaftliche Betriebsführung ist man nur auf dem Gebiete der Baustoffe vorangekommen, während die Fördervorgänge noch bei weitem nicht im möglichen Maße verbessert und verbilligt worden sind.

Bei der Übertragung maschinenbaulichen Denkens auf das Baugewerbe stellen sich eben mancherlei Schwierigkeiten ein, die sowohl technischer wie psychologischer Art sind. Konstruktion und Ausführung liegen in getrennten Händen; die Einflußnahme auf die Konstruktion ist daher gering. Meist handelt es sich um Einzelherstellung. Überdies ist das Baugewerbe von der Örtlichkeit, von Witterung und Jahreszeit abhängig. Die produktionstechnischen Anlagen sind fast jedesmal verschieden und daher meist behelfsmäßiger Art. Auch die Kürze der Beschaffungs- und Aufbauzeiten wirkt hinderlich.

Die am Bau arbeitenden Personen stehen wirtschaftlichen Gedanken, die übrigens an Technischen Hochschulen auch noch nicht im Sinne der Betriebswissenschaft des Maschinenbaues betont werden, zumeist sehr fern. Die Gemeinschaftsarbeit steckt im Bauwesen noch in den Anfängen und damit auch die Bestrebungen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit.

Erst in neuester Zeit bahnt sich ein Wandel an. Das Beispiel Amerikas mit seiner völligen Einstellung auf die Maschine wirkt auch auf das Baugewerbe ein. Die bereits maschinentechnisch beeinflussten Nachbargebiete wie Bergbau und Abraumbetriebe geben weitere Anregungen, besonders im Hinblick auf Massenförderung. Auch die Größe der Bauaufgaben und der mit ihnen wachsenden Gerätemengen zwingt zur Heranziehung der Maschineningenieure in der Bauwirtschaft, die in dieser Hinsicht noch sehr aufnahmefähig ist, da im Baugewerbe das Zahlenverhältnis von Ingenieur zu Arbeiter heute noch etwa 1 : 20 bis 1 : 15 beträgt.

Allerdings muß gefordert werden, daß die ins Baufach hinüberwechselnden Maschineningenieure gleiche Entwicklungsmöglichkeiten wie die Bauingenieure haben.

Dr. Bramefeld, Darmstadt, berichtete in lebendiger Darstellung über eigene Erfahrungen als Maschineningenieur bei zwei ihm gestellten Rationalisierungsaufgaben aus der Möbelindustrie und der chemischen Industrie. Die eine Aufgabe war, eine Reihenfertigung feiner Möbel in einem gegebenen Betriebe wirtschaftlich einzurichten. Er löste sie mit den Grundsätzen wissenschaftlicher Maschinenwirtschaft: Klare Herstellungsgliederung, Regelung der Arbeitsvorbereitung, Schaffung vernünftiger Zeichnungen, Stücklisten und Herstellpläne, Organisation der Förderwesens, verbunden mit Arbeits- und Zeituntersuchung. Der Erfolg war eine wesentliche Herabsetzung der Lohnkosten.

Bei dieser Betätigung erkannte er u. a. folgende Aufgaben, die auf diesem Gebiete noch von dem Maschineningenieur zu lösen sind: Technologische und wissenschaftliche Erforschung des Baustoffes Holz, sein Verhalten bei und nach der Verarbeitung, die künstliche Trocknung; ferner die Werkzeugfrage, Verbesserung der Wärmewirtschaft und der Maschinenausnutzung u. a. mehr. Soweit Reihenfertigung in Frage kommt, haben sich Anregungen aus dem Maschinenbau bezüglich Konstruktions-, Darstellungs- und Berechnungsweise in der Zusammenarbeit mit dem Möbelarchitekten fruchtbringend erwiesen. Auch der Grundgedanke der Fließarbeit kann hier übertragen werden. Bei allen diesen Neuerungen sind die durch das Umdenken und Umstellen veranlaßten Widerstände jedoch nicht gering.

In der chemischen Industrie ist die Ingenieurarbeit für den Apparatebau, den Sondermaschinenbau, Wärme- und Kraftwirtschaft, Maschinenparkverwaltung sowie für das Ausbesser- und Förderwesen ohne weiteres zu sehen. Als neue Aufgabe war im vorliegenden Falle die planmäßige Arbeitsforschung in den Produktionsbetrieben der chemischen Industrie gegeben. Insbesondere bei der reinen Handtätigkeit (Verpackung, Etikettierung, Beklebung usw.) konnten zahlreiche Verbesserungen im Sinne der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durchgeführt werden. Dabei wurde von neuzeitlichen Aufzeichnungsinstrumenten vorteilhafter Gebrauch gemacht. Die Ergebnisse fanden ihren Niederschlag in Arbeitszeittafeln, die eine bessere Arbeitsvorbereitung ermöglichen. Die Arbeitsleistung stieg mit diesen Maßnahmen an Einzelstellen bis um 100, ja sogar 200 vH.

Wie in diesen Beispielen, so kann nach der Überzeugung des Redners auch in andern industriellen Betrieben noch eine erhebliche Erhöhung der Wirtschaftlichkeit gegenüber bisher erzielt werden.

Aus der den drei Einzelvorträgen folgenden, trotz der vorgerückten Zeit noch sehr anregenden Erörterung sei erwähnt, daß Dr. G. Reißner, Essen, es außerordentlich begrüßte, daß der heutige Hochschulingenieur nunmehr wieder zur Polytechnik im Sinne von Karmasch und anderer übergehe, also zu der Auffassung, die bereits vor 50 bis 60 Jahren üblich war. Um der Geltung des Ingenieurs im industriellen Betrieb größeren Raum zu beschaffen, empfahl er Ausbildung der Ingenieure auch auf wirtschaftspolitischem Gebiet. An lehrreichen Beispielen unterstrich Prof. Meyenberg, Braunschweig, die Ausführungen von Prof. Matschoß. Der Dünkel der jungen Leute müsse fallen, denn auf den Nachbargebieten ist für den Maschineningenieur außerordentlich viel zu holen. Auch er wollte von einer Spezialisierung der Hochschulen nichts wissen. Direktor Dipl.-Ing. Frauendienst, Berlin, brachte zum Ausdruck, daß die Hauptaufgabe zum Vorkommen in dieser Frage darin bestehe, die Inhaber und Leiter der in Frage kommenden Industriebetriebe über die technisch-industrielle Betriebsführung aufzuklären, damit sie sich mit diesem Gedanken mehr vertraut machen.

In seinem Schlußwort machte sich Prof. Matschoß auch diese letzten Ausführungen zu eigen und betonte, daß der Gedanke marschiere und auch auf dem Gauverbandstage des Vereines deutscher Ingenieure in Aachen bereits weiter behandelt worden sei. Auch im Rahmen des Deutschen Ausschusses wird der Förderung dieser Aufgabe volle Beachtung geschenkt werden. [N 698]

Berlin

Dr. Har m

Bergbau

Stückigmachen von Eisenerzen

Die Verfahren zum Stückigmachen von Eisenerzen haben in Deutschland in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Von der Erzeugung an Sinteren in Höhe von 3 200 000 t — im Jahre 1910 wurden 700 000 t Erze stückig gemacht — entfallen auf das Dwight-Lloyd-Verfahren allein 1 900 000 t, auf Drehrohr- und stige Sinterverfahren etwa 700 000 t, während die übrigen 600 000 t Preßlinge sind. Trotzdem es gelungen ist, die Anpassung des Hochofenprofils und der Ofenführung steigendem Maße Feinerz unmittelbar zu verhüten, doch die Vorteile einer vorübergehenden Sinterung, die der Hauptsache in der Entfernung des schädlichen Schwefel- und Arsengehaltes, der Porosität und der leicht Reduzierbarkeit im Hochofen liegen, so groß, daß man immer mehr zum vorübergehenden Stückigmachen der Feinerze schreitet. Der Schwefelgehalt im gesinterten Erz ist um so geringer, je poröser das Sintererzeugnis ist.

Bei Verarbeitung stark schwefelhaltiger Abbrände (über 4 vH S) beträgt der Schwefelgehalt im Fertiggut bei Sintern nach dem Dwight Lloyd-Verfahren etwa 0,2. Ein Kalkgehalt im Erz wirkt durch die Bildung von Sulfschwefel ungünstig auf die Entschwefelung ein. Die Erzeugung des Hochofens steigt bei Verwendung reinem Agglomeratmüllern an Stelle von Feinerzmüllern um 20 bis 30 vH, die Kokersparnis um 20 vH. Als vorteilhafte Korngröße des Agglomerates wird Haselnuß- bis Walnußgröße empfohlen. Rein theoretisch handelt es sich bei den verschiedenen Sinterverfahren in der Hauptsache um Oxydations- und teilweise um Reduktionsverfahren. Die durch überschüssige Kieselsäure begünstigte Verschlackung von Eisenoxydul bedeutet eine Verminderung der Porosität und Reduzierbarkeit.

Die Erzbrikettierverfahren ohne Anwendung von Hochofenerzeugnissen verwenden als Zusatzbindemittel Chlormagnesium oder Zement. Das Chlormagnesiumverfahren will die bindende Kraft der im Gichtstaub enthaltenen Bindemittel durch Zusatz katalytisch wirkender Chlormagnesiumlauge verstärken. Zur Ablösung des Kalkes wird das Haufwerk kurz vor dem Pressen mit der Lauge in einer langen Mischschnecke innig gemischt.

Bei dem Verfahren der Hasper Eisen- und Stahlwerke werden als Bindemittel 25 vH Gasreinigungsschlamm, bis 2,2 vH Gips und 1 vH Chlormagnesiumlauge von 32° verwendet. Nach dem Durchmischen wird das zu pressende Gut in einen Kollergang und von hier aus in die Presse geleitet. Die Preßlinge erhärten unter Bildung von Doppelsalzen zwischen CaSO_4 , MgCl_2 und MgO in einem Zeitraum von drei Tagen. Die Leistung des Pressens, die mit einem Höchstdruck von 700 t arbeitend beträgt 120 bis 170 t oder 250 bis 300 t in 24 h. Beim Erhitzen von Preßlingen, die unter Zumischung von Koksgas erzeugt wurden, ergab sich eine unmittelbare Reduktion des Erzes durch den beigemischten Kleinkoks¹⁾ und somit ein Ersparnis an hochwertigem, großstückigem Hüttenkoks, die Reduktion im Hochofen. Die Brikettierkosten schließlich Lohn, Ausbesserungen und Lauge, jedoch schließlich Rohstoffe, Tilgung und Verzinsung schwanken zwischen 3 und 6 M/t , wobei noch besonders zu erwähnen ist, daß der Bindemittelzusatz die Preßlinge gewöhnlich eisenärmer macht als die durch Sintern stückig gemachten Feinerze.

Das von Ramón verbesserte Gröndal- oder Kanalverfahren arbeitet mit nachfolgender Hitzebehandlung der Preßlinge und weist den Nachteil auf, daß nicht alle Feinerze stückig gemacht werden können. In der Hauptsache wird es zum Stückigmachen von Magnetiteisenschlacken und gelaugten Kiesabbränden verwendet. Der Ofen ist den Cockerillwerken in Seraing²⁾ so verbessert worden, daß die Durchsatzleistung doppelt so groß wie bei den älteren Ramónöfenanlagen ist und sich durch entsprechende Behandlung die verschiedensten Feinerze auch unter Verwendung verschiedener Brennstoffe gleich gut verarbeiten lassen.

Das Giesecke-Verfahren verarbeitet die in einem Strangpresse vorgeformten Erze in einem Schachtofen, die Verbrennungsluft möglichst dicht unter der Gicht unter einem Druck von 600 mm W.-S. zugeführt wird. Brennstoffverbrauch von 14 vH Feinkoks ist sehr hoch, Entschwefelung nicht so weitgehend wie bei den üblichen Sinterverfahren. Das Verfahren eignet sich besonders für das Stückigmachen von sehr feinen, fettigen Erzen, solche vorwiegend in Oberschlesien vorkommend, und wird auf der Julenhütte bei Bobrek zum Stückigmachen

¹⁾ „Stahl und Eisen“ Pd. 47 (1927) S. 613.

²⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 466.

chlesischen Brauneisenerzen und von Magneteisenerzen angewandt. Voraussetzung für das Giesecken-Verfahren ist plastischer Charakter des Erzes in feuchtem Zustand. Unter Umständen müssen Erze, die dem Giesecken-Verfahren einen solchen Charakter verleihen können, zugefügt werden. Als solches Bindemittel eignen sich z. B. die feinen Rückstände von der Bauxitaufbereitung sowie die Rückstände von der Bauxitverarbeitung auf Ton-Druck.

Bei dem Sinterverfahren ohne vorheriges Formen-Verfahren ist das Drehrohrverfahren, das mit einer Temperatur von 1350 bis 1400° arbeitet, um ein Mehr- oder Weniger als die neuzeitlichen reinen Sinterverfahren. Heberlein-Konverterverfahren scheidet aus, weil es wegen der geringen Durchsatzleistung und der Aufwands- und der Höhe der Selbstkosten aus. Besondere Anwendung hat in Deutschland das Dwight-Lloyd-Verfahren gefunden³⁾.

Die übliche Dwight-Lloyd-Sinteranlage hat in der Ausführung, die für das Stückmachen von Eisenerzen allgemein angewendet wird, bei 6,6 m Länge und 1 m Durchmesser ein Gewicht von 80 t bei 6,6 m² Gesamtaußfläche, eine Vergrößerung der Bandabmessungen auf 20 und 36 m² erhöht ist. Die Leistung beträgt 20 bis 30 t in 24 h auf 1 m² Saugherdfläche bei einer Bandwindigkeit von 1,8 m/min und einer Schütthöhe von 0 bis 32 cm. Bei leicht zündenden und sinternden Erzen arbeitet man mit hoher Bandgeschwindigkeit und hoher Schütthöhe; bei schwer zündenden, stark nassen Erzen dagegen mit kleiner Geschwindigkeit und niedriger Schütthöhe. Die Zündöfen arbeiten meist mit Hochdruck-Koks- oder Koksofengas. An die Stelle der Gußroste, die man bei Erzen mit saurer Feuchtigkeit weiter benutzen kann, sind mit Erfolg schmiedeeiserne Roststäbe getreten.

Die runde Ausführung der Dwight-Lloyd-Anlage, die in Deutschland bisher ausschließlich für Kupfer- und Blei-Verfahren verwendet wird, bietet die Möglichkeit, die SO₂-reichteilungsgase für sich der Schwefelsäurefabrik zuzuführen. Bei gleichem Gewicht fast die dreifache nutzbare Fläche wie eine gerade Anlage und wird sich daher nach Konstruktion eines richtig arbeitenden Abstreichers auch für das Stückmachen von Eisenerzen einführen. Die in Deutschland durch Patent geschützten Pfannen nach Greenawalt sind in den letzten Jahren eine Reihe von Verbesserungen durchgeföhrt worden, so daß die Leistung der Pfannen bei gleichbleibender Pfannengröße von 5 auf 380 t in 24 h gesteigert werden konnte⁴⁾. Die in England drehbar aufgehängten, mit Rostboden versehenen Pfannen-Sinterpfannen haben eine Tiefe von 200 bis 225 mm und 7,3 m Länge sowie 2,4 und 3 m Breite. Der Rost hat eine Spaltweite von 8 mm und eine freie Durchgangshöhe von 12 vH. Das Sintergut wird vor der Aufgabe auf Hummer-Sieben mit 10 × 32 mm² Lochung gesiebt und das Grobkorn als Schutzdecke verwendet. Zum Reinigen der Pfanne sind einschließlich des Aufgebens der Schutzdecke 30 s erforderlich. Die Schütthöhe beträgt beim

Sintern von Gichtstaub 150 bis 175 mm, beim Sintern von Erz mit bestimmtem Kohlenstoffzusatz 200 bis 250 mm. Für die etwa 45 s dauernde Zündung werden bei Verwendung von Öl 1 bis 2 l Öl, bezogen auf 1 t Sinter, verbraucht; die Sinterung dauert je nach der Erzbeschaffenheit 12 bis 20 min. Das gesinterte Gut fällt durch Drehung der Pfanne auf ein schräges, feststehendes Sieb, von dem das Grobe in einen darunterstehenden Eisenbahnwagen gleitet, während der Siebdurchfall im Betrage von 15 bis 25 vH wieder mit dem ungesinterten Gut vermischt wird.

Vorteile der Sinterung nach Greenawalt gegenüber der nach Dwight-Lloyd sind geringere Anlage- und Ausbesserungskosten, geringer Verbrauch an Schutzdecke (5 vH gegen 12 vH bei Dwight-Lloyd), gleichmäßiges Saugen auf der ganzen Rostoberfläche. Die größte Anlage bei der Bethlehem Steel Co., Lebanon, besteht aus zwei Gruppen mit je sechs Pfannen und leistet monatlich zwischen 60 000 und 63 000 t.

Nach ähnlichen Grundsätzen wie das Greenawalt-Verfahren arbeitet die Handsinter-Anlage der Firma Lurgi-Gesellschaft für Wärmetechnik m. b. H., Frankfurt a. M., die mit vier mit der Hand kippbaren, an einer senkrechten Achse angebrachten Pfannen von je 1 m² Saugoberfläche eine tägliche Leistung von 50 t aufweist. Nach Füllen der ersten Pfanne mit Rostbelag und dem Erz-Koks-Gemisch kommt die Pfanne unter den Zündofen, der die Zündung in weniger als 1 min durchföhrt, worauf die Zündflamme abgestellt wird. Die Pfanne bleibt 6 bis 8 min unter dem Zündofen stehen, bis die vierte Pfanne entleert und wieder beschickt ist. Nach Weiterbewegung der dauernd unter Saugwirkung stehenden ersten Pfanne um viermal 90° ist das aufgebene Gut durchgesintert und kann durch Kippen über einen Abwurfrost entleert werden.

[N 548]

Prockat

Eisenhüttenwesen

Warmsägen

Lange gewalzte Stäbe werden in Walzwerken mittels Warmscheren oder Warmsägen¹⁾ zerschnitten. Blöcke und Knüppel, bei denen es weniger Bedeutung hat, wenn der Schnitt nicht genau rechtwinklig ist oder die Schnittkanten etwas verdrückt sind, zerschneidet man in Warmscheren, die weniger Schrottabfall und kleineren Werkzeugverbrauch haben. Formeisen und gewisse Feiseisen werden auf Warmsägen zerteilt.

Die gesteigerten Anforderungen an die Leistungen der Warmsägen bedingen größere Umfangs- und Vorschubgeschwindigkeiten der Sägeblätter, höhere Festigkeit und Wärmebeständigkeit des Sägeblattstahles und kräftigere Ausführung der Sägen in ihrem ganzen Aufbau. Mit den Umfangsgeschwindigkeiten der Sägeblätter ist man in letzter Zeit bis auf rd. 100 m/s gegangen bei 1000 bis 2000 Uml./min. Dies ergibt eine Mehrbeanspruchung der Sägeblätter am Umfang um 760 kg/cm². Die Vorschubgeschwindigkeit hängt von der Umfangsgeschwindigkeit und der Schnittlänge am Werkstück ab. Bei kleineren Warmsägen be-

¹⁾ „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927) S. 57.

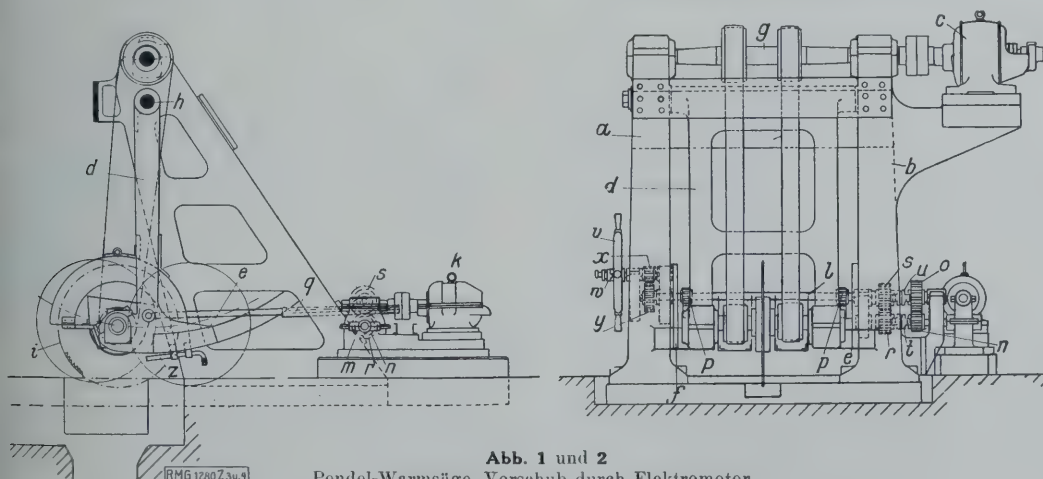


Abb. 1 und 2
 Pendel-Warmsäge, Vorschub durch Elektromotor

- | | | | |
|---------------------|------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| a Ständer | i Sägeblatt | r) Zahnradvorgelege | } für zweite Vorschubgeschwindigkeit |
| b Sägemotor | k Vorschubmotor | s) Vorschub- | |
| c Sägemotor | l Vorschubachse | t) Klauenkupplungen | |
| d Pendel | m Schneckengetriebe | u) Handrad | } für Handvorschub |
| e Bogenführungen | n) Zahnrad-Vorgelege | v Kupplung | |
| f Verschleißleisten | o) Vorschubriegel | w Vorgelege | |
| g Antriebswelle | p Vorschub-Zahnstangen | x) Kühlbrause | |
| h Pendelachse | q | | |

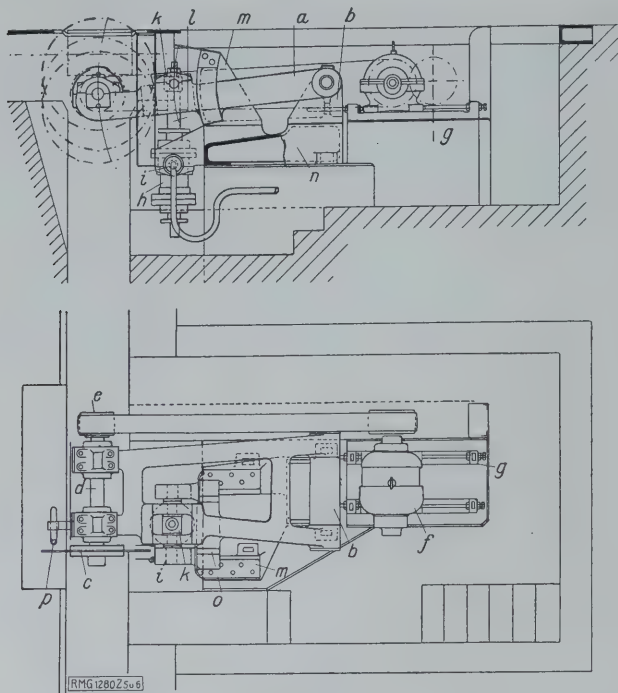


Abb. 3 und 4
Hebel-Warmsäge, Vorschub hydraulisch

- | | | | |
|---|------------------|---|--------------------------|
| a | Sägeblatt-Träger | h | Vorschub-Druckzylinder |
| b | Lagerbock | i | Zylinder-Drehzapfen |
| c | Sägeblatt | k | Kolbenstangen-Drehzapfen |
| d | Sägeblatt-Welle | l | Kolbenstange |
| e | Riemenscheibe | m | Führungsbogen |
| f | Sägemotor | n | Rahmen |
| g | Spannschienen | o | Verschleißleisten |
| | | p | Kühlbrause |

trägt der Vorschub 50 bis 100 mm/s, bei mittleren 100 bis 150 mm/s, bei großen 150 bis 200 mm/s. Die Sägeblätter werden durch Wasserbrausen nahe dem Austritt aus dem Werkstück gut gekühlt; man muß jedoch darauf achten, daß das Werkstück nicht abgekühlt wird.

Der Antrieb der Sägeblätter erfolgt fast in allen Fällen elektrisch; der Vorschub wird elektrisch oder durch Druckwasser betätigt. Wünschenswert ist eine feinstufige Veränderung des Vorschubes; sie läßt sich mit regelbaren Gleichstrommotoren oder hydraulisch leicht erreichen. Steht nur Drehstrom zur Verfügung, so verwendet man mehrstufige Vorgelege. Grundsätzlich muß die Bauart auf den rauen Walzwerkbetrieb Rücksicht nehmen, für den sich nur einfache, kräftige Maschinen eignen.

Nach der Art der Sägeblatt-Träger kann man Pendel-, Hebel- und Schlittensägen unterscheiden. Bei der *Pendelwarmsäge*, Abb. 1 und 2, sind die beiden Ständer *a* und *b* mit breiten Füßen versehen und fest miteinander verbunden, damit das Sägeblatt nicht zittert. Auf einem der Ständer ist der Antriebmotor *c* aufgebaut, der mit der Antriebswelle *g* gekuppelt ist. Das Pendel *d* ist um die Achse *h* schwenkbar und wird in kräftigen Bogenführungen mit nachstellbaren Verschleißleisten geführt.

Das Sägeblatt wird von einem umsteuerbaren Elektromotor über das Schneckengetriebe *m*, die Vorschubachse *l*, die Zahnräder *n*, *o*, *p* und die Zahnstangen *q* vorgeschoben. Eine zweite Vorschubgeschwindigkeit kann mittels der Zahnräder *r*, *s* und der Klauenkupplungen *t*, *u* eingeschaltet werden. Falls der elektrische Vorschub versagt, kann man Handvorschub einschalten. In beiden Endstellungen des Sägeblattes wird der Vorschub durch Endschalter selbsttätig abgeschaltet.

Die *Hebelwarmsäge*, Abb. 3 und 4, benutzt man hauptsächlich als Unterflursäge zum Herausschneiden von Proben aus kleineren Stäben von unten her. Der einarmige Sägeblatt-Träger ist im Lagerbock *b* drehbar. Er trägt das Sägeblatt auf einer Welle, die mittels Riemetriebes angetrieben wird. Schienen gestatten, den Riemen nachzuspannen. Der Druckwasserzylinder, der den Vorschub betätigt, ist im Rahmen der Säge drehbar. Der kleinere obere Zylinderraum steht ständig unter Druck, dem größeren unteren Zylinderraum wird das Druckwasser durch die Steuerung über die Zylinderzapfen *i* zugeführt. Die Kolben-

stange greift am Sägeblatt-Träger mittels eines Drehzapfens an; zur seitlichen Führung dienen Führungsbogen *m* und Verschleißleisten.

Wird der Vorschub der Säge durch einen Elektromotor mit umkehrbarer Drehrichtung betätigt, so greift ein Radvorgelege an einem Zahnbogen des Sägeblatt-Trägers, der durch ein Gegengewicht ausgewogen wird, dann an Vorschubkraft spart.

Zum Schneiden von breiten und hohen Walzwerkstücken dienen Schlitten-Warmsägen, Abb. 5 und 6. Der Schlitten wird im Rahmen der Säge geführt und trägt das Sägeblatt und den Antriebmotor, der das Sägeblatt mittels Riemens antreibt. Der Motor ist auf dem Schlitten verschiebbar, damit man den Riemen nachspannen kann. Zum Vorschub dient ein umsteuerbarer Elektromotor. Mit Hilfe eines Vorgeleges und Schneckengetriebe wird die Drehzahl herabgesetzt und die Drehrichtung wechselt. Ein zweites Räderpaar mit Kupplungen ermöglicht die zweite Vorschubgeschwindigkeit. Ist der Vorschubmotor ein regelbarer Gleichstrommotor, so kann man das Schneckenrad mittels der Kupplung ohne Zahnrad unmittelbar mit der Vorschubwelle *i* verbinden.

Endschalter stellen den Vorschub in beiden Endstellungen ab; ein Bremsmagnet hält den Vorschubmotor ab, wenn der Schlitten das Werkstück verläßt.

Bei Druckwasservorschub greift im allgemeinen der Kolbenstange unmittelbar am Schlitten an.

[M. 712]

Werkzeugmaschinen

Halb selbsttätige Schneidbank für genaue Schnecken und Gewinde

In einer Fabrik für Feinmechanik und optische Maschinen wurden die Schnecken für Mikroskope usw. auf einer halb selbsttätigen Schneidbank hergestellt. Eine Schnecke 7 mm Länge, 7,5 mm Außendurchmesser und 1,8 mm Nuttiefe wurde in rd. 24 min gefräst. Diese Bearbeitung war zu lang, außerdem war verhältnismäßig viel Ausschuss unter den bearbeiteten Werkstücken, die außerordentlich genau sein mußten. Es ergab sich die Aufgabe, eine Maschine zu bauen, auf der die Schnecken in möglichst kurzer Zeit bei höchster Genauigkeit geschnitten werden könnten.

Die Aufgabe wurde von der Maschinenfabrik Hasse & Co., A.-G., Berlin, dadurch gelöst, daß

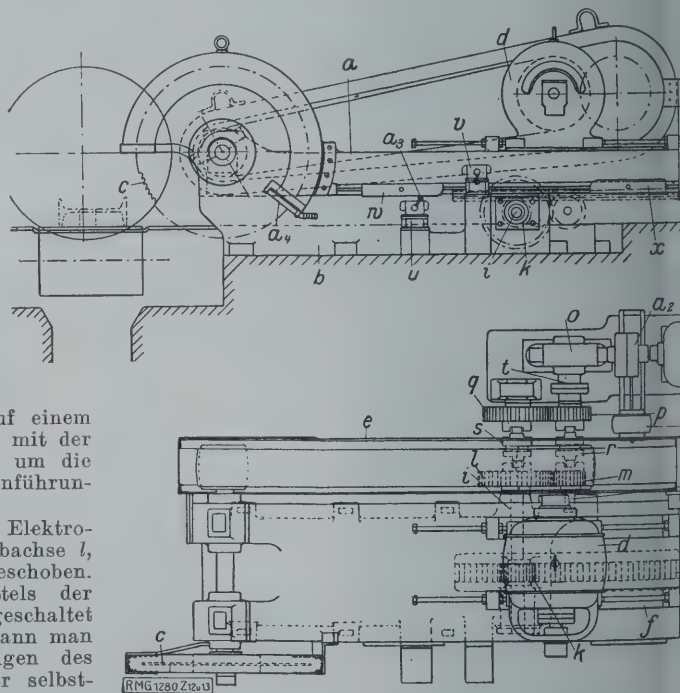


Abb. 5 und 6

Schlitten-Warmsäge, Vorschub durch Elektromotor

- | | | | | |
|---|--------------------|---|----------------------------|--------------------------------|
| a | Sägeschlitten | p | Zahnradvorgelege | für 2. Vorschubgeschwindigkeit |
| b | Rahmen | q | Kupplungen | |
| c | Sägeblatt | r | Kupplung | Geschwindigkeit |
| d | Sägemotor | s | Endschalter | |
| e | Riemenschutzschild | t | veränderliche Anschläge | |
| f | Gleitschienen | u | Bremsmagnet | |
| g | Vorschubmotor | v | Bremscheibe | |
| h | Vorschubzahnstange | w | Rollenhebel am Endschalter | |
| i | Vorschubwelle | x | Kühlbremse | |
| k | Vorschubritzel | y | | |
| l | Zahnradvorgelege | z | | |
| m | Schneckengetriebe | | | |
| n | | | | |
| o | | | | |

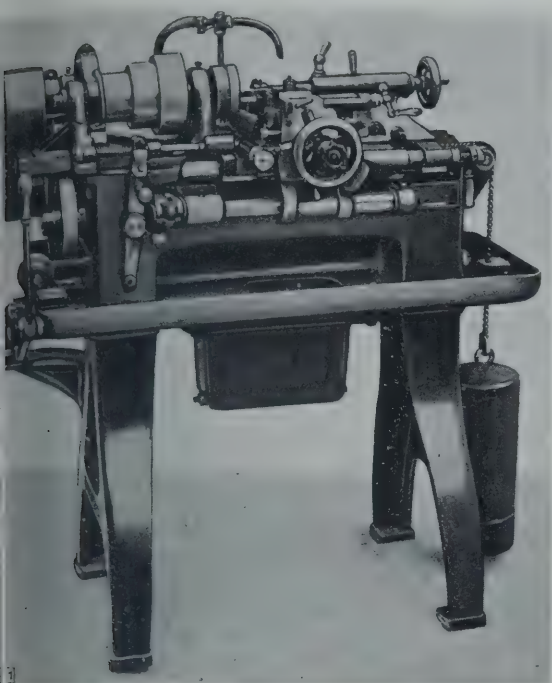


Abb. 7

bsttätige Schneidbank für sehr genaue Schnecken und Gewinde

genau arbeitende, halbselfsttätige Gewindebohrer-
dbank für diesen Sonderzweck mit besonderen Ein-
tigen versehen wurde.

e Maschine, Abb. 7, hat Riemenantrieb über eine drei-
Stufenscheibe. Damit der Riemenzug unschädlich ist,
die Stufenscheibe auf einer feststehenden Achse und
die Mitnehmerscheibe für das Werkstück über ein
ndvorlege. Die beiden Spitzen, zwischen denen das
ück eingespannt wird, stehen fest; die Drehung des
dickes bewirkt die Mitnehmerscheibe.

r Drehschlitten wird durch eine Leitkurve so ge-
laß der Rücklauf ungefähr mit sechsfacher Geschwin-
erfolgt. Für die Zustellung des Drehstahls senk-
ur Schneckenachse dient eine Kurve derart, daß der
sobald das Gewinde ausgeschnitten ist, zweimal ohne
ung über das Werkstück läuft, um kleine Uneben-
zu beseitigen; die Größe der Zustellung kann man
en, ohne die Kurve auszuwechseln. Sobald die

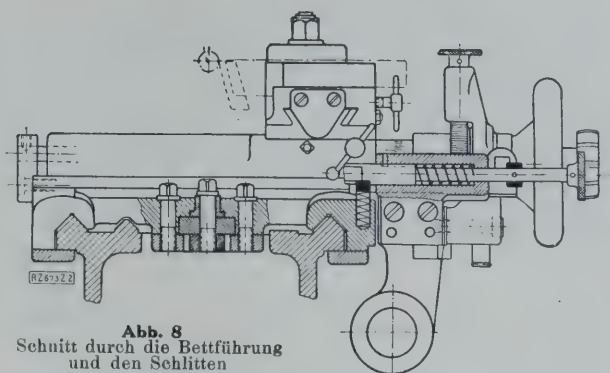


Abb. 8
Schnitt durch die Bettführung
und den Schlitten

Schnecke fertig geschnitten ist, setzt sich die Maschine
selbsttätig still. Der Arbeiter braucht also nur das Werk-
stück einzuspannen und den Riemen einzurücken.

Abb. 8 zeigt einen Schnitt durch die Bettführung und
den Schlitten. Da man die Erfahrung gemacht hat, daß
die wechselnde Spannung von Federn die Genauigkeit un-
günstig beeinflußt, wird der Schlitten mittels Gewichtes mit
Kette bewegt. Obschon das Werkstück nur 70 mm lang ist,
wird es durch eine kräftige Lünette noch besonders abge-
stützt, damit es nicht federn oder sich ausbiegen kann.

Bei der Abnahme der Maschine wurden die Schnecken
in 3 min, also in $\frac{1}{3}$ der früheren Zeit, geschnitten; die
Prüfung ergab, daß sie auf 0,001 mm genau waren. Die
Maschine liefert die Arbeitstücke fast ohne Ausschuß.

[M 673]

Parey

Holzbearbeitung

Betriebszahlen aus der Holzbearbeitung

Den vom Ingenieurbüro Rob. Lippmann, Hannover,
herausgegebenen „Betriebswirtschaftsbriefen für die deut-
sche Holzbearbeitung“ Nr. 1 entnehmen wir die in den
Zahlentafeln 1 und 2 wiedergegebenen Angaben über An-
lage- und Betriebskosten von Sägewerken. Zahlentafel 1
zeigt, daß im neuzeitlich eingerichteten Sägewerk zwar
durch verbesserte Arbeitsmaschinen und vermehrte Förder-
mittel die Anlagekosten wesentlich höher sind, daß aber
auch der Raum günstiger ausgenutzt und die Arbeitszeit
erheblich verkürzt wird. Das wirkt sich auch in den Selbst-
kosten, Zahlentafel 2, aus. Kapitalsdienst und Kraftkosten
steigen beträchtlich, während die Arbeitslöhne auf einen
Bruchteil der früheren sinken, so daß im ganzen schließlich
doch ein erhöhter Gewinn herauskommt. Die Veröffent-
lichung solcher Vergleichszahlen kann aufklärend und an-
spornend wirken und die Wirtschaftlichkeit der Holzbe-
triebe fördern. Es wäre zu wünschen, daß die Verfahren
zur Ermittlung solcher Vergleichszahlen verbessert und ein-

Zahlentafel 1

Anlagekosten von Sägewerken

	Anlagekosten je Gatter <i>Rh</i>	Vom Gesamt-Anlagewert entfallen auf				Zeit für Herstellung von 100 m ² Bretter (Fichte, Tanne 25 bis 40 cm Dmr.) min
		Ge- bäude vH	Grund- stück vH	Gatter und Neben- maschi- nen vH	För- der- mittel vH	
Kleinsäge- werke	40 000	40	24	30	6	900
allgemeine bekannte Sägewerke	60 000	29	32	30	9	450
größtgemäße Sägewerke	120 000	20	15	36	29	90

Zahlentafel 3

Zeitaufwand für 1 m² Stabparkett

	s
Entladen und Stapeln der Rohfrieze	30
Förderung zu den Abbrichthobelmaschinen	12
Vorsortieren der Rohfrieze	24
Abbrichthobeln	60
Förderung zur Parkethobelmaschine	6
Vierseitenhobeln	60
Nachsortieren der gehobelten Frieze	6
Förderung zur Abkürzmaschine	6
Abkürzen und Hirnholznuten der Frieze	40
Nachsortieren der fertig bearbeiteten Frieze	8
Förderung zum Packtisch	4
Verpacken der Parkettstäbe	60
Förderung zum Lager	30
Stapeln im Versandlager	30
Zusammen	376

Zahlentafel 2. Jahreskosten

	Verzinsung und Abschreibungen				Betriebs- maschinen	Werk- zeuge	Aus- besse- rungen	Feuer- versiche- rungen	Arbeits- löhne	Arbeits- ausfälle	Steuern	Gewinn
	Ge- bäude	Grund- stück	Gatter und Neben- maschinen	Förder- mittel								
	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH
Kleinsägewerk	5	2	6	3	8	3	10	2	34	8	12,5	6,5
allgemeines Sägewerk	5	2,5	10,5	2,5	11	5,5	5,5	2,5	28	5,5	17	4,5
größtes Sägewerk	8	3	20	12	14	1,5	2,5	1	6	3	17	12

heitlich gestaltet werden, damit in allen Zweigen der Industrie der Blick dafür geschärft wird, wie sich Betriebsverbesserungen in den Kosten auswirken.

Die Druckschrift bringt weiter u. a. eine Zeittafel der Arbeitsvorgänge bei der Herstellung von 1 m² Stabparkett von 500/100/22 mm in fließender Fertigung, Zahlentafel 3. Da in den letzten Jahren die Parkettmaschinen keine wesentlichen Verbesserungen erfahren haben, dürften die angegebenen Bearbeitungszeiten für die meisten Werke gelten und Unterschiede im Zeitaufwand in der Hauptsache auf Stapel-, Förderzeiten u. ähnl. entfallen. Vom gesamten Zeit-

aufwand beansprucht die reine Maschinenarbeit 42% die Stapel- und Förderarbeit, das Sondern und Verarbeiten 57,5 vH; der Zeitaufwand für das Trocknen der Rohstoffe ist nicht miterfaßt.

Die Zahlen können über den engeren Bereich der Industrie hinaus Beispiele sein, wie Betriebsverbesserungen innerhalb eines Industriezweigs an der Hand von Angaben über Kosten, Zeit- und Energieverbrauch durchgeführt werden können und einen Einblick in die Wirtschaftlichkeit selbst eines einzelnen Arbeitsganges ermöglichen. [N 750]

Kleine Mitteilungen

Kreiselpumpe mit zwei stromlinienförmigen Schaufeln

Die beiden Schaufeln sind an ihrer Vorderseite leicht abgerundet. Versuche im Windkanal haben ergeben, daß hierdurch gegenüber einer gleichen Form mit spitzer Vorderseite der Wirkungsgrad verbessert wird. Das Schaufelrad soll gegen feste Fremdkörper, die mit dem Wasser eindringen, besonders unempfindlich sein. Die Pumpe fördert bei 1000 Uml./min und rd. 13 m manometrischer Förderhöhe 2,27 m³/min Wasser. Zum Antrieb dient ein Gleichstrommotor von 11 PS.

Bei den Abnahmeversuchen wurde ein Wirkungsgrad der Pumpe von 74 vH erreicht. Eine Überlastung des Motors ist dadurch ausgeschlossen, daß die Pumpe sich von selbst regelt. Der Einlauf hat 113 mm l. W., das Laufergüßstück ist auf der Welle aufgeschraubt. Gebaut wird die Pumpe von der Rees-Roturbo-Co., Wolverhampton (England). („Engineering“ 19. August 1927 S. 234*).

[N 762a]

Sd.

Englische Vorschriften für schwere Kraftwagen

Nach der Heavy Motor Car (Amendment) Order 1927, die soeben amtlich bekanntgemacht wurde, beträgt die größte zulässige Länge eines schweren Kraftwagens rd. 8,32 m, wobei von 7,92 m Gesamtlänge an das Mitführen eines Anhängers ausgeschlossen wird. Von den Bremsen muß eine durch den Fuß betätigt werden können. Außerdem darf keine der Bremsen die Kupplung zwischen Motor und Getriebe lösen. Für Fahrzeuge im öffentlichen Verkehr werden als größte Achslast 5,5 t und als Höchstgewicht 9 t festgesetzt, für alle anderen Kraftwagen dagegen, wie bisher, 8 und 12 t beibehalten. Dreiachsige Kraftwagen dürfen, wenn sie im öffentlichen Verkehr stehen, bis zu 12 t, in anderen Fällen sogar bis zu 19 t wiegen sowie eine Gesamtlänge von 9,14 m erreichen, wobei die höchsten zulässigen Achslasten für nicht öffentliche Fahrzeuge bis auf 7,5 t steigen können. Es ist bemerkenswert, daß diese Bestimmung im Gegensatz zu den deutschen Vorschriften nicht an die Verwendung von Luftreifen gebunden ist.

Die Londoner General Omnibus Co. hat in diesen Tagen ihren zweiten dreiachsigen Omnibus mit überdeckten Dachsitzen in Dienst gestellt. Der Wagen enthält nur 66 Sitzplätze gegen 68 beim ersten Wagen, und zwar 30 unten und 36 oben. Der Wagenkasten besteht aus Aluminium und Duralumin. („The Engineer“ 19. August 1927 S. 193).

[N 762 b]

H.

Der neue Kreuzer „Karlsruhe“

Am 20. August ist auf der Werft der Deutschen Werke, Kiel, der Kreuzer „Karlsruhe“ vom Stapel gelaufen. Die Hauptabmessungen sind: Länge in der Wasserlinie 169 m, Breite 15,2 m, Tiefgang 5,3 m; die Verdrängung beträgt 6000 t. Das Schiff erhält neun 15 cm-Schnellfeuergeschütze in drei Drillingstürmen. Ein Turm steht auf der Back, zwei achtern, von denen der vordere überhöht ist, so daß sämtliche Geschütze nach der Breitseite schießen können. Ferner dienen vier 8,8 cm-Geschütze zur Flugzeugabwehr, und die Torpedobewaffnung besteht aus vier Drillingsschroten. Der Kreuzer hat 500 Mann Besatzung. Trotz der geringen vom Versailler Vertrag vorgeschriebenen Verdrängung haben gewichtsparende Bauweisen und der Übergang zur reinen Ölfeuerung ermöglicht, der „Karlsruhe“ höhere Gefechtswerte als der „Emden“ zu geben.

Vier Turbinen mit Rädergetriebe, von denen je zwei als Marsch- und Hauptturbinen die gleiche Welle haben, treiben das Schiff an. Außerdem sind mit den Hauptwellen kuppelbare Dieselmotoren als Marschanlage vorgesehen. Die Kesselanlage umfaßt sechs Doppelendkessel mit Öl-

feuerung. Bei voller Zuladung und 14,5 Kn Fahrt beträgt der Fahrtbereich rd. 5500 Seemeilen. Man erwartet 65 000 PS Leistung an der Welle mindestens 32 Kn Geschwindigkeit. [N 762 c]

Luftverkehr in Kanada 1926

Das Department of National Defense hat vor kurzem den Bericht über den Luftverkehr der Royal Canadian Air Force sowie der 16 bestehenden Luftverkehrsgesellschaften in Kanada veröffentlicht. Von der staatlichen Gesellschaft der Royal Canadian Air Force, wurden in 3037 Flugstunden die ausgedehnten Waldungen (1152 h) überwacht, G. (153 000 km²) photographisch aufgenommen und 16 flüge gegen Schmuggler und Indianer durchgeführt. 16 Luftverkehrsgesellschaften, die über 44 Flugzeugtypen verfügen, haben in 5860 Flugstunden rd. 629 000 km² fliegen, 6436 Personen befördert, rd. 54 000 km² photographiert und rd. 57 000 km² neu erforscht. Die verwendeten Flugzeuge — sie sind nur mit einem Motor ausgerüstet — sind in den Vereinigten Staaten von Amerika gebaut. Zwei in Kanada gegründete Flugzeugfabriken haben mit dem Bau von Flugzeugen begonnen. („Engineering“ 19. August 1927 S. 240) [N 762 d]

Schwere Schnellzuglokomotive

In den Swindon-Werken der Great Western Railway sind zwanzig 2 C-Schnellzuglokomotiven im Bau, die zu den schwersten Englands gehören werden. Es sind vierzylinder-Heißdampf-Lokomotiven mit einfacher Strecken-Dehnung. Der Kessel ist nach der Bauart Belpaire aus kupferner Feuerbüchse hergestellt und arbeitet mit 16 kg/cm². Der Dampf wird nicht wie üblich in einem Dampfkessel dem Kessel, sondern in einem offenen Rohr an der höchsten Stelle über der Feuerbüchse gesammelt und von dort in die Zylinder zugeführt. Für die Dampfüberhitzung ist eine Swindon-Überhitzer. Die wasserberührte Heizfläche trägt 233 m², die Rostfläche 3,2 m². Der Rahmen ist bei englischen Lokomotiven übliche Blechrahmen. Innenzylinder liegen gegenüber den äußeren weiter vorn und treiben die vordere Kuppelachse, während Außenzylinder die mittlere Kuppelachse antreiben. Dienstgewicht der Lokomotive beträgt 90 t, das Reibgewicht 68,5 t. Die Zugkraft beträgt 18 300 kg. Die Great Western übliche dreiachsige Tender faßt 12 Kohle und 18 m³ Wasser. Eine dieser Lokomotiven wurde vom 24. September bis 8. Oktober 1927 in Baltimore im Anlaß der Jahrhundertfeier ausgestellt. („Railway Age“ 6. August 1927 S. 253*) [N 762 e]

Zunahme des Anlagekapitals bei Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Amerika

Seit dem Ende der Staatsaufsicht im Jahre 1906 ist das Anlagekapital in den Eisenbahnen der Vereinigten Staaten um rd. 4 Milliarden \$ auf rd. 24 Milliarden \$ gestiegen; da hiervon die ausgesonderten veralteten Beträge mittel schon abgezogen sind, ergibt sich ein Betrag von rd. 5 Milliarden \$ für Neubeschaffungen. Die Anlagekosten sind erstaunlicherweise nur wenig vermehrt worden; die Ausgaben scheinen demnach fast ausschließlich zur Erneuerung und Verbesserung der Anlagen benutzt zu sein. Die elektrische Zugförderung konnte wegen der hohen Anlagekosten nur wenig durch den Übergang zur elektrischen Energieverwertung verbilligt werden, seitdem die Streckenabschnitte mit Motorlokomotiven befahren werden; dadurch konnten die Streckenabschnitte, die auf das Doppelgleis verlängert werden. („Railway Age“ 6. August 1927 S. 249) [N 762 f]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501.)

die geschichtliche Entwicklung der Wollkämmaschine und ihre technologische Arbeitsweise. Von Hans Richard. Berlin 1927, VDI-Verlag. 104 S. m. 95 Abb. u. Taf. Preis 4,80 M.

Der Verfasser hat sich mit dankenswertem Eifer der Sache unterzogen, durch Studien an Ort und Stelle aus England, Frankreich und Deutschland sehr wertvolle Angaben das Wesentliche herauszusuchen und in geschlossenen kurzen Darstellungen vorzuführen. Für älteren Kammstuhlbauarten standen nur Bücher und Zeitschriften zur Verfügung, während durch das Entkommen der bedeutendsten Fabriken in England, Schland und dem Elsaß die neuesten Maschinen aufgenommen und studiert werden konnten. Von der Handerei ausgehend, behandelt der Verfasser nach Schilderung der Maschinen, die die Handkämerei nachahmen, über 100 Seiten mit 95 vorzüglichen Abbildungen im Text und auf drei Tafeln in sieben Teilen zunächst das Wesentliche der Kämmaschine von Cartwright und die Maschinen von Ramsbotham und Brown, von Rawlley, von Holden, Lister, von Little und Eastwood, danach die Maschinen mit zwei berührenden Kammern und die Kämmaschinen von Collier und von O'Connell. Nach einer Besprechung der nach O'Connell gebauten Kämmaschine ist der umfangreichste Teil des Werkes den Maschinen nach der Bauart Josiah Heilmann gewidmet, die als die endgültige Lösung für das Kämmen kürzerer und mittellanger Fasern betrachtet werden kann. In klaren Zeichnungen und Teilaufnahmen zeigt der Verfasser die Entwicklung der verschiedenen Maschinen, der Schlumbergerschen Maschine von 1885, 1870 und 1883 und 1902, sowie dazwischen erschienenen Maschinen von Heilmann, von Steinlen, von Meunier-Grün, von Ausführungen O. Z. und P. L. B. der Elsässischen Maschinenbau-Gesellschaft, die Maschine von Deletten von 1907 und von Grün, Bauart 1924.

Ein weiterer Abschnitt ist der Kämmaschine von O'Connell und der von Morel gewidmet. Ein Rückblick auf die verschiedenen Anordnungen folgt; ihm ist ein übersichtlicher schematischer Stammbaum beigegeben.

Am Schluß folgt die Darstellung einer Reihe von Versuchen über die Arbeitsweise der P. L. B.-Maschine der Elsässischen Maschinenbau-Gesellschaft mit sehr wertvollen Ergebnissen. Alles in allem ein gutes Werk, das den Fachmann und sonstigen Lesern nur angelegentlich empfohlen werden kann. [E 447] Prof. Flemming

Textilmaschinen, ihre Konstruktion und Berechnung. Von Carl Beckers. Berlin 1927, M. Krayn. 283 S. m. 22 Abb. Preis 17 M.

Der Verfasser hat in dem vorliegenden Werk seine während einer 25jährigen Tätigkeit gemachten Erfahrungen in einer Sammlung von Beispielen niedergelegt. Vorwiegend werden Spinnereimaschinen, Webstühle und die zugehörigen Hilfsmaschinen behandelt. Beckers ist es gelungen, die gesetzmäßigen Zusammenhänge einzelner technischer Vorgänge aufzudecken und der Rechnung zugänglich zu machen. Mit Recht hebt er hervor, daß es unmöglich ist, alle Umstände, die bei der Gestaltung von Textilmaschinenelementen berücksichtigt werden müssen, in eine Formel zu fassen. Die Rechnung schaltet die Erfahrung nicht aus. Erfahrung muß die Grundlage jeder Berechnung sein.

In einem allgemeinen Teil werden u. a. die Ausbildungsmöglichkeiten des Textiltechnikers, die einfachsten technischen Grundbegriffe und die bekanntesten textilen Gesetze besprochen. Die Beispielsammlung ist in vier Kapitel: Berechnung von Getriebeteilen, kritische Untersuchung von Mechanismen, verschiedene Beispiele, Elektrizität und Wärme, gegliedert.

Die leicht faßliche Behandlung des Stoffes macht das Buch vor allem dem in der Ausbildung befindlichen Textiltechniker und dem theoretisch weniger geschulten Praktiker sehr wertvoll. [E 655] Risdorf

Walter Krumme

Textilmaschinentechnik in Zuckerfabriken und Raffinerien. Von Karl Schiebl. Magdeburg 1927, Schallehn & Wölbrück. 175 S. m. 207 Abb. Preis 12 M.

Einem in der Praxis stehenden Zuckerfabrikchemiker ist es oft schwer, sich aus der zerstreuten und reichhaltigen Literatur das herauszusuchen, was für ihn gerade von besonderer Wichtigkeit ist. Es ist daher zu begrüßen, daß

der Verfasser es unternommen hat, alles die Maschinentechnik der Zuckerfabriken und Raffinerien Betreffende in Buchform in klarer, übersichtlicher Weise zusammenzustellen, so daß auch der einfachere Leser in die Lage versetzt wird, sich über alles Wissenswerte auf diesem Gebiet schnell zu orientieren. Das gesamte Werk zerfällt in mehrere Teile, von denen der erste vor kurzem erschienen ist. Dieser erste Teil befaßt sich mit dem Fördern fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe, die in der Rübenzuckerfabrikation vorkommen, ferner mit dem Verladen der Stoffe und den dazu nötigen Einrichtungen. Im letzten Abschnitt werden die Rohrleitungen und ihre Widerstände berechnet. Es ist dem Verfasser hoch anzurechnen, daß er sich streng an die Praxis gehalten und alle unsicheren Theorien beiseite gestellt hat. Die Anschaulichkeit der Darstellungsweise wird durch zahlreiche Zeichnungen, Schaulinien und Abbildungen unterstützt. Wenn es dem Verfasser gelingen sollte, die übrigen Teile in derselben verständlichen Weise zu schildern, so wäre dies im Sinne der deutschen Zuckertechnik sehr zu begrüßen. Es ist zu erwarten, daß das gesamte Werk dem in der Praxis stehenden Techniker und den Studierenden manche Anregung geben wird.

[E 638]

Dr. O. Spengler

Abwärmeverwertung zur Heizung und Kräfteerzeugung. Von Hans Balcke. Berlin 1926, VDI-Verlag. 208 S. mit 68 Abb. Preis 4,80 M.

Die Möglichkeiten der Verwertung der in industriellen Betrieben anfallenden Abwärmemengen werden in dem kleinen Buch ausführlich besprochen. In den beiden ersten Abschnitten werden die einzelnen Abwärmequellen aufgezählt und Richtlinien zu ihrer Verwertung aufgestellt. Für viele Beispiele aus der Praxis werden die durch Abwärmeverwertung erzielbaren Ersparnisse rechnerisch nachgewiesen. Im dritten bis fünften Abschnitt behandelt der Verfasser sodann die eigentlichen Abwärmeverwerter, und zwar unterscheidet er Wärmeaustauscher, Wärmespeicher und Wärmeleitungen. Namentlich die Wärmeaustauscher, zu denen in erster Linie Abdampf- und Abgasvorwärmer zählen, werden sehr eingehend besprochen, während die anderen Abschnitte der Bedeutung der Speicherung und der Fernleitung in der neuzeitlichen Technik vielleicht nicht ganz gerecht werden. Der letzte Abschnitt beschäftigt sich mit der für die Abwärmeverwertung sehr wichtigen Wärmeschutztechnik. Ein ausführliches Sachverzeichnis ergänzt das handliche und gut ausgestattete Buch, das jedem Betriebsleiter als wertvolles Nachschlagebuch empfohlen werden kann. [E 747] Pt.

Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis. Von Clarence Feldmann. 4. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 554 S. m. 485 Abb. Preis 38 M.

Die vorliegende 4. Auflage ist stark umgearbeitet worden; sie unterscheidet sich insofern besonders von den vorhergehenden, als jetzt Gleichstrom und Wechselstrom getrennt behandelt werden, während früher der Gleichstrom als Sonderfall des Wechselstromes betrachtet wurde. Das Buch befaßt sich in umfassender Weise mit den verschiedenen Arten von Leitungen und den mannigfachen Einflüssen, denen sie unterliegen und die beim Entwurf zu berücksichtigen sind; die zeichnerischen und rechnerischen Verfahren der Berechnung der Leitungen werden eingehend erläutert. Dabei hat auch die wirtschaftliche Seite der Entwürfe Berücksichtigung gefunden. [E 634] Pa.

Handbuch der Physik. Herausgeg. von H. Geiger und Karl Scheel. 2. Bd.: Elementare Einheiten und ihre Messung. Red. von Karl Scheel. Berlin 1926, Julius Springer. 522 S. m. 297 Abb. Preis 42 M.

Der vorliegende zweite Band des Handbuches der Physik enthält eine Fülle des für den Ingenieur Wichtigen und Wissenswerten. Im einleitenden Kapitel stellt Wallot die Lehre von den Dimensionen, Einheiten und Maßsystemen logisch und gründlich dar. Er kommt zu dem Ergebnis, daß keine internationale Einigung auf ein Maßsystem zu erhoffen sei, daß aber die Maßsysteme überhaupt für Theoretiker und Praktiker entbehrlich seien. Im zweiten und dritten Kapitel behandelt Göpel meisterhaft, gestützt auf vorzügliche Abbildungen, die Längen- und Winkelmessung. Dann werden etwas kurz die Wagen und Wägungen von Felgentraeger, ebenfalls kurz, aber vorbildlich klar Raummessung und spezifisches Gewicht von Scheel erläutert. Das Mittel- und Herzstück des Bandes bildet das

nahezu 120 Seiten umfassende sechste Kapitel „Zeitmessung“. Drei Verfasser: Schmundt, v. Niesiolowski-Gawin und Cranz haben sich den Stoff geteilt; ihre Beiträge greifen ineinander wie die Räder einer Uhr; sie behandeln: Allgemeines über Zeitmessung, Uhren, Messung kleiner Zeitabschnitte, Zeitaufzeichnung. v. Niesiolowski-Gawin hat auch Kapitel 7 „Geschwindigkeitsmessung“ bearbeitet. Hier findet man von S. 296 an die Staurohre, Stauscheiben, hydrometrischen Flügel behandelt, vermisst aber den Hinweis auf den von Erk verfaßten kurzen Abschnitt „Dynamische Volumenmessung“ (S. 153 ff.), worin die Düsen, Stauränder und dergleichen gekennzeichnet sind. Bei der Behandlung des Hitzdrahtanemometers (S. 311) wäre ein Hinweis auf die Angaben in Bd. 11 S. 148 erwünscht gewesen, da dort auch auf die Geschichte dieses Meßgerätes eingegangen ist. Ein sehr ausführliches und gutes Kapitel „Erzeugung und Messung von Drücken“ ist von Ebert verfaßt und durch einen Abschnitt über die Messung sehr hoher Drücke von Cranz ergänzt. Eberts Beitrag zeichnet sich durch gute Abbildungen aus; nur die altmodische Abb. 28 hätte er durch eine neuere Darstellung ersetzen sollen. Die Erzeugung niedriger Drücke ist besonders eingehend erörtert; die Kolbenkompressoren zur Erzeugung hoher Drücke sind demgegenüber ein wenig zu kurz gekommen. Die meßtechnischen Kapitel werden abgeschlossen durch das von Berroth über Schweremessungen. Ein inhaltsreiches und vorzügliches Schlußkapitel über allgemeine physikalische Konstanten, verfaßt von Henning und Jaeger, leitet zu den zusammengesetzten Einheiten über.

Die vorstehende kurze Inhaltsübersicht spricht wohl für sich und empfiehlt das Studium dieses Bandes jedem Fachgenossen, der sich für die Grundlagen aller messenden Physik und Technik interessiert.

[E 527]

Max Jakob

Geologische Untersuchung des kohlenführenden Tertiärs Antioquias im westlichen Teil der Zentralkordillere Kolumbiens. Von Emil Grosse. Berlin 1926, Dietrich Reimer. 360 S. m. 105 Abb. u. 16 Taf. Preis 120 M.

Die höchst eingehende geologische Durcharbeitung des Gebiets (Vermessung und Kartierung) erfolgte durch eine geologische Kommission unter Leitung des Verfassers. Die Erläuterung der Abhandlung durch ausgezeichnete Karten, Querschnitte und photographische Aufnahmen des Geländes ermöglicht es, sich von den geologischen Verhältnissen und den bergbaulichen Aussichten ein anschauliches Bild zu machen.

Das kohlenführende Tertiär ist wahrscheinlich Alttertiär. Das Grundgebirge besteht vorwiegend aus sehr alten Formationen (zum Teil älter als Kambrium). Die Kohlenformation tritt zum Teil in drei Stufen auf. Die mittlere enthält 4 bis 10 bauwürdige Braunkohlenflöze von 0,7 bis 5 m Mächtigkeit. Sie ist meist stark zu Sätteln und Mulden gefaltet und schuppenförmig überschoben. Nach Ablagerung der Kohlenflöze sind in manchen Gebieten glutflüssige Massen eingedrungen, durch die eine Veredlung der Flöze eingetreten ist. Die normale Kohle gehört den subbituminösen Steinkohlen der Nordamerikaner an; sie ist der oberbayerischen Pechkohle vergleichbar. Diese Kohle ist nicht verkokbar. Die Schmelzteere sind fest. Im Abbau ergibt sich viel Stückkohle.

Die Arbeit ist ein Schulbeispiel dafür, welche Ergebnisse von wissenschaftlicher und praktischer Bedeutung sich durch verständnisvolle Zusammenarbeit von Traggebern und Fachleuten zwischen befreundeten Nationen erreichen lassen.

[E 333]

Dr.-Ing. Erich Seifert

Proceedings of the International conference on bituminous coal. November 15/18, 1926. Pittsburgh, Pa., 1927, Carnegie Institute of Technology. 830 S. m. zahlr. Abb.

Die internationale Pittsburgher Konferenz über bituminöse Kohle war die erste dieser Art. Ueber 1700 Vertreter von dreizehn verschiedenen Staaten nahmen an ihr teil. Der Erfolg war so ermutigend, daß ein zweiter internationaler Kongreß über dieselbe Frage im November 1928 gesehen ist. In dem vorliegenden Band wird über die Vorträge der ersten Konferenz berichtet, die vom 15. bis 18. November 1926 unter dem Vorsitz des Präsidenten der Carnegie Institute of Technology, Thomas S. Baker, stattfand. Den einzelnen Vortragsberichten folgen die jeweiligen Aussprachen. Zahlreiche Abbildungen und Schaulinien sowie eine beigegebene Karte über die Lage der Kohlenfelder der Vereinigten Staaten, unterstützen das Verständnis der Berichte. [E 636]

Schweißen, Schneiden und Metallspritzen mittels Acetylen. Von J. H. Vogel. Halle a. d. S. 1927, Carl Marzahn. 129 S. m. 98 Abb. Preis 4,50 M.

Einführung in die theoretische Aerodynamik. Von C. E. Hardt. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 128 S. m. 118 Abb. Preis 9,50 M.

Verkehrstechnische Bücherei 5. Bd.: Übersicht über Waggonbau. Von Ernst Kreissig. 2. Aufl. Leipzig 1927, Bruno Volger. 117 S. m. 160 Abb. Preis 10 M.

Kritische Betrachtungen zur Frage der Rheinisch-Westfälischen Städtebahn. Von G. Kemmann. Essen 1927, Rheinisch-Westfälische Schnellbahn. 137 S. m. 11 Abb. Preis 25 M.

Copper. Von N. E. Crump. London 1925, William and Son. Ltd. 246 S. Preis 12 sh 6 d.

Die Bergwerke und Salinen im niederrheinisch-westfälischen Bergbaubezirk 1926. Bearbeitet vom Verein für die bergbaulichen Interessen. Essen 1927, G. D. Baedeker. 128 S. Preis 3 M.

Das Reichspatentamt 1877—1927. Rückblick auf sein Werden und Wirken. Herausgeg. vom Reichspatentamt. Berlin 1927, Carl Heymann. 129 S. Preis 9 M.

Techniker und Juristen. Erinnerungen und Betrachtungen des Reichspatentamts zum 50jährigen Jubiläum von ehemaligen Mitgliedern. Berlin 1927, Carl Heymann. 108 S. Preis 5 M.

Abhandlungen zum Arbeitsgebiet des Reichspatentamts. Herausgabe zur Feier des 50jährigen Bestehens des Reichspatentamts. Herausgeg. von Hermann Isay. Berlin 1927, Carl Heymann. 224 S. Preis 15 M.

Hamburger Schriften zur Wirtschafts- und Sozialpolitik. 1. H.: Die Industrialisierung der Stadt Harburg. Otto Bodecker. Rostock 1927, Carl Hinströff. 30 S. Preis 10 M.

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Akustische Lotverfahren, Geräte und Erfahrungen. Von E. Lüboke	1245
Die Rohgummiaufbereitung. Von W. Mewes	1254
Versuchstriebwagen der Straßenbahn von Springfield	1256
Die Müllverbrennung nach dem Kriege. Von O. Uhde	1257
Erfahrungen mit dem Kabelbagger. Von Behring	1263
Vierachsiger Straßenbahnwagen für Überland-Schnellverkehr	1268
P. Oberhoffer †	1269
Die Getreideförderanlage in Lübeck	1270
Sauerstoffreiches Wasser	1272
Rundschau: Fachsitzung „Ausbildungswesen“ — Stückigmachen von Eisenerzen — Warmsägen — Halbselbsttätige Schneidbank für sehr genaue	

Schnecken und Gewinde — Betriebzahlen aus der Holzbearbeitung — Kleine Mitteilungen	
Bücherschau: Über die geschichtliche Entwicklung der Wollkämmaschine und ihre technologische Arbeitsweise. Von H. R. Wolf — Textilmaschinen, ihre Konstruktion und Berechnung. Von P. Beckers — Die Maschinentechnik in Zuckerfabriken und Raffinerien. Von K. Schiebl — Abwärmeverwertung zur Heizung und Kraft-erzeugung. Von H. Balcke — Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie und Praxis. Von C. Feldmann — Handbuch der Physik. Von H. Geiger und K. Scheel — Geologische Untersuchung des kohleführenden Tertiärs Antioquias. Von E. Grosse — Proceedings of the International conference on bituminous coal — Eingänge	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFÜHRER: C. MATSCHOSS ★

71

SONNABEND, 10. SEPTEMBER 1927

NR. 37

Technische Fragen im Lichte des Rechts

Von Prof. Dr.-Ing. Richard Baumann und Staatsanwalt A. Süskind, Stuttgart

In vielen Streitfällen wiederholen sich technische Fragen mit ausschlaggebenden rechtlichen Folgen. Dies kann zu Entscheidungen führen, die nicht befriedigen, weil der Richter die Tragweite der Ausführungen des technischen Sachverständigen nicht überblickt und dieser die Denkweise des Richters nicht voraussehen kann. Für drei wichtige derartige Fragen wird Abhilfe für diesen mißlichen Zustand angebahnt.

Das Recht ist, wie die Sitte und die Sprache, nichts Absolutes, Feststehendes, Totes, sondern etwas Lebendiges, in steter Entwicklung Begriffenes. Sprunglichen Verhältnissen geht das Recht aus der hervor, die als allgemein verbindliche Norm angesetzt wird und das Tun und Lassen jedes Einzelnen regelt und beherrscht. Mit fortschreitender Kultur und mit der Entwicklung des Staatslebens tritt an die Stelle der aus der Sitte hervorgegangenen Rechtsgewohnheit mehr das Gesetzesrecht. Aber auch dieses Gesetzten Endes keine willkürlich gesetzte Rechtsüberlegung, sondern entspricht der allgemeinen Überlegung von dem, was richtig, recht und damit Recht ist.

Gesetze entspringen nur selten der Willkür eines Gesetzgebers; auch der Gesetzgeber ist an die Rechtsüberlegung des Volkes gebunden, er schöpft aus ihr und nicht nur in Worte, was schon vorher bewußt oder unbewußt von der Mehrzahl als Recht empfunden worden ist. So ist jedes Gesetz ein Kind seiner Zeit, ein Kind der Zeit, der zur Zeit seiner Erlassung herrschenden Anschauung, in der Regel auch entscheidend beeinflusst durch die wirtschaftlichen Anschauungen und Verhältnisse, die zur Zeit seiner Entstehung maßgebend sind. Während aber der Buchstabe des Gesetzes starr unverändert ist, solange das Gesetz besteht, bleibt die Rechtsentwicklung unausgesetzt im Fluß. Handel und Wandel, Wirtschaft und Verkehr bringen in der Rechtsschöpfung Fülle neue Möglichkeiten hervor, an die der Gesetzgeber weder dachte noch denken konnte.

Der Wortlaut des Gesetzes so zu fassen, daß es für jeden Streitfall paßt, für jede möglicherweise auftretende Situation, von vornherein eine klare und zweifelsfreie Entscheidung enthält, dazu ist auch der sorgfältigste und gewissenhafteste Gesetzgeber niemals imstande. So ergibt sich immer wieder aufs neue das Bedürfnis, die Gesetze den veränderten Lebensverhältnissen anzupassen. Wann und wie oft dies geschieht, hängt oft von äußerlichen Umständen ab. Die Klagen über Verstoß der Gesetze gegen die Anforderungen nicht mehr entsprechende Gesetze sind vielleicht ebenso häufig wie die entgegenstehenden über das überstürzte Arbeiten der Gesetzgebungsmaschine, über die kaum mehr übersehbare Flut von Gesetzen und die allzu rasche Abänderung der Gesetze.

Recht und Gesetz sind nicht dasselbe. Soweit das Gesetz sich als lückenhaft oder sonst unzulänglich erweist, muß der Richter mit praktischem Blick für die Anforderungen des Wirtschaftslebens dem Gesetzgeber helfen und ergänzend zur Seite treten. Der Verkehr und das Leben können nicht warten, bis der Staat die Lücke der Gesetzgebung handhabt, die vor Gericht stehenden Parteien wollen die Entscheidung ihres Streites; und auch der Richter sich nicht selten vor die Aufgabe gestellt, die gesetzgeberischen Absichten innerhalb der Grenzen der Gesetze organisch fortzuentwickeln und sie den veränderten Wirtschaftsverhältnissen und Lebens-

bedürfnissen anzupassen¹⁾. Diese Aufgabe erfordert neben dem berufsmäßigen Rüstzeug des Juristen oft ein erhebliches Maß von Verständnis für die Bedürfnisse und das Empfinden der beteiligten Berufs- und Erwerbskreise.

Besonders die sprunghafte Entwicklung auf allen Gebieten der Technik zeitigt eine Fülle von Rechtsstreitigkeiten, für deren sachliche Entscheidung ein gewisses Maß von technischem Wissen und Verständnis, zum mindesten eine Fähigkeit zum Einfühlen in technische Dinge erforderlich ist, die dem Rechtskundigen vielfach fehlt; dieser Mangel kann auch durch die Beiziehung des sach- und geschäftskundigen Gutachters nicht immer ausgeglichen werden. Hieraus erklärt sich auch die immer dringlicher erhobene Forderung nach Sondergerichten, von denen man erwartet, daß sie auf Grund besonderer Vorbildung ihrer Richter und infolge fortgesetzter Beschäftigung mit dem ihnen übertragenen Sondergebiet über die nötigen Erfahrungen und Kenntnisse in weit höherem Maß als die ordentlichen Gerichte verfügen; freilich drohen dabei der Einheitlichkeit der Rechtsprechung und damit der Rechtsicherheit Gefahren, die vielfach nicht erkannt oder bewußt in den Kauf genommen werden. Hier wird zu entscheiden sein, was leichter zu ersetzen wäre, das rechtliche oder das technische Einfühlen; wahrscheinlich das letztere.

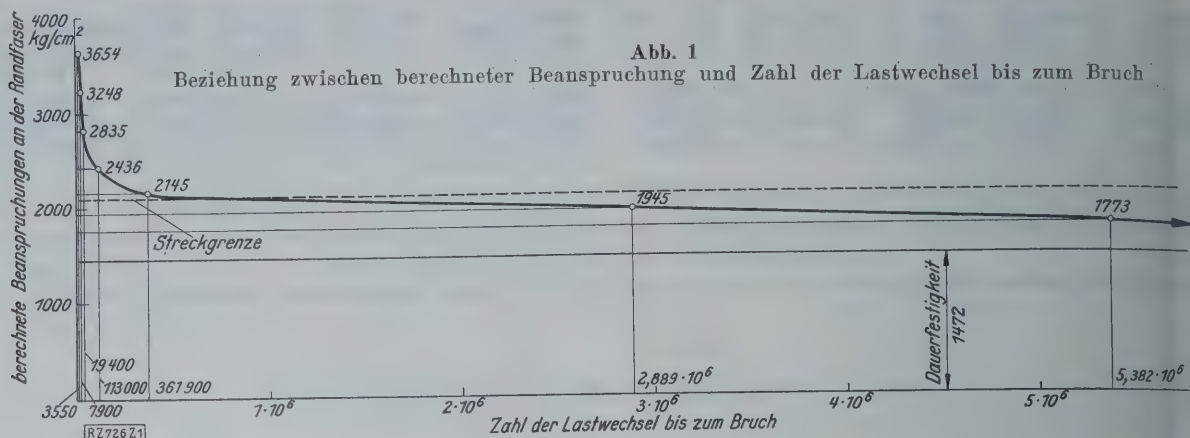
Wie nämlich auf der einen Seite die „Weltfremdheit des Juristen“ beklagt wird, so macht man andererseits dem Techniker, selbst dem regelmäßig bei Gericht tätigen Sachverständigen, oft nicht ohne Grund, mangelndes Interesse und Verständnis für die Aufgaben zum Vorwurf, die ihm als dem „Gehilfen des Richters“ zufallen. Soll in diesen Zuständen Besserung eintreten, so muß vor allem der Techniker sich die Mühe nehmen, grundlegende Fragen so eingehend zu behandeln, daß dem Fachgenossen die rechtliche Seite, dem Rechtskundigen die technische Seite ausreichend klargelegt wird. In dieser Richtung ist bis jetzt wenig geschehen; erwähnt sei z. B. die von Bach herausgearbeitete Bestimmung des Begriffs „Explosion“²⁾, die für die Versicherungen maßgebend geworden ist. Die folgenden Ausführungen sollen einige Fragen behandeln, deren Erörterung in Rechtsfällen, die technische Dinge zum Gegenstand haben, regelmäßig wiederkehrt und deren Beantwortung für die Entscheidung meist von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Der Begriff des Konstruktionsfehlers

Er ist von Bedeutung in erster Linie im Hinblick auf die Gewährleistung für Sachmängel bei Kauf und Lieferung von Maschinen aller Art. Die allgemeinen Lieferbedingungen der großen Herstellerverbände enthalten regelmäßig die Bestimmung, daß der Lieferant für alle gelieferten Maschinen, Apparate und Anlagen eine Gewähr in der Art übernimmt, daß Teile, die inner-

¹⁾ „Rechtsschöpferische Aufgaben des Richters“ von Reichsgerichtsrat Czolbe, Deutsche Richterzeitung 1924 Nr. 1; ein Teil der vorstehenden Ausführungen ist dieser Arbeit entnommen.

²⁾ Z. Bd. 55 (1911) S. 1663.



halb 6 Monaten (bei Tag- und Nachtbetrieb innerhalb 3 Monaten) nachweislich infolge schlechter Baustoffe, fehlerhafter Bauart oder mangelhafter Ausführung unbrauchbar oder schadhaft werden, von ihm baldmöglichst nach seiner Wahl auf seine Kosten ausgetauscht oder unentgeltlich ersetzt werden.

Der Begriff des Konstruktionsfehlers spielt aber namentlich auch auf dem Gebiete der Maschinenversicherung eine Rolle. Nach den üblichen Vertragsbedingungen übernimmt die Versicherung den Ersatz „für Schäden, die an den versicherten Maschinen usw. infolge von Guß-, Material- und Konstruktionsfehlern entstehen“, soweit nicht der Lieferer gesetzlich oder vertragsmäßig für diese Schäden haftet. Ob ein Konstruktionsfehler vorliegt, ist ferner vielfach auch auf strafrechtlichem Gebiete wichtig.

Im Strafverfahren ist die richterliche Entscheidung meist verhältnismäßig einfach, weil der Richter regelmäßig nur darüber zu befinden hat, ob das betreffende Stück dem Stande der Wissenschaft und Technik zur Zeit der Anfertigung entsprochen hat. Soweit behördliche Vorschriften bestehen — wie für Dampfkessel und Aufzüge — wird der Nachweis, daß diesen Vorschriften genügt ist, in der Regel die Annahme einer Fahrlässigkeit und damit die strafrechtliche Verantwortung des Herstellers ausschließen. Im Zivilprozeß dagegen kommt den behördlichen Vorschriften diese maßgebende Bedeutung durchaus nicht zu, obwohl dies nicht selten angenommen wird. Die erwähnten Vorschriften haben ihren Grund in der vermuteten besonderen Gefährlichkeit der betreffenden Anlagen, und sie bezwecken in erster Linie, durch bestimmte Vorschriften, die die erforderliche Betriebssicherheit gewährleisten sollen, die Gefahr von Unfällen einzuschränken. Der Nachweis, daß diesen Vorschriften genügt ist, schließt aber die Möglichkeit von Konstruktionsfehlern noch nicht aus.

Zunächst gilt es, festzustellen: was ist Konstruktion? Die an sich erfreuliche und berechtigte Neigung zum Verdeutschen hat hier manche Unklarheit geschaffen. Das übliche Wort „Bauart“ bedeutet nämlich wesentlich weniger als „Konstruktion“. Bei genauer Betrachtung ist Bauart nur die kennzeichnende Anordnung einer Einrichtung in großen Zügen, während die Konstruktion im weitesten Sinn die Ausbildung aller Einzelheiten, einschließlich der Formgebung, auch der kleinen Teile, die Bestimmung der Abmessungen, zugelassenen Beanspruchungen, die Herstellung, Bearbeitung, Materialwahl, den Zusammenbau usw. einschließt. Dies sind grundlegende Unterschiede. So haben z. B. viele Flammrohrkessel gleiche Bauart, obgleich jeder einzelne von ihnen seine besondere Konstruktion haben kann. Um Mißverständnissen vorzubeugen, soweit das überhaupt bei solchen Dingen möglich ist, sei jedoch betont, daß vielfach auch noch weitere Gesichtspunkte hereinspielen können.

Angenommen, ein gewisses Stück könne aus Gußeisen oder Stahl hergestellt werden. Die richtige, d. h. die die erforderliche Widerstandsfähigkeit liefernde Wanddicke kann dann bei Ausführung in Guß je nach der gewählten Form, der gewählten Gußeisenart, der ausführenden Gießerei, dem gewählten Gießverfahren in

weiten Grenzen verschieden sein. So kann ein Konstruktionsfehler begangen werden durch zu kleine wie zu große Wanddicke, je nachdem, wie die Dinge im Maßgebend ist eben, ob von dem fertigen Stück den Verhältnissen, die abgewandelt haben, diejenige Widerstandsfähigkeit mit Zuverlässigkeit erwartet werden konnte, die beim späteren ordnungsmäßigen Betrieb wenigstens war. Ebenso kommen bei der Ausführung Stahl die Art der Herstellung und die Einflüsse der Verhältnisse, die durch verschiedene Behandlung bei der Fertigung zur Fertigstellung notwendigen Arbeitsvorgänge auf die Widerstandsfähigkeit des fertigen Erzeugnisses ausgeübt werden können. In sehr weiten Grenzen hierbei die Gepflogenheiten, Erfahrungen, Einrichtungen usw. des Herstellers von Einfluß. Es sei nur daran erinnert, daß die Güte von Schweißungen damit natürlich auch die Zulässigkeit ihrer Anwendung in weitesten Grenzen schwanken kann.

Bei Beurteilung und Bewertung einer „Konstruktion“ müssen hiernach die berührten Umstände stets in vollem Umfange berücksichtigt werden. Keine Konstruktion kann nämlich unabhängig von diesen Umständen fehlerhaft oder fehlerfrei bezeichnet werden, es sei denn, daß es sich um ganz grobe Verstöße handle. Die Konstruktion unter diesen Umständen der Begriff des „Konstruktionsfehlers“ mit seiner weitgehenden Unsicherheit eine geeignete Grundlage für Vertrag und Urteil sein, sei an dieser Stelle nur angedeutet³⁾.

Der Begriff der Ermüdung

In Fällen von Maschinenbrüchen begegnet man Sachverständigen-Gutachten vielfach der Wendung: Schaden sei auf Ermüdung des Baustoffes zurückzuführen, diese aber sei eine Folge des Betriebs. Auf letzterem Grunde wird der Schadenersatzanspruch des Lieferers abgelehnt. Bei genauer technischer und juristischer Betrachtung liegen auch hier die Dinge verwickelt. Die Belastung, unter der der Bruch des Maschinenteils usw. erfolgt, ist nämlich auch für denselben Werkstoff keine feststehende Größe, sondern davon abhängig, ob, wie oft und in welchen Zeiten die Beanspruchung wechselt. Zur Verdeutlichung sei Abb. 1 angeführt. Sie bezieht sich auf ein Kesselblech, für das sich bei stetiger Steigerung der Beanspruchung ergaben:

Streckgrenze rd.	2100
Zugfestigkeit rd.	3570
Bruchdehnung (Zähigkeitsmaß)	29

Mit Stäben aus diesem Blech wurden Biegeversuche angestellt, bei denen die Beanspruchung abwechselte. Betrug auf Grund der üblichen Rechnung die höchste Beanspruchung $\pm 3248 \text{ kg/cm}^2$, so war 7900 Wiederholungen der Kraftwechsels nötig, um den Bruch zu erzeugen. Eine Beanspruchung von 2835 kg/cm^2 mußte schon 19400 mal wiederholt werden, um den Bruch zu bewirken. Eine rechnerisch größte Beanspruchung von 2436 kg/cm^2 konnte die Probe 113000 mal ertragen.

³⁾ Dabei ist im Auge zu behalten, daß der Inhalt der folgenden Darlegungen z. T. an dieser Stelle schon heranzuziehen gewesen wäre, z. B. hinsichtlich der Frage, ob ein Konstruktionsfehler vorliegt, die auftretende Beanspruchung das zulässige Maß überschreitet.

Belastung an der Streckgrenze führt nach rd. 390 000 derholungen zum Bruch. Soll der Lastwechsel mindestens 5,38 millionenmal ertragen werden, so darf Rechnung nicht mehr als 1773 kg/cm^2 Belastung sein. Damit in absehbarer Zeit überhaupt kein Bruch eintreten kann, muß die Beanspruchung weniger als kg/cm^2 betragen.

Umgekehrt kann auch abgelesen werden, daß der Stahl nach 2,89 Millionen Lastwechseln erfolgt, wenn die zulässige Höchstspannung 1945 kg/cm^2 beträgt. Hierdurch bestätigt sich die bekannte Erfahrung, z. B. ein Draht, der so zäh ist, daß er beim ersten Zug nicht bricht, durch ausreichend häufiges Hin- und Hergang zerstört werden kann. Aus Abb. 1 folgt, daß bei jeder hohen Beanspruchung, wobei die Höhe von der Stoff und Art der Beanspruchung, insbesondere von der Art, wie der Lastwechsel stattfindet, von den oberen und unteren Grenzen der Beanspruchung abhängt, die Lebensdauer bei einer gewissen Lastwechselerschöpfung ist. Ebenso scheint für jeden Fall eine Beanspruchung (Asymptote der Linie) zu bestehen, für die der Bruch erst nach sehr hoher Zahl von Wiederholungen erfolgt.

Daß für diesen Vorgang die Bezeichnung der „Ermüdung“ unglücklich gewählt ist (sie stammt aus dem Englischen), leuchtet ein, ganz abgesehen davon, daß die trügerische Hoffnung besteht und vertreten wird, daß der Baustoff werde sich durch Ruhe wieder erholen. In Wirklichkeit handelt es sich ganz einfach um das, daß im Betrieb, d. h. bei der bestimmungsmäßigen Verwendung des Gegenstandes die Beanspruchung größer ist als die, welche gemäß Abb. 1 für die vorliegende Beanspruchungsdauer so oft ohne Schaden ertragen werden konnte, wie bei der Art des Gegenstandes vom Hersteller hätte erwartet werden dürfen. (Anders liegt der Fall, wenn ordnungswidrige Benutzung vorliegt.) Hieraus folgt auch, daß die Lebensdauer (anders ausgedrückt, die Zahl der Beanspruchungswechsel vor dem Unbrauchbarwerden) von der Art des Gegenstandes abhängt. Man kann billigerweise von einem Flugzeug und seinen Teilen nur weit geringere Lebensdauer verlangen, als von einem Dampfkessel oder seinen Teilen, von einer Dampfmaschine laufende Maschine mehr als von einer raschlaufenden usw.

Sehr bedenklich scheint die in Versicherungsverträgen übliche Festsetzung, wonach Schäden, die durch den Betrieb entstanden sind, von der Entschädigung ausgeschlossen werden. Denn eine Maschine, die nicht im Betrieb genommen wird, kann, von ganz seltenen Ausfällen abgesehen, keinen Schaden erfahren⁵⁾. Vielleicht scheint es richtig, die Fälle auszuschalten, wo ein unregelmäßig geführter Betrieb den Schaden verursacht. In gleichem Sinne hat (vergl. Abb. 1) an Stelle der Bezeichnung „Ermüdung“ die Bezeichnung „Verschleiß“ zu treten.

Der Begriff der zulässigen Beanspruchung

Daß die zulässige Beanspruchung auch für einen gegebenen Baustoff keine unabhängige Größe ist, ergibt sich schon daraus, daß nachgewiesen wurde, daß die zulässige Beanspruchung von der verlangten Lebensdauer abhängt. Im Maschinenbau haben sich die Verhältnisse so verwickelt, daß für gegebene Konstruktionsteile und Baustoffe übliche Werte für die Beanspruchung herausgebildet, damit der Konstrukteur wenigstens ein Anhalt gegeben ist. Für mittlere Verhältnisse, und für diese sind die Werte aufgestellt, können die Werte als dem „Stand der Wissenschaft und Technik“ entsprechend angesehen werden; ebenso sind behördliche Vorschriften usw. zu berücksichtigen.

Leider ist die Frage, ob es sich in einem gegebenen Fall um mittlere Verhältnisse handelt, manchmal recht schwer zu entscheiden. Die zulässige Beanspruchung wird nämlich auch weitgehend beeinflusst durch die Be-

handlung des Baustoffs im Laufe der Herstellungszeit, und zwar nach der günstigen, wie nach der ungünstigen Seite hin, ferner in sehr weitgehendem Maß bedingt durch die Herstellung und Form der einzelnen Teile. Daß in diesem Sinne durch ungeeignete Bearbeitung auch die Form zum Konstruktionsfehler führen kann, wurde oben erwähnt.

In gleicher Weise ist aber auch das für die Berechnung der Beanspruchung gewählte Verfahren von Einfluß. Seit vielen Jahren ist z. B. bekannt, daß im Grunde scharfer Kerben, Gewinde, Absätze an verschiedenen dicken Wellen usw. viel höhere Beanspruchungen eintreten, als die übliche Berechnungsart ergibt. Deshalb vermeiden vorsichtige Konstrukteure solche Ecken. Ist dies nicht möglich, so wählen sie die zugelasene Beanspruchung entsprechend kleiner, z. B. mit $\frac{1}{2}$ derjenigen Beanspruchung, die ohne solche Ecken als üblich bezeichnet wird.

In einer solchen scharfen Ecke trete z. B. eine dreimal so hohe Beanspruchung als sonst auf. Betrug, um beim Beispiel zu bleiben, die übliche Beanspruchung 1000 kg/cm^2 , so wird nach Abb. 1 (diese als hierher passend vorausgesetzt) bei der Abszisse $3 \times 1000 = 3000 \text{ kg/cm}^2$ eine Zerstörung des Konstruktionsteils nach rd. 14 000 Lastwechseln zu erwarten sein. Ganz ähnlich liegen die Dinge, wenn z. B. bei einem Kesselboden der Krumpenhalbmesser klein gewählt worden ist. Infolge der scharfen Krümmung treten dann örtlich, etwa in der Mitte der Krempe, viel höhere Beanspruchungen auf als vielfach erwartet wird. Die Folge ist dann geringere Lebensdauer usw., wie oben besprochen.

Verschärft werden solche Fälle durch Preßfehler u. dergl.⁶⁾. Selbstverständlich erfolgt der Bruch erst nach einiger Betriebszeit, d. h. nachdem durch ausreichend häufige Schwankungen von Temperatur und Druck Formänderungen im Kesselboden und in den anderen Kesselteilen eingetreten und dadurch Beanspruchungen aufgetreten sind, die man nach Abb. 1 zu beurteilen hat. Zu erwägen wäre vorwiegend die Frage, welche Betriebsdauer ohne Schaden man verlangen soll, und die Stellung dieser Frage läßt, wenn keine Vereinbarungen vorliegen, in Streitfällen in der Regel den Weg des Vergleichs als den einzig möglichen erscheinen. Daß aber mit Bezug auf den Betrieb des Kessels und die Baustoffermüdung keine befriedigende Lösung des Streitfalls möglich ist, wie meist erwartet wird, folgt aus dem Vorstehenden.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn z. B. beim Betrieb des Kessels außer gewöhnlich große Temperatur- und Druckschwankungen und infolgedessen außergewöhnlich große Beanspruchungen auftraten. Dann aber wäre der unsachgemäß geführte Betrieb, nicht der Betrieb als solcher die Ursache des Schadens.

Nicht selten wird die Frage erörtert, ob ein Versicherungsfall zur Entschädigung führe, wenn bei Abschluß des Versicherungsvertrags die Erklärungen und Anschauungen, die erst später beim Schadenfall als maßgebend erkannt worden sind, nicht bekannt waren oder wenn ein Schaden eintritt, an den man beim Vertragsabschluß nicht gedacht hatte. Hierzu ist zu bemerken, daß der Versicherungsnehmer Schäden, die er voraussieht, zum eigenen Vorteil rechtzeitig abhelfen wird, und daß er die Versicherung gerade für unvorhergesehene Fälle abschließt; für Straffälle ist das Erforderliche bereits bemerkt.

Im Vorstehenden sind zunächst drei Gegenstände behandelt, die in sehr vielen Streitfällen für die Entscheidung von ausschlaggebender Bedeutung sind. Die Verfasser hoffen damit, fehlende Unterlagen für die sachliche Entscheidung von Streitfällen zur Verfügung gestellt und Möglichkeiten zur Verhütung von Streitfällen angedeutet zu haben. Jede Vermeidung von unnötiger Arbeit und Verärgerung bedeutet einen Beitrag zum wirtschaftlichen Aufbau. [B 726]

Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins 1924 Nr. 8.
Glasarte Stahlteile, Stücke mit Gußspannungen, zu hart gezogene Teile usw. können allerdings durch Zeit und Witterung gesprengt stehende Maschinen können verrosten, zerfrieren usw.; diesen Fällen nicht gemeint sein.

⁵⁾ Vergl. Abb. 10 des in der Zeitschrift „Die Wärme“ (Nr. 32 d. J.) erschienenen Vortrages „Kesselschäden und ihre Ursachen“. Nach Oberingenieur E. Höhn, Zürich, sind innerhalb 4 bis 6 Jahren in wenigen Ländern des europäischen Kontinents weit über 300 Kesselböden wegen angebrochener Kreppe auszuwechseln gewesen!

Weltkraftkonferenz Basel 1926

Wirtschaftliche Beziehungen zwischen hydraulisch erzeugbarer und thermisch erzeugbarer elektrischer Energie¹⁾

Abteilung C der Tagung

Das Thema Wasser- und Wärmeenergie mag bei manchem zunächst den Gedanken des Wettbewerbes dieser beiden Arten der Elektrizitätserzeugung wachrufen. Der Ausschluß der Weltkraftkonferenz hat sich jedoch nicht von diesem Gesichtspunkt leiten lassen, als er die Frage der wirtschaftlichen Beziehungen zwischen den beiden Erzeugungsarten elektrischer Energie gestellt hat. Er hat die Zweckmäßigkeit des Zusammenwirkens beider Verfahren ins Auge gefaßt, indem er den Berichterstattnern der einzelnen Staaten zur Aufgabe gemacht hat, die Bedingungen zu untersuchen, unter denen beide mit Vorteil nebeneinander bestehen können. Ohne in Abrede zu stellen, daß Wasserkraft und Wärmeenergie gegenseitig in Wettbewerb treten können, ist jedenfalls die Zusammenarbeit richtiger und fruchtbringender.

Berichte der einzelnen Staaten

Im amerikanischen Bericht geben Mitchell und Gallabee einen Überblick über die Bedingungen, unter denen beide Erzeugungsarten in gewissen Gebieten der Vereinigten Staaten, insbesondere in dem an Natur-schätzen, Wasserkraften, Kohlen, Eisenerzen reichen Staat Alabama vorteilhaft zusammenarbeiten können. Die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen beiden Energieerzeugungsarten sind jedoch von so verschiedenen Umständen und Punkten abhängig, daß allgemein gültige Regeln nicht aufgestellt werden können. Jeder Fall muß für sich geprüft werden. Für das von den Berichterstattnern eingehend untersuchte Gebiet scheint die beste Lösung darin zu liegen, daß der Ausbau der Wasserkraft möglichst gefördert und durch die Errichtung von Dampfkraftwerken auf den Gruben oder an den Hauptplätzen für Kohlenverladung ergänzt wird.

Der von Krieger, Marx und Thoma unter Vorsitz v. Millers ausgearbeitete deutsche Bericht stellt zunächst die genauen Kosten der Wärmeenergie, je nach der Größe der Anlage und vor allem abhängig von der Benutzungsdauer fest und erörtert dann die allgemeinen Verhältnisse der Erzeugung hydraulischer Energie. Die Ergebnisse werden am Bayernwerk überprüft, bei dem die verschiedenen Erzeugungsarten miteinander vereinigt sind, und zwar bestehende oder auszubauende thermische Anlagen, die Laufkraftwerke der mittleren Isar mit Tages-speicherung und das Walchensee-Kraftwerk mit Jahres-speicherung. Der Leistungsbedarf soll wie folgt gedeckt werden: Die Grundbelastung von 100 000 kW durch Laufkraftwerke mit Tagesspeicherung, die folgenden 100 000 bis 150 000 kW mit 14 bis 16 h täglicher Benutzungsdauer durch Dampfanlagen und schließlich die 50 000 kW Spitzenleistung mit nur 7 h täglicher Benutzungsdauer durch Jahres-speicherung. Ein Vorzug des deutschen Berichtes ist, daß an einem bedeutenden Schulbeispiel gezeigt wird, wie durch planmäßiges Zusammenarbeiten verschiedener Energiequellen deren wirtschaftlichste Ausnutzung erreicht wird.

Beachtenswert ist das von den Berichterstattnern angewandte Verfahren zum Vergleich von veränderlicher Wasserkraft mit Wärmeenergie. Es wird davon ausgegangen, daß der Wert der Energie in zwei Glieder zerlegt werden kann: den Leistungspreis für die vom liefernden Werk jederzeit zur Verfügung gehaltene Leistung und den Arbeitspreis für jede wirklich gelieferte Kilowattstunde. Diese Preise werden von dem allgemeinen Verteilunternehmen der Wärme- oder Wasserkraftwerken bezahlt, die ihm Arbeit liefern. Dabei kann der Arbeitspreis (für 1 kWh) aus gleichmäßiger Wasserkraft den Preis nicht übersteigen, der einer Wärmekraftanlage für etwa mehr gelieferte Arbeitseinheiten zu entrichten wäre. Durch dies Verfahren können die Verfasser leicht den Nachweis erbringen, bis zu welcher eingebauten Leistung ein Laufkraftwerk ausgebaut werden kann, um noch wirtschaftlich zu sein.

Der österreichische Bericht Hofbauers behandelt den Energiewirtschaftsplan der Steiermark, der eine Zusammenarbeit von Wasserkraft- und Wärmekraftwerken vorsieht. Laufwerke, Speicherwerke, Dampferwerke und mit Hochofengasen betriebene Werke sollen den Energiebedarf eines ziemlich ausgedehnten Gebietes decken, das die Versorgung von Städten, von Großindustrie, Eisenbahnen und landwirtschaftlichen Bezirken umfaßt.

Im belgischen Bericht stellt Lassalle einen Gütevergleich zwischen Wasserkraft und Wärmeenergie auf

und kommt zu dem Ergebnis, daß die Wärmekraft der ständigen Verfügbarkeit wertvoller sei. Die geringen Wasserkraft Belgien, die Tarife für Arbeit Wärme- und Wasserkraft, die Mittel zur Regulierung Wasserführung der Flüsse und die Kupplung von Wasserkraftwerken werden besprochen. Bemerkenswert ist, daß Belgien, das reiche Kohlenvorräte hat, an Wasserkraft arm ist, dennoch sein Augenmerk auf Ausnutzung der Wasserkraft richtet.

Der französische Bericht von Arbelot statistische Angaben über den heutigen Stand der Elektrizitätserzeugung aus Wärme- und Wasserkraft in Frankreich. Im Jahre 1923 wurden hier 3,4 Milliarden kWh aus Wasserkraft und 4 Milliarden kWh aus Wärmeenergie erzeugt. Die gleichzeitige Verwendung elektrischer Energie verschiedenartigster Herkunft in demselben Verbrauchsgebiet ist üblich geworden. Drei Punkte spielen für wirtschaftlichen Beziehungen zwischen Wärme- und Wasserkraft eine ausschlaggebende Rolle: die jährliche Benutzungsdauer, der Geldzinsfuß und der Kohlenpreis.

Die Kupplung von Werken und Netzen ist in der Entwicklung begriffen, sie gleicht den Bedarf an Energie an die Energiequellen zur Zusammenarbeit; diese Kupplung wird durch die Umstellung ausgedehnter Netze auf elektrischen Betrieb gefördert; deren Übertragungsleitungen kommen auch der industriellen Elektrizität zugute.

Die wirtschaftliche Energieversorgung eines ausgedehnten Gebietes verlangt, daß Energiequellen verschiedener Art und Eigenschaft herangezogen werden: Laufkraftwerke, wenn für einen genügenden Bruchteil ihrer Energie der Absatz gesichert ist; Wärmekraftwerke, wenn die Sicherstellung der Energieversorgung sowie zur Vermeidung des Absatzes für künftige Wasserkraftwerke wendig ist, daß die Energiequellen einander ausshalten.

Den schwedischen Bericht haben Enström und Ruths verfaßt. Enström berichtet über die Wasserkraft seines Heimatlandes; die Brennstoffvorkommen sind reich. Die Benutzungsdauer der Wasserkraftwerke schreitet 6000 h, dank der natürlichen Abfluregeln der Flüsse, des Energieaustausches zwischen den einzelnen Wasserkraftwerken und endlich des Vorhandenseins von Abnehmern, die den Strombedarf den Erfordernissen angepaßt werden. Enström bespricht dann mehrere Beispiele von zusammenarbeitenden Wasser- und Dampfkraftwerken, sowie die Bewertung der bei gewissen Industrien, insbesondere der Papierfabriken, verfügbaren Wärmeenergie.

Ruths behandelt die Energiespeicherung nach dem ihm erfundenen thermischen Verfahren²⁾. Wenn aus dem ursprünglichen Anwendungsgebiet des Ruths-Speichers Fabriken umfaßt, die gleichzeitig mechanische Arbeit und Wärme brauchen, so ist das Verfahren inzwischen auch für die Erzeugung elektrischer Energie aus Wasserkraft und Brennstoffen eingeführt worden. Zwei schwedische Werke, die verwandten schon damals zur Spitzendeckung Ruths-Speichers und neuerdings werden solche auch im großen Umfange in Deutschland aufgestellt.

Im jugoslawischen Bericht behandelt Preradović das in Jugoslawien bereits verwirklichte Beispiel der Zusammenarbeit der Wasserkraftanlage Faal an der Trifol und der Wärmekraftanlage an der Kohlengrube Trifol, die geplante Ausdehnung der Anlagen.

Der Bericht der Schweiz setzt sich aus vier Berichten von Büchi, Meyer, Neeser und Ehler zusammen. Die Berichte enthalten die wichtigsten Angaben, um die Bedingungen festzustellen, unter denen eine vorteilhafte Zusammenarbeit der verschiedenen Arten der Erzeugung elektrischer Energie möglich ist, bringen die Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Kosten und Betriebskosten der verschiedenen Kraftwerksgattungen in Abhängigkeit von der Größe der Anlage und der Benutzungsdauer. Man kann daher aus dem Bericht etwa folgendes Ergebnis ableiten:

In einem über reichliche und verschiedenartige Wasserkraft verfügenden Lande bleiben diese naturgemäß die Hauptquelle elektrischer Energie zu sein. Hierbei kommt einer jeden Kraftanlage weniger die Versorgung eines bestimmten geographischen Gebietes, vielmehr die Übernahme desjenigen Teiles des allgemeinen Belastungsdiagrammes, für den sie sich ihrer Natur am besten eignet. Man wird die in großen, leistungsreichen Anlagen erzeugte Wärmeenergie heranziehen, um den Energiebedarf an Wasserkraften namentlich in den Wintermonaten zu decken, dies ganz besonders in Jahren außergewöhnlicher Trockenheit. Für die Wirtschaftlichkeit der Dampfkraftenerzeugung ist ein möglichst gleichmäßiger Betrieb

¹⁾ Unter Benutzung des Generalberichtes, erstattet von Dr. h. c. A. Nizzola, Ingenieur, Baden i. d. Schweiz. Teilberichte sind erschienen in Z. Bd. 71 (1927) S. 265, 359, 477, 895, der Generalbericht im Verlag Emil Birkhäuser & Cie., Basel; Preis 125 Schw. Fr.; den Vertrieb für Deutschland hat die VDI-Buchhandlung.

²⁾ Z. Bd. 66 (1922) S. 509 u. f.

bei Nacht von besonderer Wichtigkeit, während den kraft-Speicherwerken und den Dieselanlagen vorwiegend die Aufgabe zufällt, die Spitzen zu decken und als abhelfende Aushilfe zu dienen.

Bemerkungen des Generalberichterstatters

Die Bedeutung der immer größere Ausdehnung gewinnender Kupplung von Verbrauchsgebieten einerseits und Energieerzeugungsquellen andererseits mittels Höchstspannungen veranlaßt Nizzola, auf künftige Entwicklungsmöglichkeiten hinzuweisen, die bestehen, der Frage der wirtschaftlichen Wechselbeziehungen zwischen Wärme- und Wasserkraft vielleicht noch mehr Bedeutung zu verschaffen. Dieser Ausdehnung der Kupplungen stehen noch Schwierigkeiten betriebstechnischer Art entgegen, die man nicht unterschätzen darf³⁾. Nehmen ist aber, daß diese Hindernisse zu überwinden werden, und daß die angedeutete Bewegung nicht stillsteht und auch vor den Landesgrenzen nicht Halt machen wird. Die sich hierbei eröffnenden Ausblicke mögen an dem Beispiel beleuchtet werden:

Italien, als Land mit starker Bevölkerungszunahme, bedrungen einer zunehmenden Industrialisierung; ähnliche Verhältnisse haben z. B. Deutschland und die Schweiz zu Industriestaaten gemacht. Italien wird einen stets wachsenden Energiebedarf aufweisen, dem ein beschränkter Wasserkraftvorrat gegenübersteht. Der Vorrat reicht wohl noch für Jahre aus; er kann besser als bisher ausbeutet werden, indem man große Dampfwerke, die bereits geplant und teilweise in Ausführung begriffen sind, den zeitweise vorkommenden Mangel an Wasserkraft (in Südtalien im Sommer, in Norditalien im Winter) ergänzt. Stellt sich aber eines Tages heraus, daß die Notwendigkeit ein, die eigenen Wasserkraftwerke durch Wärmeenergie zu ergänzen, dann wird für ein kohlensauer Land die Frage zu entscheiden sein, diese Energie ins Land einzuführen ist: auf dem Schienen- und Wasserwege oder auf dem Drahtwege.

Handelt es sich um Jahreszeitenenergie, so ist die Benutzung des Brennstoffes billiger als die Fortleitung der elektrischen Energie, weil man die Leitungen schlecht ausnützen würde. Handelt es sich aber um das ganze Jahr benötigten Strom, so ist die Frage nicht ohne weiteres zu beantworten. Rechnerisch stellt sich im allgemeinen der Schienenweg als vorteilhafter heraus, hinsichtlich der Verhältnisse vorliegen, die den Drahtweg erscheinen lassen. Solche Verhältnisse liegen vor, wenn die erforderlichen Leitungen nicht neu errichtet werden müssen, sondern schon vorhanden sind und andern Zwecken dienen. Die Rechnung wird dann zum Vorteil des Drahtweges entschieden, wenn erstens ein Brennstoff in der Nähe kommt, der sehr billig, aber nicht beförderungsfähig ist, und zweitens, wenn die bestehenden Leitungen oder teilweise zur Fortleitung elektrischer Energie in anderer Richtung dienen; denn in diesem Falle bringen die neuen zugelegten neue Aufgabe nicht eine Mehrbelastung, sondern eine Entlastung.

Für Italien kann das letztere Verhältnis eintreten. Als Brennstofflieferer kommen, soweit es die Steinkohle betrifft, hauptsächlich England und Belgien auf dem Wasserwege, Deutschland und Frankreich auf dem Schienenwege in Betracht. Diese letzteren Staaten verfügen auch über Kohle, die viel billiger sind als die gute ausfuhrfähige Kohle, das sind die Kohlenabfälle in den Gruben der Braunkohlen. An Ort und Stelle kann man aus diesen Brennstoffen elektrische Energie besonders billig erzeugen. Zwischen den betreffenden Erzeugungstätten und den künftigen italienischen Verbrauchsstellen liegen zwar beträchtliche Entfernungen; es liegt außerdem ein großes Land, die Schweiz, dazwischen. Nach Ansicht des Verfassers wird aber die Entfernung kein unüberwindliches Hindernis bilden und die Gegenwart des dritten Staates nicht, sofern dafür gesorgt wird, daß auch dieser aus solchen Durchgangsverkehr Nutzen ziehen kann.

Die Hauptwasserkraft der Schweiz gruppieren sich zum Teil im Süden des Landes um den Alpenhalbkreis, zum Teil im Norden des Landes vorwiegend an den großen Flüssen, Aare und Rhein. Der Hauptverbrauch liegt in der Mitte und im Norden. Ein stattliches Netz von Hochspannungsleitungen, Abb. 1, verbindet schon heute Erzeugung und Verbrauchstätten. Der Energiefluß ist darin vorwiegend von Süden nach Norden gerichtet, und da die Energieerzeugung der Schweiz den Verbrauch übersteigt, wird Energie nach Deutschland und Frankreich ausströmen; also auch hier ein nordwärts gerichteter Energiefluß. Ähnlich verhält es sich mit den deutschen Rhein-

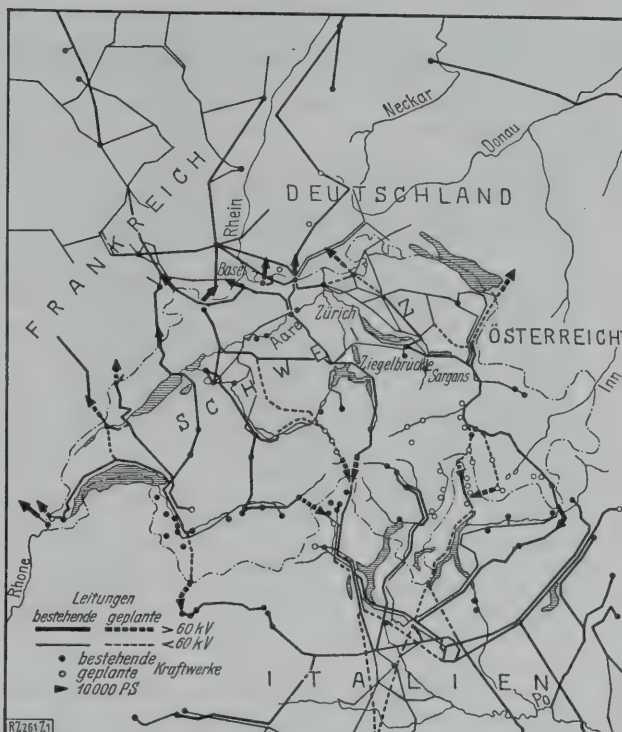


Abb. 1
Kraftanlagen und Energieübertragungsleitungen in der Schweiz

wasserkraft; ihre Energie fließt heute schon vom Rhein nordwärts nach dem Innern des Landes und wird es gezwungenermaßen auch in Zukunft tun.

Man ersieht hieraus, daß sich unter Benutzung vorhandener, andern Zwecken dienender Leitungen ein beträchtlicher Nord-Süd-Fluß von Energie bewerkstelligen ließe, der zum großen Teile die betreffenden Leitungen nicht belasten, sondern entlasten würde. Das praktische Ergebnis dieses Umstandes kommt einer bedeutenden Annäherung zwischen den billigen deutschen und französischen Wärmeenergiequellen und dem norditalienischen Verbrauchsgebiet gleich.

Wenn die heutigen Verhältnisse bereits eine solche Schlußfolgerung zulassen, so wird dies bei fortschreitendem Ausbau der noch brachliegenden schweizerischen Kräfte und der Rheinkräfte noch ausgesprochener der Fall sein. Man denke an die Bündner Kräfte. Dort harren noch mehr als $\frac{1}{2}$ Mill. kW mit einer Jahreserzeugung von mehreren Milliarden Kilowattstunden des Ausbaues. Eine Verwendung an Ort und Stelle erscheint so gut wie ausgeschlossen; also müßte diese Energie, um in der Schweiz verwendet zu werden, den Weg nach Norden, zunächst den Rhein entlang, bis Sargans, dann über Ziegelbrücke gegen Zürich, Basel usw. machen. Man bedenke, daß man zum Fortleiten dieser Energie mindestens fünf neue große Stränge mit je sechs Leitern bauen müßte.

In Abb. 1 sind andeutungsweise mehrere vorhandene oder im Bau begriffene Leitungen hervorgehoben, die, mit kurzen Verbindungsstücken ergänzt, einem solchen internationalen Durchgangs-Energieverkehr leicht dienstbar gemacht werden können. Außer für die hier genannten Länder wäre auch für eine Reihe von andern Gebieten Ähnliches zu überlegen.

Schlußfolgerungen

Aus der Gesamtheit der eingelaufenen Berichte und aus den sich aus ihnen ergebenden Überlegungen können etwa folgende allgemeine Leitsätze für die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen der Erzeugung elektrischer Energie aus Wärme- und aus Wasserkraft aufgestellt werden:

1. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Erzeugungsarten ergibt sich aus der ganz verschiedenen Gliederung ihrer Kosten. Die Wasserkraftwerke erfordern im allgemeinen wesentlich größere Anlagekosten als die Wärmeenergiekraftwerke, die dafür viel größere eigentliche Betriebskosten verursachen.

2. Infolgedessen überwiegen bei den Wasserkraftwerken die festen Lasten der Energieerzeugung, wie die Verzinsung, die Abschreibung, die Tilgung des Anlagekapitals, während die mit der Menge der erzeugten Arbeit wachsenden Lasten

eine kleinere Rolle spielen. Bei den Wärmekraftwerken verhält es sich umgekehrt; die Fälle mit ganz geringer Ausnutzungsdauer der Anlagen ausgenommen, übersteigen die eigentlichen Betriebskosten die festen Lasten.

3. In den Fällen, in denen die Möglichkeit vorliegt, ebenso die eine wie die andre Erzeugungsart anzuwenden, gilt folgendes:

a) Die Erzeugung aus Wasserkraft wird unwirtschaftlich erscheinen und daher ausscheiden, wenn die Energie bei jeder praktisch in Betracht kommenden Gebrauchsdauer teurer zu stehen kommt als bei Erzeugung aus Wärme. Im allgemeinen ist das aber nicht der Fall, wenigstens nicht in Gebieten, die über nicht allzuweit entfernte Wasserkräfte verfügen; vielmehr werden die Erzeugungskosten der Energie, sofern die Gebrauchsdauer höher liegt als ein bestimmter kritischer Wert, bei Wasserkraftproduktion günstiger werden. Da der Bedarf eines Gebietes stets in zwei Teile zerlegt werden kann, von denen der eine eine längere, der andre eine kürzere Gebrauchsdauer hat als der kritische Wert, ist die Wirtschaftlichkeit des Zusammenarbeitens beider Erzeugungsarten gegeben.

b) Umgekehrt wird die thermische Erzeugung unwirtschaftlich erscheinen und daher im allgemeinen ausscheiden, wenn Wasserkräfte in genügendem Maße vorhanden sind, die bei der durch den Verbrauch gegebenen Benutzungsdauer und Ausnutzungsmöglichkeit die Energie billiger zu erzeugen gestatten als jedes Wärmekraftwerk. Solche Verhältnisse kommen selten vor, in der Hauptsache nur für wenige mit außerordentlich günstigen Wasserkraften versehene Gebiete (vergl. 5). In solchen Fällen kommt Wasserkraft nur noch als Aushilfe in Betracht oder etwa dann, wenn die Notwendigkeit, die Anlagekosten einzuschränken, den Vorzug eines billigen Betriebes überwiegt.

4. Die Wärmekraftwerke haben im allgemeinen den Vorzug der leichteren Anpaßfähigkeit an die Bedürfnisse des Verbrauchs. Die Wasserkraftwerke sind dagegen vom Wasserabfluß abhängig, der veränderlich ist und einen Verlauf aufweist, der von demjenigen des ebenfalls veränderlichen Energieverbrauchs verschieden ist. In einzelnen Fällen ist es innerhalb wirtschaftlicher Grenzen möglich, die Wasserkraft durch Stauen oder Pumpen dem Bedarf anzupassen, doch sind diese Möglichkeiten begrenzt, und es ist z. B. nicht denkbar, daß auf diese Weise der größere Teil der in den Alpen verfügbaren Wasserkraft in Übereinstimmung mit dem Verlauf des Verbrauches gebracht wird.

5. Aus dem vorstehend Gesagten ergibt sich, daß die Versorgung eines bestimmten Verbrauchsgebietes ausschließlich aus Wasserkraftwerken im allgemeinen zu unvermeidlichen Verlusten durch unbenutzt abfließendes Wasser führt. Aus dieser Eigentümlichkeit der Wasserkraftwerke erhält am besten der große Nutzen, der aus einer Kupplung der beiden Erzeugungsarten im allgemeinen erwachsen kann. Je größer der Gewinn an sonst verlorengehender Wasserenergie durch eine solche Kupplung wird, desto größer der Spielraum, der für die Wärmeenergie übrigbleibt, bis die zulässige Grenze ihrer Erzeugungskosten erreicht ist.

6. Aus Leitsatz 4 folgt auch, daß, allgemein gesprochen und wenn größere Verhältnisse ins Auge gefaßt werden, bei der Kupplung von Energieerzeugung aus Wasserkraft und aus Wärme, der Energieerzeugung aus Wärme die Aufgabe zufällt, die Energieerzeugung aus Wasserkraft zu ergänzen und nicht etwa umgekehrt.

7. Eine Frage für sich bildet bei gemischter Energieerzeugung die Vorausbestimmung der noch zulässigen Ausbaugröße der Wasserkraftwerke, d. h. die Ermittlung der Grenzen, bis zu denen die Ausnutzung nicht beständiger Wasserabflüsse wirtschaftlich noch getrieben werden kann. Über diese Grenzen führen einige Berichterstatter Beispiele an.

8. Unter allen Umständen kommen die großen Überlandverbindungsleitungen den wirtschaftlichen Wechselbeziehungen zwischen Wärme- und Wasserenergie sehr zu statuten. Diese Verbindungen erfüllen die doppelte Aufgabe, sowohl die Verbrauchs- als auch die Erzeugungseigentümlichkeiten ausgedehnter Gebiete zu vermischen. Aus den wechselnden Ansprüchen des Verbrauches, wie sie in einzelnen beschränkten Teilen des Gebietes entstehen, ergibt

sich dadurch ein Durchschnittsverbrauch, dessen Verlauf stetiger wird; aus den wechselnden Erzeugungsmöglichkeiten bildet sich eine Durchschnittserzeugung. Die Wirtschaftlichkeit einer solchen Ausdehnung der Überlandverbindungsleitungen, der allerdings auch Grenzen gesetzt sind, springt in die Augen: Herabsetzung des Verhältnisses der in den Kraftwerken aufzustellenden Maschinenleistung zur Summe der bei den einzelnen Abnehmern auftretenden Einzelleistungen, womit auch eine die Erzeugungskosten weiter verbilligende Verlängerung der Ausnutzung der Kraftwerkanlagen verbunden ist.

9. Beim Kuppeln von verschiedenen Wasserkraft- und Wärmeenergiequellen wird die Einfügung der Erzeugung jeder einzelnen Quelle in das Verbrauchsnetz sich im allgemeinen leicht von selbst ergeben. Man wird bestreben, Laufkraftwerke und Abfallwärme-Kraftwerke los auszunutzen, d. h. unten in dem Verbrauchsdiagramm unterzubringen; Wasserkraftwerke mit Tagesspeichern sind ebenfalls täglich restlos auszunutzen, aber im Verbrauchsdiagramm werden sie die Spitze decken. Wasserkraftwerke mit Jahresspeicherung werden die Deckung von Verbrauchspitzen sowie auch von Verbrauchsmangel herangezogen; der Grad der Ausnutzung wird dem Grund eines von vornherein aufgestellten Planes, aber in Anpassung an die jeweils eintretenden Witterungsverhältnisse erfolgen.

Von den übrigen Wärmekraftwerken wird man erwarten, daß sie den Fehlbetrag im Verbrauchsdiagramm decken, wobei die Dampfwerke vorzugsweise eine mäßige Belastung, wenn möglich im Tag- und Nachts erhalten, während Dieselwerke die Spitzen zu decken werden.

10. Ein Umstand sei noch erwähnt, der von mehreren Berichten behandelt wird: die größeren technischen und wirtschaftlichen Verbesserungsmöglichkeiten der gemischten Energieerzeugung in der Zukunft. Es ist damit zu rechnen, daß der Wirkungsgrad, mit dem die der Natur dargebotene Wärmeenergie in elektrische Energie umgesetzt wird, viel verbesserungsfähiger ist als der Wirkungsgrad der Wasserkraft, ferner auch damit, daß die nur mittelst dem Wirkungsgrad zusammenhängenden Kosten der Erzeugungsverfahren sich bei der thermischen Erzeugung weit stärkerem Verhältnis werden herabsetzen lassen als bei der Wasserkraft; namentlich scheint es aussichtsvoll gehend von den Brennstoffen, gleichzeitig chemische Erzeugnisse und elektrische Arbeit zu gewinnen und dies die bei den heutigen thermischen Energieerzeugungsverfahren als Abfallerzeugnis freiwerdende Wärme auszunutzen. Demgegenüber hat die Wasserkraft offensichtlich keine großen Verbilligungen der Erzeugungskosten zu erwarten, mit Ausnahme derjenigen, die von der fortwährenden Tilgung des ursprünglichen Anlagekapitals her kommen. Dagegen dürfte in den meisten Ländern die Verbilligung des Kapitals (Fallen der im allgemeinen heute ungünstig hohen Zinssätze) mit der Zeit sich zugunsten der Wasserkraft auswirken.

Diese Sachlage ist geeignet, diejenigen Länder, die noch über unausgenutzte Wasserkräfte verfügen, zu veranlassen, diese möglichst bald auszubauen, solange die Wasserkraftwerke noch wettbewerbfähig erscheinen. Die normale und fortschreitende Abschreibung wird es leicht sein, sie auch in Zukunft wettbewerbfähig zu erhalten, zumal zu erwarten ist, daß die Brennstoffgewinnungskosten es durch die allmähliche Erschöpfung der günstigen Verhältnisse kommen, sei es durch die Erhöhung der Löhne, eine Preissteigerung entgegengeht.

11. Die Verbindungsleitungen werden nicht von Landesgrenzen Halt machen; ihre stets zunehmende Ausdehnung wird dazu führen, daß der Austausch elektrischer Energie zwischen Nachbarländern an Bedeutung zunimmt. Hierbei können sich Verhältnisse einstellen, bei denen recht große Entfernungen mit Leichtigkeit überbrückt werden können, wenn dazwischenliegende Gebiete schon zu Energieübertragungen in umgekehrter Richtung benutzt werden. Auch Energielieferungen zwischen angrenzenden Ländern liegen im Bereich der wirtschaftlichen Möglichkeit, zumal wenn dazwischenliegende Gebiete mit ihrer eigenen Erzeugung sich zum Energieaustausch eignen. So erweitern sich die Kreise der wirtschaftlichen Wechselbeziehungen zwischen Wärme- und Wasserkraft ganz wesentlich und eröffnen einen Ausblick auf beachtenswerten Ausblick für die Zukunft.

München

D. Th

Neuere Anschauungen über Zünd- und Verbrennungsvorgänge in Dieselmotoren

Von Dr.-Ing. Fr. Sass, AEG, Berlin.

Beweise dafür, daß weder eine Vergasung noch eine Verdampfung des eingespritzten Treiböles vor der Zündung stattfindet; auch die Wasserstoffzahl ist bedeutungslos. Dagegen ist die Kenntnis der Lage des Zündpunktes unter Berücksichtigung des Zündverzuges wichtig. Nach Eintritt der Zündung spielt sich die Verbrennung in einer Reihe von „Mechanismen“ ab, von denen heute wenigstens die Endglieder bekannt sind.

Es ist merkwürdig, daß man sich mit dem Dieselmotor etwa dreißig Jahre lang beschäftigt und ihn zu verhältnismäßig großer technischer Vollkommenheit gebracht hat, ohne sich von den Vorgängen im Verbrennungsraum eine auch nur annähernd richtige Vorstellung zu machen. Man war überzeugt, daß der Brennstoff, also das Öl oder Teeröl, nach seiner Einführung in den Verbrennungsraum, aber vor seiner Entzündung, eine eigentümliche Verwandlung durchmachen müsse; man glaubte, daß alle Brennstoffteilchen, die im Augenblick des Entzündens noch flüssig sind, vor der Zündung in Ölgase verwandelt müssen und daß keine Zündung und Verbrennung möglich sei, bevor nicht diese Vergasung bei jedem einzelnen Tröpfchen restlos durchgeführt sei. Diesel lebte in dieser Vorstellung; 1912¹⁾ bezeichnete er als einen seiner „Grundgedanken“ das „allmähliche Eintauchen von fein verteiltem Brennstoff unter Verbrennung selber in diese hoch erhitzte und verdichtete Luft unter zeitweiser Arbeitsleistung derselben auf den ausschließlichen Kolben“ und sagte dann weiter:

„Da ein Brennstoff nur brennen kann, wenn er zuvor vergast ist, so war für alle nicht gasförmigen Brennstoffe die unmittelbare Folge aus diesem zweiten Grundgedanken: 3. allmähliche Vergasung des Brennstoffes im Arbeitszylinder selbst, jeweils in geringsten Mengen auf einmal, für jeden Hub des Motors besonders unter Entnahme der Vergasungswärme aus dem Arbeitsprozeß selbst, mit andern Worten: die Ausbildung des Vergasungsprozesses zu einem Teil des Arbeitsprozesses im Arbeitszylinder.“

Auch an vielen andern Stellen sprach Diesel von der unvollständigen Vergasung des Brennstoffes. In seinem 1912¹⁾ bezeichnete er als eines der „grundlegenden Gedanken des Dieselmotorbaues“ die

„Einblasung des Brennstoffes mit hochgespannter, aber kühler und gereinigter Luft, nicht nur wegen der innigen Mischung, sondern besonders auch zum Zweck der Vergasung, die dadurch entsteht, daß zahlreiche Brennstoffpartikel in der ganzen Masse der Verbrennungsluft erst vergasen, dann in Brand geraten, und dadurch zur Vergasung des Brennstoffes nötige Wärme entwickeln, zu welcher die Kompressionswärme allein nicht ausreicht.“

Es ist nicht sicher, ob dies von vornherein Diesels Anschauung war, oder ob er durch die 1907/08 erschienene Arbeit von P. Rieppel²⁾ beeinflusst worden ist. Rieppel war der erste, der nach einer wissenschaftlichen Erklärung suchte, daß sich aliphatische Gasöle und aromatische Steinkohlenteeröle in der Dieselmachine ganz verschieden verhalten. Er glaubte auf Grund von Beobachtungen an laufenden Maschine, die mit Gasölen und Steinkohlenteerölen sowie mit Mischungen beider betrieben wurde, und auf Grund von Bombenversuchen diese Erklärung darin zu finden, daß die verwendbaren Öle schon bei geringer Wärmezufuhr Ölgas bilden, während die schwerer verbrennlichen Öle größerer Wärmezufuhr oder längerer Zeit zur Ölgasbildung bedürfen.

Auch die aus der Elementaranalyse ermittelte Wasserstoffzahl des Brennstoffes, d. i. das Molekulargewicht von Wasserstoff zu Kohlenstoff, sollte nach Rieppel von entscheidender Bedeutung sein, weil es in erster Linie die Wasserstoffzahl sei, der sich bei den brauchbaren Ölen

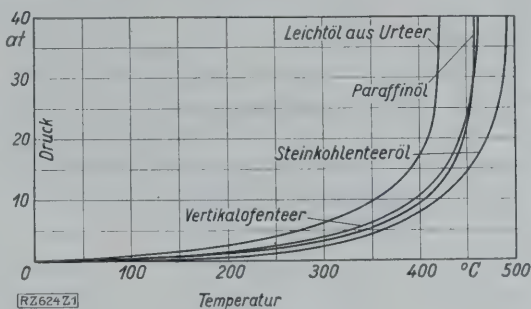


Abb. 1
Druck-Temperatur-Linien von Treibölen
nach Wollers und Ehmcke

bereits nach verhältnismäßig geringer Wärmezufuhr abscheide und infolge seines niedrigen Zündpunktes — den Rieppel mit 500 °C zu niedrig ansetzte — die Selbstentzündung der übrigen Moleküle einleite. Dieser Bewertung der Treiböle nach der Wasserstoffzahl schloß sich auch Aufhäuser³⁾ an, und bald darauf war die Meinung, daß sich das flüssige Treiböl im Verbrennungsraum der Ölmaschine vor der Entzündung unbedingt in Ölgas verwandelt haben müsse, allgemein verbreitet.

Eigentümlich bleibt hierbei, daß keiner sich die Frage vorgelegt zu haben scheint, ob in der außerordentlich kurzen Zeit zwischen Einspritzung und Zündung (die in der Regel nach wenigen Tausendsteln Sekunden zählt), die völlige Umwandlung des Treiböles in Ölgas überhaupt möglich ist.

Die Versuche von Wollers und Ehmcke

Auch heute ist man von der völligen Aufklärung der Vorgänge bei Zündung und Verbrennung noch ziemlich weit entfernt; wenn aber wenigstens der richtige Anfang gemacht zu sein scheint, so ist das vor allem der Arbeit von Wollers und Ehmcke⁴⁾ zu verdanken, die auf Anregung des zu früh verstorbenen Dr.-Ing. Alt zunächst unternommen wurde, um die Verwendbarkeit von Steinkohlenteerölen im Dieselmotor zu erforschen. Dabei ergaben sich überzeugende Beweisgründe gegen die Möglichkeit einer Ölgasbildung in der Dieselmachine, die inzwischen durch weitere Beobachtungen an der laufenden Maschine erhärtet worden sind.

Wollers und Ehmcke untersuchten vier durch ihr verschiedenes Verhalten im Dieselmotor gekennzeichnete Treiböle, nämlich Leichtöl aus Urteer, Paraffinöl, Vertikalofenteer und Steinkohlenteeröl, in einer elektrisch geheizten Bombe und analysierten die bei vier verschiedenen Drücken erhaltenen Gasgemische. Hierbei zeigte sich, daß die durch Versuch ermittelte Abhängigkeit der Dampfdrücke von der Temperatur, Abb. 1, und von der Dauer der Vergasung, Abb. 2, nicht so verschieden war, wie man beim Verhalten der Treiböle im Dieselmotor erwarten mußte. In Abb. 1 deckt sich z. B. die Linie des bekanntlich leicht verbrennenden Paraffinöls ziemlich genau mit der Linie des schwer brennbaren Vertikalofenteers und liegt mitten zwischen den Linien des für Dieselmotoren im allgemeinen ungeeigneten Leichtöles aus Urteer und des Steinkohlenteeröls. Abb. 2 ist ebensowenig

¹⁾ Die Entstehung des Dieselmotors, Jahrb. der Schiffbau. Gesellsch. Bd. 14 (1913) S. 269.

²⁾ Berlin 1913, S. 150.

³⁾ Versuche über die Verwendung von Teerölen zum Betrieb des Dieselmotors, Forschungsarb. Heft 55, Berlin 1908; Z. Bd. 51 (1907) S. 613.

⁴⁾ Die Treibmittel des Dieselmotors mit besonderer Berücksichtigung der Seeschiffahrt, Jahrb. der Schiffbau. Gesellsch. Bd. 14 (1913) S. 368.

⁵⁾ Der Vergasungsvorgang der Treibmittel, die Ölgasbildung und das Verhalten der Oeldämpfe und Oelgase bei der Verbrennung im Dieselmotor, Krupp'sche Monatshefte Bd. 2 (1921) S. 1.

Zahlentafel 1

Aufspaltung von Treibölen in gas- und dampfförmige Anteile nach Wollers und Ehmcke

	Leichtöl aus Urteer			Paraffinöl			Steinkohlenteeröl			Vertikalofenteer	
Sättigungsdruck at	40	27,5	13	42	35	28	40	34	28	41	28
Sättigungstemperatur °C	419	418	369	459	455	441	495	494	474	464	445
Dampf-Gas-Gemisch: Gas-Anteil . . . vH	54	19	8	69	56	54	93	84	75	86	75
Dampf-Anteil . . . „	46	81	92	31	44	46	7	16	25	14	25

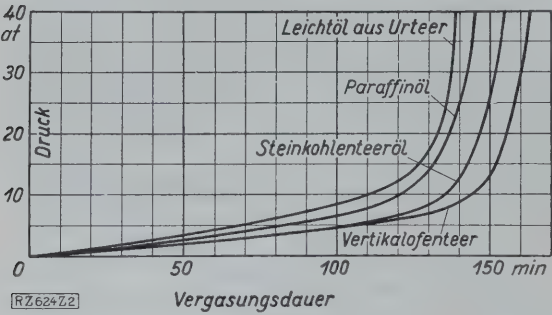


Abb. 2
Druck-Zeit-Linien von Treibölen nach
Wollers und Ehmcke

gesetzmäßig, denn die Linie des gut brauchbaren Paraffinöles liegt zwischen dem weit schlechter verwendbaren Leichtöl aus Urteer und dem Steinkohlenteeröl.

Bei einer weiteren Versuchsreihe wurden durch plötzliches Abkühlen der Bombe die gebildeten Öldämpfe kondensiert und durch Messung des Teildruckes der übrigbleibenden Ölgase die verhältnismäßigen Raumanteile von Öldämpfen und Ölgasen ermittelt. Auch hier widersprach das Ergebnis, Zahlentafel 1, durchaus der bis dahin allgemein gültigen Ansicht, daß Vergasung des Brennstoffes vor der Zündung notwendig sei; gerade die schwer verbrennlichen Öle, das Steinkohlenteeröl und der Vertikalofenteer, ergaben bei gleichen Drücken eine wesentlich größere Ölgasausbeute als das aliphatische Paraffinöl (z. B. 93 und 86 vH gegenüber 69 vH beim Paraffinöl), und nur bei dem aromatischen Leichtöl aus Urteer war der gasförmige Anteil des Dampfsgemisches verhältnismäßig gering (54 vH). Auffallend war auch das Ergebnis der Gasanalysen, daß gerade das aromatische Steinkohlenteeröl eine reichliche Ausbeute an Wasserstoff liefert, während das aliphatische Paraffinöl in dieser Beziehung ganz zurücktritt. Das ist das gerade Gegenteil von dem, was man sich bis dahin von dem Verhalten der Treiböle im Dieselsylinder vorgestellt hatte.

Noch überzeugender wird die Unrichtigkeit der älteren Anschauung durch die Ergebnisse der Zündversuche einmal an den Ölgasen aus den vier Treibölen, und dann an den flüssigen Treibölen bewiesen. Die Zündpunkte der Ölgase wurden im Dixon-Ofen, die der flüssigen Treiböle im Zündpunktprüfer nach Moore, beide Male im Sauerstoffstrom bei 1 at bestimmt, Zahlentafel 2. Überraschenderweise liegen die Zündpunkte der Ölgase viel höher als die der flüssigen, nicht vergasten Treiböle; zudem sind die Zündtemperaturen der in der Bombe erzeugten Ölgase praktisch alle gleich hoch und lassen nichts von den Unterschieden erkennen, welche die Öle im Dieselmotor zeigen. Die Zündpunkte der flüssigen Treiböle dagegen, der Höhe nach geordnet, fügen sich genau in die gleiche Reihe ein, die ihre leichtere oder schwerere Verbrennlichkeit im Motor kennzeichnet.

Zahlentafel 2

Zündpunkte von Ölgasen und flüssigen Treibölen nach Wollers und Ehmcke

	Zündpunkte	
	im Sauerstoffstrom bei 1 at Ölgase °C	flüssige Treiböle °C
Paraffinöl	614 bis 655	240
Leichtöl aus Urteer	615 „ 651	326
Steinkohlenteeröl	645	445
Vertikalofenteer	635 bis 661	468

Daß die Zündpunkte der Ölgase trotz ihrer verschiedenen Herkunft nahezu gleich hoch liegen, erklärt nach den gasanalytischen Untersuchungen von Wollers Ehmcke ohne weiteres daraus, daß die Ölgasgemische die gleichen Bestandteile haben und sich nur in der Menge dieser Bestandteile unterscheiden. Hiernach ist es zu unwahrscheinlich, daß für die Entzündung der leicht zündlichen flüssigen Treiböle erst der Umweg über viel schwerer entzündlichen Ölgase notwendig ist.

Messung der Zündtemperatur in der Maschine

Einen weiteren Beweis dafür, daß im Verbrennungsraum der Ölmaschine vor der Zündung keine Vergasung des Treiböles stattfinden kann, ergibt die Messung der Zündtemperaturen in der Glühkopfmachine, in der die Zündung natürlich ebenso wie im Dieselmotor verläuft. Die Glühkopfmachine eignet sich besonders für solche Beobachtungen, weil die Wandtemperatur dieses Teiles des Verbrennungsraumes, nämlich des Glühkopfes unmittelbar der Messung zugänglich ist. Bei einem Mitteldruckmotor neuer Bauart von 30 PS Zylinderleistung mit 15 bis 16 at Verdichtungsdruck und Zündung durch eine kleine Glühkuppel a, Abb. 3, die beim Anfahren der Maschine einer Patrone erwärmt wird, wurden die in Zahlentafel 3 angegebenen Temperaturen der Glühkuppel gemessen. Die Glühkuppel war an den Punkten 1 bis 3 bis an die innere Oberfläche angebohrt, und in die Löcher 5 mm Dmr. wurde ein Platin-Platinrhodium-Thermoelement eingeführt. Die Löcher 1 und 2 wurden zur besseren Wärmeübertragung mit flüssigem Zinn angefüllt. Meßstelle liegt in der Nähe des Kernes des Brennstoffkegels von 30° Spitzenwinkel, die Meßstellen 1 und 3 liegen mehr am Rande. Die Meßgenauigkeit des Thermoelements beträgt eine Eichung ± 1 vH.

Bei ¼ Last ergaben sich entsprechend der mit der Lastung wechselnden Einspritzzeit die niedrigsten Temperaturen der Glühkuppel; sie betragen nur 270 bis 280° C, liegen also um mehr als 100° unter dem Zündpunkt.

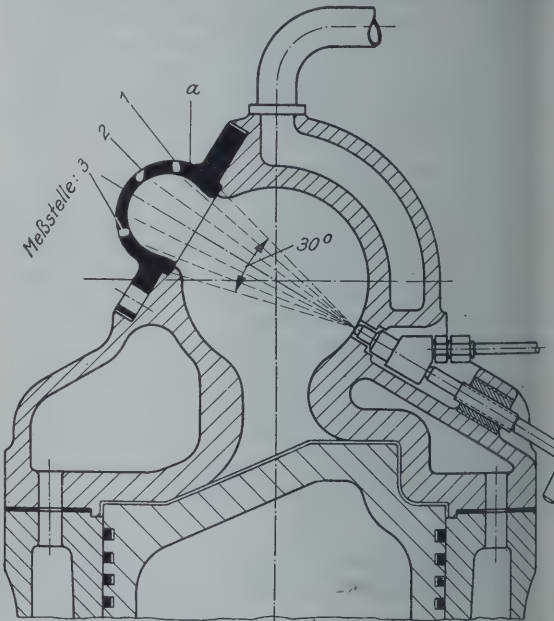


Abb. 3
Temperaturmessungen an der Glühkuppel eines
AEG-Mitteldruckmotors von 30 PS Zylinderleistung
a Glühkuppel

Zahlentafel 3

Temperaturen der Glühkuppel eines 4-Mitteldruckmotors von 30 PS Zylinderleistung bei wechselnder Belastung

Zeit	Uml./min	Belastung kW	Temperaturen der Glühkuppel			Temperatur der Auspuffgase °C
			Meßstelle 1 °C	Meßstelle 2 °C	Meßstelle 3 °C	
11 ⁰⁰	400	20,1 = $\frac{1}{1}$	365	395	350	281
11 ³⁰	405	14,9 = $\frac{3}{4}$	290	315	270	211
12 ⁰⁰	410	10,5 = $\frac{1}{2}$	320	360	300	177
12 ⁴⁵	415	5,2 = $\frac{1}{4}$	440	490	460	159
1 ⁰⁰	420	Leerlauf	400	460	430	125
2 ⁰⁰	275	Langsamer Leerlauf	420	450	415	109

den, das nach Zahlentafel 4 mit 416 bis 440° den niedrigsten Zündpunkt der Bestandteile der Ölgasmischung wäre also eine Vergasung des Treiböles vor der Verbrennung unerlässlich, so könnte in diesem Motor von Voll- bis etwa $\frac{1}{4}$ Last überhaupt keine Zündung zustande kommen, weil die Temperatur der Zündquelle in diesem Bereich unter dem niedrigsten Zündpunkt der Ölgasbestandteile bleibt. In Wirklichkeit sind jedoch die Zündungen bei allen Belastungen gleichmäßig und sicher.

Verdampfung vor der Zündung

Die vielfach umstrittene Frage, ob eine Verdampfung des eingespritzten Treiböles vor der Zündung notwendig sei, haben in neuester Zeit angestellte Forschungen klargestellt. Alt⁶⁾ weist mit Recht darauf hin, daß mittleren Siedetemperaturen mancher schwer verbrennender aromatischen Treiböle niedriger liegen als die entsprechenden Temperaturen des Gasöles und Paraffinöles, daß andererseits die mittleren Siedetemperaturen der aliphatischen Treiböle oberhalb ihres Zündpunktes liegen. Es folgt Alt, daß die Verdampfung für die Entzündung nicht besonders wichtig sein kann, denn sonst müßte sie so günstiger für die Entzündung sein, je höher der Zündpunkt über dem Siedepunkt läge.

Kürzlich hat Neumann⁷⁾ den Verdampfungsvorgang experimentell untersucht und bewiesen, daß wegen Zeitmangels keine nennenswerte Verdampfung der Brennstoffe vor der Zündung stattfinden kann, Abb. 4. Als Ursache für die Verdampfung steht nur der Zündverzögerung, d. i. die zwischen dem Beginn des Einspritzens und dem Beginn der Verbrennung verstreichende Zeit.

⁶⁾ Flüssige Brennstoffe und ihre Verbrennung in der Dieselmotoren, Z. Bd. 67 (1923) S. 686 und Sonderheft „Dieselmaschinen“ 1923.
⁷⁾ Untersuchungen über die Selbstzündung flüssiger Brennstoffe, Z. Bd. 70 (1926) S. 1071.

Zahlentafel 4

Zündpunkte der Bestandteile eines Ölgasgemisches nach Wollers und Ehmcke

	Zündpunkte in O ₂ bei 1 at °C
Wasserstoff H ₂	580 bis 590
Methan CH ₄	556 „ 700
Athan C ₂ H ₆	520 „ 630
Propan C ₃ H ₈	490 „ 570
Äthylen C ₂ H ₄	500 „ 519
Azetylen C ₂ H ₂	416 „ 440
Kohlenoxyd CO	637 „ 658

Diese ist noch kürzer als Neumann annimmt, der bei kompressorlosen Dieselmotoren dem Zündverzögerung ungefähr die Zeit zwischen Förderbeginn der Brennstoffpumpe und sichtbarem Druckanstieg im Indikatordiagramm gleichsetzt.

In Wirklichkeit entfällt ein erheblicher Bruchteil dieser Zeit — in der Regel mehr als die Hälfte — auf den „Einspritzverzögerung“, d. h. die Zeit, die zwischen Förderbeginn der Brennstoffpumpe und Beginn des Einspritzens liegt und die zum Zusammendrücken des Treiböles und zur Dehnung der Rohrleitung verbraucht wird. Nach eigenen Messungen beträgt der Zündverzögerung nur etwa $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{400}$ s, höchstens

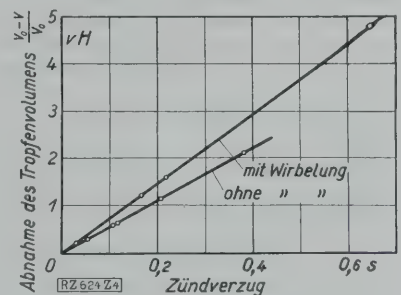


Abb. 4
Abnahme des Tropfenvolumens bei der Verdampfung in Abhängigkeit vom Zündverzögerung nach Neumann

$\frac{1}{100}$ s, und in dieser kurzen Zeit kann nach Abb. 4 das Tropfenvolumen kaum um 0,1 vH abgenommen haben. Man kann also aussprechen, daß so gut wie keine Verdampfung des eingespritzten Treiböles vor der Zündung stattfindet.

Die Wasserstoffzahl

Zahlentafel 5 enthält die Ergebnisse der Untersuchung von sechs aliphatischen Treibölen im chemischen Laboratorium der AEG-Turbinenfabrik⁸⁾. Von diesen hat das

⁸⁾ Das Laboratorium hat bis jetzt über 80 Treibölproben sehr verschiedener Herkunft chemisch untersucht, den größeren Teil davon auch in der laufenden Maschine.

Zahlentafel 5. Elementaranalysen und Kennzahlen einiger Treiböle

		1	2	3	4	5	6
Herkunft des Öles		Deutsches Paraffinöl	Nordamerik. Gasöl	Mexikanisches Gasöl I	Mexikanisches Gasöl II	Argentinisches Gasöl	Südafrikanisches Gasöl
Elementaranalyse	C . . . vH	86,74	84,36	84,61	84,99	84,65	86,44
	H . . . „	10,65	11,75	11,50	7,54	13,54	8,56
	O + N . . „	1,64	3,59	1,66	5,02	1,63	5,00
	S . . . „	0,97	0,30	2,23	2,45	0,18	0,00
Dichte bei 15°C	. . . vH	0,027	0,00	0,00	0,01	Spuren	0,02
	„	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Spuren
	„	0,11	0,00	0,975	0,00	0,00	1,167
Zündpunkt	. . . °C	77	91	67	112	210	111
	„	108	104	131	141	255	133
	„	— 3	unter — 15	— 5,5	— 5		unter — 15
Gew. bei 20°C . kg/l		0,875	0,863	0,875	0,870	0,865	0,921
Heizwert	Oberer . kcal/kg	10 738	11 500	10 856	10 919	10 843	10 759
	Unterer „ „	10 162	10 866	10 253	10 512	10 193	10 297
Viskosität bei 50°C	bei . . . 12 °C	2,13 bei 10°C	1,67	2,69	1,83	45,18	13,22
	„ . . . 20 „	1,68	1,41	—	—	29,25	7,03
	„ . . . 30 „	—	—	1,76	1,57	16,96	4,58
	„ . . . 50 „	1,23	—	1,44	1,44	5,46	1,95

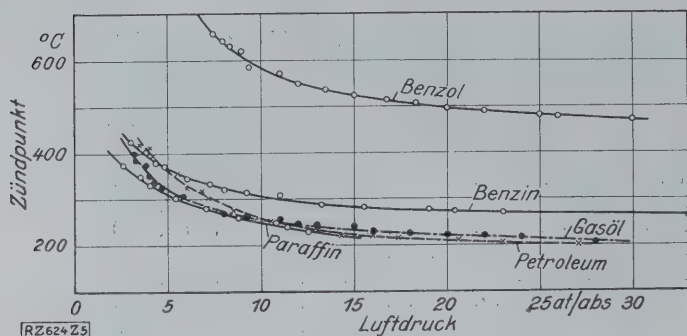


Abb. 5
Erniedrigung des Zündpunktes von Treibölen mit
steigendem Luftdruck nach Tausz und Schulte

mexikanische Gasöl II die Wasserstoffzahl 7,54: (84,99: 12) = 1,066, das südafrikanische Gasöl 8,56: (86,44: 12) = 1,19; beide Werte sind sehr niedrig im Vergleich zum höchsten von rd. 2,0, und trotzdem waren beide Treiböle sehr gut brauchbar und hatten auch einen guten Heizwert. Das mexikanische Gasöl I dagegen war wegen seines Gehaltes an Hartasphalt von 0,975 vH unbrauchbar, trotz des höheren Wasserstoffgehaltes von 11,5 vH und der günstigen Wasserstoffzahl 1,63. Der Wasserstoff spielt eben bei der Einleitung der Zündung nicht die Rolle, die man ihm früher zuschrieb; er spaltet sich nicht zuerst ab und leitet dadurch die Zündung ein, wozu er wegen seines hohen Zündpunktes von 580 bis 590°, Zahlentafel 4, gar nicht imstande ist⁹⁾, sondern verbrennt erst nach Beginn der Zündung gleichzeitig mit dem Kohlenstoff auf dem Umweg über eine Reihe von Zwischenstoffen, die den „Verbrennungsmechanismus“ des Treiböles kennzeichnen.

Erklärung der Zündung nach Tausz

Wenn es somit weder Vergasung noch nennenswerte Verdampfung des Treiböles vor der Zündung gibt, so müssen die Treiböltropfen unmittelbar aus dem flüssigen Zustand zünden, wozu man sie zuerst auf eine gewisse Temperatur, den Zündpunkt, erhitzen muß. Der Zündpunkt, der nicht mit dem Flammpunkt und Brennpunkt verwechselt werden darf, ist die niedrigste Temperatur, bei der sich ein Körper von selbst entzündet. Er wird im Zündpunktprüfer gemessen, den Moore¹⁰⁾ angegeben und den Fried. Krupp, A.-G., verbessert hat, und zwar kann die Messung in Luft oder in Sauerstoff von 1 at erfolgen. Richtig ist es, den Zündpunkt in Druckluft von der Spannung zu messen, die am Ende der Verdichtung im Dieselmotor erreicht wird, wie Tausz und Schulte¹¹⁾ getan haben.

Man erhält in den drei Fällen ganz verschiedene Werte des Zündpunktes, Zahlentafel 6. In der Regel liegt der Zündpunkt in Sauerstoff niedriger als in Luft und noch niedriger in Druckluft von der im Dieselmotor üblichen Spannung. Bei einigen Stoffen, wie Äthylbenzol, Allylkohl, Trinitrophenol u. a. liegt der Zündpunkt im Sauerstoff höher als in Luft. Diese Beobachtung hat Tausz veranlaßt, eine interessante Erklärung der Zündung zu geben. Danach lagern die Stoffe vor der

⁹⁾ Bei aromatischen Treibölen, z. B. Steinkohlenteeröl, die bei Erhitzung Wasserstoff abspalten, kann der Wasserstoff die Zündung einleiten.

¹⁰⁾ „The Automobile Engineer“ 1920 S. 197.

¹¹⁾ Über Zündpunkte und Verbrennungsvorgänge im Dieselmotor, Halle 1924; Z. Bd. 68 (1924) S. 574.

Zahlentafel 6

Zündpunkte einiger aliphatischer Brennstoffe in Luft und Sauerstoff bei 1 at und in Druckluft nach Tausz und Schulte

	Zündpunkte bei 1 at		Zündpunkte in Druckluft	
	in Luft °C	in Sauerstoff °C	in Druckluft °C	bei 27 at
Gasöl	336	270	205	27
Petroleum	290 bis 435	250 bis 265	200	26
Schieferöl	354 „ 435	272 „ 290	200	23
Paraffin	388 „ 414	243 „ 258	228	11,5

Entzündung Sauerstoff an, wobei sich Superoxyde (Moloxide), d. h. übersättigte Sauerstoffverbindungen, bilden, die nur in einem engen, rasch durchlaufenden Druck- und Temperaturbereich beständig sind, je dieser Bereich aber plötzlich zerfallen. Dieser Zerfall vollzieht sich unter starker Wärmeabgabe: der Katalysator zündet.

Bei den Stoffen, deren Zündpunkt in Sauerstoff niedriger liegt als in Luft, kann das schon gebildete Superoxyd noch bevor es zerfällt, d. h. zündet, weiter Sauerstoff aufnehmen, wodurch ein Stoff von höherem Zündpunkt entsteht. Die Sauerstoffanlagerung braucht sich nur bei verhältnismäßig kleinen Teil der den Brennstoff bildenden Moleküle zu vollziehen; denn die beim Zerfall des Superoxydes freiwerdende Wärmemenge genügt auch die übrigen Moleküle des Brennstofftröpfchens aufzulockern, d. h. die Verbrennung einzuleiten. Nur wenn diese Sauerstoffanlagerung eine Zersetzung des Brennstoffes in ganz unerheblichem Maße bedeutet, ist man berechtigt, davon zu sprechen, daß sich das eingesetzte Treiböl vor der Zündung zersetzt.

Zündpunkte in Druckluft

Die Untersuchungen von Tausz und Schulte haben ferner ergeben, daß der Zündpunkt durch steigenden Luftdruck zumeist erniedrigt wird, bei einigen Stoffen, die im Motorenbetrieb nicht in Frage kommen, aber auch bei einem gewissen Grad erhöht werden kann. Mischungsverhalten sich anders als die ursprünglichen Stoffe. Die Zündpunktlinien sind in Abb. 5 wiedergegeben für den Dieselmotor meist verwendete Gasöl und Benzin bei dem gebräuchlichen Verdichtungsdruck von 27 bis 30 at etwas über 200°; ähnlich verhält sich das Petroleum. Höher liegt der Zündpunkt des Benzins, wesentlich höher der des Benzols. Trotzdem kann auch diese beiden Öle im Dieselmotor sehr gut verbrennen, nur muß dann die Verdichtung beträchtlich höher sein, besonders beim Benzol. Da dies zu hohen Triebbeanspruchungen führt und auch die Preise wesentlich höher liegen, so kommen sie für den Dieselmotorbetrieb nicht in Betracht.

Neumann vertritt die Ansicht, daß es richtiger sei, die Erniedrigung des Zündpunktes auf die zunehmende Verdichtung statt auf den Druck der Luft zurückzuführen, da sich Brennstofftröpfchen durch Wärmeleitung erwärmen, die Wärmeleitung aber von der Luftdichte abhängt. Auftragen der von Tausz und Schulte gefundenen Zündpunkte in Abhängigkeit von der Luftdichte γ findet man die in Abb. 6 wiedergegebene Linie der absoluten Zündtemperaturen T_s , die dem Gesetz

$$T_s = C \gamma^{-m}$$

folgt; dabei ist für aliphatische Treiböle $C \sim 700$ und $m = 0,160$. Darin, daß für die Lage des Zündpunktes die Luftdichte und nicht der Luftdruck maßgebend ist, man Neumann folgen; nur ist die Formel für den Zündpunkt verschiedener Treiböle ohne Bedeutung für die Praxis, weil die Zündpunkte verschiedener Brennstoffe Unterschiede aufweisen, die bei der Wahl der Verdichtungsdrucke unbedingt berücksichtigt werden müssen, während die Formel nicht zum Ausdruck kommen.

Der Zündverzug

Das für den Dieselmotorenbetrieb fast ausschließlich verwendete Gasöl zündet nach Tausz und Schulte bei der gebräuchlichen Verdichtung in der Dieselmachine bei 27 bis 28 at etwas über 200°. Mindestens auf diese Temperatur müssen alle in den Verbrennungsraum eingeblasenen oder unter eingespritzten Brennstofftröpfchen erwärmt werden. Es ist aber bekannt, daß man für kompressorlose Motoren die Verdichtung auf 27 bis 28 at erhöhen muß, wenn der Motor aus dem kalten Zustand sicher anlaufen soll. Nimmt man 28 at an, so findet man (etwa nach der Gasentropietafel von Schüle¹²⁾) als zugehörige Endtemperatur für 27 at die fangstemperatur (kalte Maschine) 500°, für 50 at

¹²⁾ Die thermischen Eigenschaften der einfachen Gase, Z. Bd. 60 (1912) S. 100.

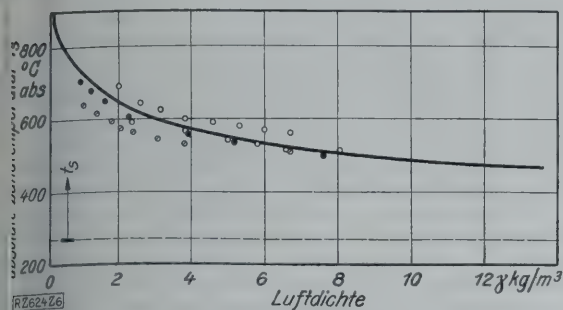


Abb. 6

Abhängigkeit des Zündpunktes von der Luftdichte nach Neumann

Ersttemperatur (warme Maschine) 550° , d. h. einen Temperaturüberschuß von rd. 300 bis 350° über dem Zündpunkt.

Deutlich zeigt dies Abb. 7. Die Schnittpunkte der Zündpunktlinie für Gasöl auf den Linien der Verdichtungsdrucke für 27° und 50° Anfangstemperatur ergeben die Verdichtungsdrücke, bei denen der Zündpunkt in kalten und der warmen Maschine schon erreicht wird; diese Punkte liegen überraschend niedrig und betragen nur 6,1 und 7,3 at. Daß man trotzdem viel höher verdichten muß, liegt daran, daß die Brennstofftropfen zur Erwärmung auf ihre Zündtemperatur eine gewisse Zeit brauchen, im Betrieb muß aber diese Erwärmung erfolgen, wenn die Kurbel 3 bis 5° zurückgelegt hat.

Die Zeit zwischen Beginn des Einspritzens und Einsetzen der Zündung nennt Hawkes¹³⁾, der diese Erscheinung zuerst untersucht hat, Zündverzug (time lag). Abb. 8 zeigt ihn für schottisches Schieferöl (spez. Gew. 0,86) in Druckluft von 14 at in Abhängigkeit von der Temperatur. Bei 500° beträgt er rd. $\frac{1}{500}$ s; dieser Wert scheint zu groß, was mit der Unzulänglichkeit der Versuchsanordnung zusammenhängen mag (die Zusammenpressbarkeit des Öles wurde nicht berücksichtigt, auch waren vielleicht Luftsäcke in dem wagerechten Brennstoffventil vorhanden). Grundsätzlich bedeutet aber die Erkenntnis von der Bedeutung des Zündverzuges einen Fortschritt, da sie im Zusammenhang mit der Abhängigkeit des Zündpunktes vom Druck die Wahl der Verdichtung ermöglicht.

Weitere Messungen des Zündverzuges an der laufenden Maschine wären wertvoll, da die Lage des Zeitpunktes gegenüber dem Totpunkt, in dem die Zündung eintritt, den Höchstdruck und somit die Triebwerkbeanspruchung, die Form des Indikatordiagramms, die Verdichtung und den Brennstoffverbrauch bestimmt. Der Zündverzug darf aber nicht der Zeit gleichgesetzt werden, die zwischen Hubbeginn der Brennstoffpumpe und dem Ökanstieg im versetzten Indikatordiagramm verstreicht; vielmehr muß von dieser Zeit der Einspritzverzug abgezogen werden, den man getrennt ermitteln muß, wie Isselman¹⁴⁾ angegeben hat.

Mechanismus der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen

Die Frage, wie das eingespritzte Treiböl nach seiner Zündung im Dieselmotor verbrennt, ist heute noch nicht geklärt; man kennt noch nicht einmal die Zusammensetzung der Treiböle genau, sondern weiß nur, daß sie sehr verwinkelte Gemische von Kohlenwasserstoffen sind, aliphatischen, aus dem Erdöl oder dem Braunkohlenteer, wiegend von der Zusammensetzung C_nH_{2n+2} (Paraffine) bis C_nH_{2n} (Olefine oder Naphthene) in kettenförmiger Verbindung, und aromatischen aus dem Steinkohlenteer, wie Naphthalin-, Fluoren-, Phenanthren- und Anthrazen-Gruppe von ringförmiger Bindung.

Die Verbrennungsgase beider Treibölarten enthalten, wenn man die immer vorhandenen Verunreinigungen abgesehen, die allgemeinen CO_2 und H_2O . Es steht aber fest, daß sich bei der Verbrennung nicht etwa so vollzieht, daß das Treiböl

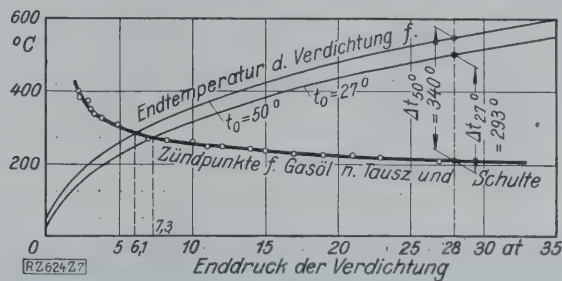


Abb. 7

Endtemperaturen der Verdichtung und Zündpunkte für Gasöl

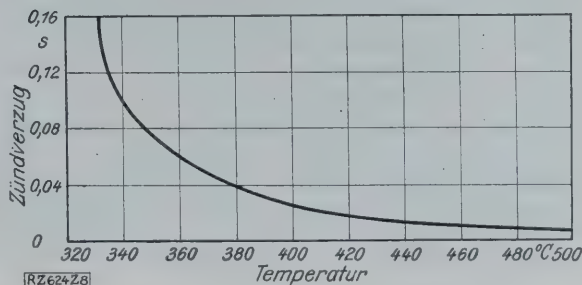


Abb. 8

Zündverzug von Schieferöl in Druckluft von 14 at nach Hawkes

nach der Zündung in C und H zerfällt und diese Elemente dann einfach in dem Sauerstoff der verdichteten Luft verbrennen. Die Verbrennung der Öle verläuft vielmehr sozusagen mechanisch-zwangsläufig über eine große Zahl von Zwischenverbindungen, die bei den Gasölen anders sind als bei den aromatischen Kohlenwasserstoffen.

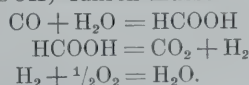
Als Beispiel führt Franz Fischer¹⁵⁾ das Xylol (C_8H_{10}) an; sein Molekül wird beim Erhitzen unter Abspalten der Seitenketten zunächst kleiner, wobei vorübergehend Toluol, Benzol, Äthylen, Methan u. a. entstehen; darauf wird das Molekül wieder größer, es entsteht unter Abspaltung von Wasserstoff Diphenyl ($C_{12}H_{10}$), und unter fortschreitendem Wasserstoffverlust bilden sich immer größere Moleküle, die schließlich gleichsam nur noch große Kohlenstoffskelette sind.

Anders verhalten sich die aliphatischen Gasöle, die für den Dieselmotor in erster Linie in Betracht kommen; sie zerfallen beim Erhitzen in kleinere Moleküle, vor allem in Äthylen (C_2H_4). Wahrscheinlich führt dieser Zerfall auch über das Methan (CH_4), da alle Kohlenwasserstoffe dazu neigen, in diesen wasserstoffreichsten Kohlenwasserstoff und in C zu zerfallen¹⁶⁾. Der Mechanismus der Verbrennung des Äthylens und Methans ist heute bekannt.

Dixon¹⁷⁾ hatte 1884 gefunden, daß ein vollkommen trockenes Gemisch von Kohlenoxyd und Sauerstoff durch den elektrischen Funken nicht zur Explosion gebracht werden könne¹⁸⁾, während es bei Zusatz kleinster Mengen Wasserdampf sofort zünde. Während Dixon aber schloß, daß sich die Verbrennung des CO zu CO_2 nach den Gleichungen



vollziehe, bewies Wieland¹⁹⁾, daß sie auch über Ameisensäure ($HCOOH$) führen müsse:



Indessen auch dieser Mechanismus der Verbrennung des Kohlenoxyds ist noch nicht richtig; denn v. Wartenberg und

¹⁵⁾ Die neuesten Anschauungen über die Vorgänge bei der Verbrennung und der Oxydation der Kohlen, Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis der Kohle Bd. 4 (1920) S. 448.

¹⁶⁾ H. v. Wartenberg, Verbrennungsvorgänge im Dieselmotor Z. Bd. 68 (1924) S. 153.

¹⁷⁾ Conditions of Chemical Change in Gases: Hydrogen, Carbonic Oxide, and Oxygen, Phil. Trans. Roy. Soc. London Bd. 175 (1885) S. 617.

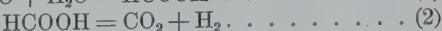
¹⁸⁾ Nach Manchot, Chemiker-Z. Bd. 47 (1923) S. 781, ist trockenes Kohlenoxyd nicht unentzündlich, sondern nur schwer entzündlich.

¹⁹⁾ Zur Verbrennung des Kohlenoxyds, Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellschaft. Bd. 45 (1912) S. 679.

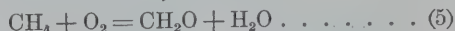
¹³⁾ Fuel Oil in Diesel Engines, „Engineering“ Bd. 110 (1920) S. 786.

¹⁴⁾ Hochdruckmotor mit Einspritzung des Brennstoffes ohne Druckluft, Z. Bd. 67 (1923) S. 658.

Sieg²⁰) haben gezeigt, daß auch Wasserstoffsuperoxyd H_2O_2 , das schon früher bei der Verbrennung von CO gefunden wurde, ein unentbehrliches Zwischenglied der Verbrennung von CO ist:



CO tritt wieder als Endglied in den Verbrennungsgleichungen von Methan und Äthylen auf, also derselben Stoffe, in die die Gasmoleküle während der Verbrennung zerfallen. Die Verbrennungsgleichung von Methan lautet nach Bone und Wheeler²¹)

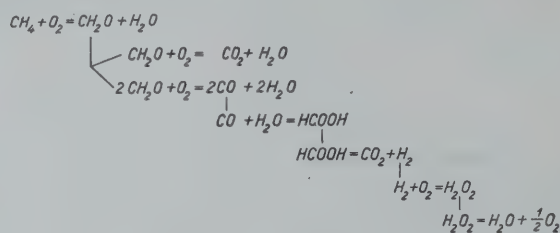


wobei der Formaldehyd CH_2O gleichzeitig nach



und nach $2CH_2O + O_2 = 2CO + 2H_2O \dots \dots \dots (7)$

zu CO_2 und CO oxydiert wird. CO verbrennt dann weiter über HCOOH, H_2 und H_2O_2 zu CO_2 und H_2O . Verbindet man Gl. (5) bis (7) mit Gl. (1) bis (4), so erkennt man, daß das Methan nach folgendem Mechanismus verbrennen muß:

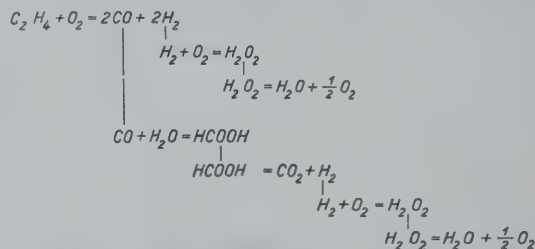


Es treten also nicht weniger als fünf Zwischenglieder auf, nämlich Formaldehyd, Kohlenoxyd, Ameisensäure, Wasserstoff und Wasserstoffsuperoxyd, die aber alle sofort wieder verschwinden, so daß nur CO_2 und H_2O übrig bleiben.

Ähnliches gilt für Äthylen, das gemäß



zu Kohlenoxyd und Wasserstoff verbrennt²²). Der Mechanismus seiner Verbrennung ist also

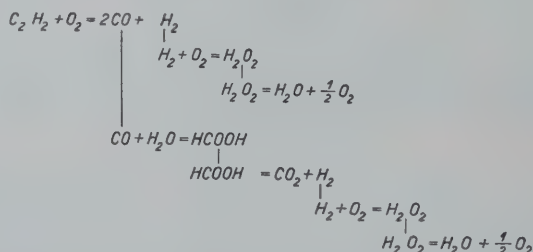


Die Zahl der Zwischenglieder ist hier um eins geringer als beim Methan.

Die Verbrennungsgleichung von Azetylen lautet



folglich der Mechanismus seiner Verbrennung:



In den Verbrennungsgasen des Äthan aus der Paraffinreihe fand Evans²³) u. a. Formaldehyd und Ameisen-

²⁰) Über den Mechanismus einiger Verbrennungen, Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch. Bd. 53 (1921) S. 2192.

²¹) The slow oxidation of methane at low temperatures, Proc. of the Chem. Soc. Bd. 19 (1903) S. 191.

²²) Bone und Wheeler; Journ. Chem. Soc. Bd. 81 (1902) S. 535.

²³) The chemistry of combustion, „The Chemical Age“ Bd. 5 (1921) S. 36.

säure, so daß anzunehmen ist, daß das Äthan einen Methan ähnlichen Mechanismus der Verbrennung hat.

Ist also erwiesen, daß die Gasöle bei ihrer Verbrennung in kleinere Moleküle, in erster Linie Äthylen, Methan zerfallen, so wird es äußerst wahrscheinlich mit den angegebenen Mechanismen der Verbrennung die Endglieder der Verbrennung der Gasöle allgemein gefunden sind. Freilich sind es nur die letzten Abschnitte der Mechanismen; wieviele Reaktionen noch vorher ist nicht bekannt; es ist möglich, daß ihre Zahl sehr groß ist, und es bleibt zu wünschen, daß es der chemischen Forschung gelingt, weitere Aufschlüsse hierüber zu geben. Die Vorgänge bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Dieselmotor der völligen Aufklärung zuzuführen.

Wenn Zündung und Verbrennung des Treiböles in der Dieselmaschine in der angegebenen Weise vor sich geht, so kann man die Frage aufwerfen, wie man die Verbrennungsmechanismen beeinflussen kann, damit die Öle vollständig zu Kohlensäure und Wasserdampf verbrennen. Daß andere Verbindungen entstehen, ist bekannt; man beobachtet nur an den so häufigen rauchenden Auspuff zu sehen. Sind die Auspuffgase nicht sauber, so enthalten sie noch Kohlenpartikel, die nicht reiner Kohlenstoff, sondern hochmolekulare Kohlenwasserstoffe sind²⁴). In diesem Fall hat der Mechanismus der Verbrennung einen unerwünschten Verlauf genommen.

Um das zu vermeiden, darf man u. a. im Verbrennungsraum keine wärmegegeschützten Teile anordnen, die sich auf eine bestimmte Temperaturgrenze, für aliphatische Öle rd. 600°, erhitzen. Noch flüssige Treiböle dürfen mit so heißen Stellen nicht in Berührung kommen, da sonst eine Art von Kracken auftritt; die Folge ist ein rauchiger Auspuff, wovon man sich durch einen Versuch leicht überzeugen kann.

Im übrigen führt die Frage nach der Beeinflussung des Mechanismus der Verbrennung im Dieselmotor auf ein wichtiges Problem der Gemischbildung, die in weit höherem Maße, als man bisher annahm, ein mechanisches Problem ist.

²⁴) K. A. Hofmann und W. Freyer, Wasserlösliche Kohlen aus künstlichen Kohlen, Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch. Bd. 53, S. 2078.

[B 6]

Neue englische Versuchstreckenanlage bei Buxton

Das englische Mines Department hat außer der im Jahre 1908 angelegten Versuchstreckenanlage auf der Alftotsgrube bei Normanton, Yorkshire, in großem Maße eine neue Anlage bei Buxton, Derbyshire, geschaffen, die die zweite englische Versuchsanlage bei Eskmeals, Yorkshire, aus dem Jahre 1911 ersetzen soll.

Auf dem sich über 166 ha erstreckenden Gelände sind zwei aus 16 mm dicken Stahlblechen aufgebaute Versuchstrecken mit 1,2 und 2,3 m Dmr. und 300 und 90 m Länge angelegt. Die Untersuchungen sollen sich zunächst auf die Einwirkung kleiner Öffnungen in der Strecke auf die Ausbreitung von Kohlenstaubexplosionen erstrecken¹). Zu dem Zweck ist die 300 m lange Versuchstreckenanlage, einzelne Stahlblechschüsse von 7,6 m Länge auf einen Abstand von 35 at geprüft sind, mit einer Anzahl verschiedener elliptischer Löcher ausgerüstet, deren Gesamtfläche der Streckenquerschnitt gleich ist. Ein an dem abgeschlossenen Ende der Strecke aufgestellter Lüfter kann einen Vakuumstrom in beiden Richtungen von 6 m/s Geschwindigkeit erzeugen. Längs der Streckenanlage sind mehrere Kammer verteilt, die mit Meßvorrichtungen zur Festlegung von Flammenlänge, Explosionsgeschwindigkeit und -druck weitgehend ausgerüstet sind. Die ähnlich gerichtete 90 m lange Versuchstrecke ist in der gleichen Weise für Untersuchungen von Schlagwetterexplosionen gedacht.

Zur Untersuchung der bei Bränden im Alten Manne treffenden Maßnahmen ist ein besonderes aus Betonbautes Gebäude mit 83 m² Fläche vorgesehen. Der obere Teil des Versuchsraums kann durch Stahlschiebetüren außen luftdicht abgeschlossen und von außen mit Mauerwerk in verschiedenen Mengenverhältnissen beschickt werden, das durch Drahtgaze und Asbestwolle gleichmäßig über die ganze Kammer verteilt wird.

[N 771]

¹) „Engineering“ Bd. 123 (1927), S. 728.

Kurzprüfung von Anstrichstoffen

Von Dr. M. Schulz, Kirchmöser (Havel)

Vorgetragen in der Fachsitzung „Anstrichtechnik“ der 66. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure Mannheim-Heidelberg, 28. Mai 1927

Da die Prüfung von Anstrichstoffen eine mindestens zweijährige Beobachtung erfordert, war die Ausarbeitung von Kurzprüfverfahren notwendig. Auf die Farben wirken die Sonnenstrahlen, der Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit, der Wechsel von Wärme und Kälte, Bestandteile der Rauchgase. Beschreibung von Geräten, die in kurzer Zeit diese Einflüsse nachahmen

Die technische Prüfung der Anstrichstoffe wurde bis vor einigen Jahren meist noch handwerksmäßig mittels Probeanstriche ausgeführt, die längere Zeit Witterung ausgesetzt wurden. Sehr häufig verteilte man aber auf dieses langwierige Prüfverfahren beschaffte Anstrichstoffe auf Grund der Verlässlichkeit oder auch der Anpreisungen der Lackfabriken. Mangels genauer Prüfverfahren muß auch jetzt die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft die Zulassung von Anstrichstoffen davon abhängig machen, mit diesen hergestellten Versuchsanstriche ihre Haltbarkeit beim Betriebs- oder Freilagerversuch während mehrerer Jahre nachweisen. Das Verfahren, das einer natürlichen Erprobung gleichkommt, führt, wenn man den nicht unerheblichen Abweichungen der atmosphärischen Einwirkungen in Deutschland absieht (lange Winter im Norden, starke Sonnen- und Wärmeeinwirkungen im Gebirge und im Süden, größere Luftfeuchtigkeit an der Seeküste als im Binnenland), wohl zu dem Bild der technologischen Eigenschaften von Anstrichstoffen. Da man dieses Bild aber erst nach mindestens zweijährigem Beobachten im Freien erhält, ist dieses Verfahren sowohl für den Verbraucher wie für den Hersteller nicht als allen Anforderungen entsprechend zu bezeichnen.

Zur Vermeidung dieser umständlichen Prüfmethode regte vor sechs Jahren gelegentlich einer Beratung mit Vertretern von größeren Lackfabriken und der wissenschaftlichen Anstrichstoffprüfung im Reichsbahn-Zentralamt, Berlin, an, der Ausgestaltung eines Kurzprüfverfahrens näher zu treten, das gestattet, sich in einer kürzeren Zeit ein Bild von dem Gebrauchswert von Anstrichmitteln zu verschaffen. Davon ausgehend, dieser Gebrauchswert, von Sonderforderungen (wie Säure- und Alkalifestigkeit) abgesehen, durch die Widerstandsfähigkeit der Anstriche gegen die atmosphärischen Einwirkungen dargestellt wird, und daß eine Kurzprüfung in der Einwirkung der wichtigsten in der Luft enthaltenen Stoffe bestehen müsse, die im Wirkungsgrad natürlich verstärkt sind und im häufigen Wechsel wirken, habe ich damals empfohlen, die atmosphärische Einwirkung auf Anstriche in ihre wichtigsten Komponenten zu zerlegen und sie verstärkt und in derholtem Wechsel anzuwenden. Es kommen hierbei folgende Teilwirkungen, nach ihrer Wirksamkeit geordnet in Betracht:

1. die chemisch besonders wirksamen kurzwelligen Strahlen des Sonnenlichts in ihrer Einwirkung sowohl auf trockene Anstriche wie auf Anstriche, die durch Benetzen mit Wasser feucht gehalten werden, Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit, Wechsel von Wärme und Kälte, kommen außerdem die auf Anstriche wie auf Eisen chemisch besonders stark einwirkenden Bestandteile der Rauchgase (schweflige Säure und Kohlensäure) in Betracht.

Die schon im Dezember 1922 in der Nürnberger Sitzung des seiner Zeit vom Reichsverkehrsministerium errichteten Reichsausschusses für Anstrichverfahren mir geäußerte und damals nicht allgemein geteilte Ansicht, daß dem chemisch wirksamen Teile des Sonnenspektrums eine ausschlaggebende Wirkung für die Haltbarkeit von Anstrichen zukommt, wird auch von dem bekannten amerikanischen Forscher Gardner geteilt und kann jetzt wohl als unbestritten gelten.

Die prüftechnische und, als sogenannte künstliche Höhensonne, auch ärztliche Verwendung dieser besonders kurzwelligen Strahlen, die sich wegen ihrer stär-

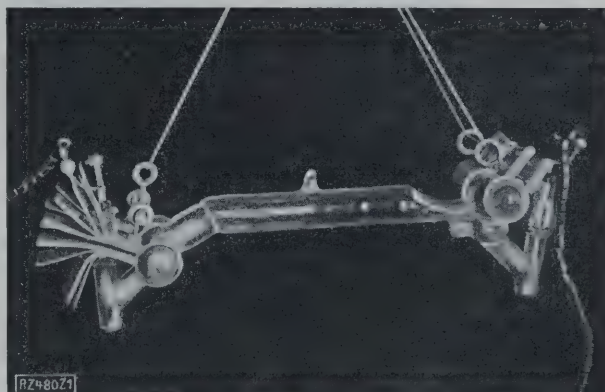


Abb. 1
Quarz-Quecksilberdampflampe

keren Brechbarkeit über das violette Ende des Spektrums hinaus erstrecken und daher ultraviolette Strahlen genannt werden, ist durch die zuerst von Heraeus, Hanau, in den Handel gebrachte Quarz-Quecksilberlampe (Uviollicht), Abb. 1, ermöglicht worden; denn Quarz läßt im Gegensatz zu Glas die von dem glühenden Quecksilberdampf ausgehenden ultravioletten Strahlen ungehindert durch.

Die künstliche Höhensonne der Quarzlampe enthält alle für unsere Prüfzwecke notwendigen Strahlenarten der natürlichen Höhensonne und gibt die höchste überhaupt mögliche Bestrahlungsdichte der natürlichen Sonnenstrahlen wieder, selbst wie diese im Hochgebirge mit Strahlen bis zu 290μ Wellenlänge vorkommt. Sie enthält darüber hinaus aber auch Strahlen von noch kürzeren Wellenlängen, die in der natürlichen Höhensonne nicht vorhanden sind. Diese, wenn man so sagen will, unnatürlich kurzwelligen Strahlen, die bei der Krankheitsbehandlung bei unachtsamer Anwendung der künstlichen Höhensonne sogar zu Zerstörungen der Hautzellen führen können, sind chemisch noch wirksamer als die ultravioletten Strahlen der natürlichen Höhensonne und daher für die Zwecke der Kurzprüfung, die ja die verstärkte Anwendung der atmosphärischen Komponenten zur Voraussetzung hat, besonders geeignet; das für ärztliche Zwecke in Frage kommende Entfernen dieser besonders kurzwelligen, chemisch stark wirksamen Strahlen durch Vorschaltung von Filtergläsern erübrigt sich daher bei der Kurzprüfung. Aus der Tatsache, daß die Strahlen der künstlichen Höhensonne das Sauerstoffmolekül zu spalten und dabei Ozon zu bilden vermögen, ist zu schließen, daß darin Strahlen von weniger als 200μ Wellenlänge vorhanden sind.

Worauf die besondere chemische Wirkung der ultravioletten Strahlen zurückzuführen ist, ist noch nicht geklärt. Physikalisch betrachtet, ist der Energieinhalt dieser Strahlen gering. Man nimmt an, daß die aufprallenden, an sich sehr kleinen Energiemengen sich in punktförmige Wärmezentren umwandeln. Die sehr kleinen, unzähligen Wärmezentren führen, unterstützt von dem aus dem Luftsauerstoff gebildeten Ozon, bei den aus trocknenden Ölen bestehenden Bindemitteln der Anstriche anfangs zu einer schnellen Durchtrocknung und Härtung, schließlich aber zur zerstörenden Oxydation und Verrottung der Oberfläche.

Bei den in den letzten Jahren wegen ihrer schnellen Verarbeitungsfähigkeit zu weitgehender Verwendung gelangten Nitrolackfarben, deren Bindemittel im

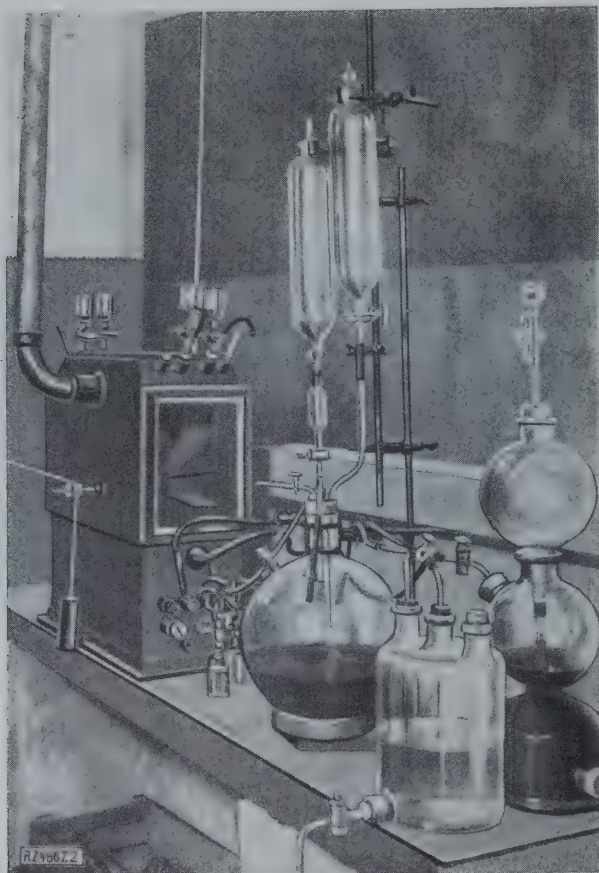


Abb. 2
Wetterapparat der I.-G. Farbenindustrie

wesentlichen aus der die Eigenschaften eines leicht zerfallenden Sprengstoffes aufweisenden Nitrozellulose besteht, äußert sich die Wirkung dieser auf den ultravioletten Teil der Sonnenstrahlen zurückzuführenden Wärmezentren in Zerfallerscheinungen der Nitrozellulosemoleküle. Die Wetterbeständigkeit der Nitrolackfarben wird daher die der lein- oder lözlackhaltigen Farben nicht erreichen. (Vergl. Erläuterung zu Abb. 11.) Ihre Haltbarkeit wird aber um so größer werden, je mehr es der Anstrichfarbenindustrie gelingt, die leicht zerfallende Nitrozellulose durch andre widerstandsfähigere Stoffe von gleich guter Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln zu ersetzen. Dieser Weg ist von den Lackfabriken bereits durch den ständig steigenden Zusatz von Weichmachungsmitteln, Harzen und fetten Ölen mehr oder weniger bewußt beschränkt worden.

Die für die Kurzprüfung wichtige an zweiter Stelle genannte atmosphärische Teilwirkung: Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit, ist die vermehrte Wiedergabe einer in unseren Breitengraden häufigen atmosphärischen Beanspruchung der Anstriche. Der Aufbau eines Anstriches stellt mit seinen drei Farbfilmen (Grundanstrich, erster und zweiter Deckanstrich), kolloidchemisch betrachtet, disperse Systeme, und zwar im wesentlichen Teile Gele dar, die ähnlich wie z. B. eine Leimschicht, bei der Einwirkung von Wasser, sei dieses flüssig oder dampfförmig, unter Wasseraufnahme quellen und in trockener Luft Wasser z. T. wieder abgeben. Ebenso wie die häufige Wiederkehr starker mechanischer Beanspruchungen im Eisen zu molekularen Umlagerungen und Ermüdungserscheinungen führt, tritt bei dem häufigen Wechsel von Aufquellen und Austrocknen allmählich ein Nachlassen der Elastizität des Anstriches ein.

Die durch die ultravioletten Strahlen bewirkte Verhärtung der Farbhaut, vermehrt durch die beim wiederholten Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit eintretende Elastizitätsverminderung, führt zum Altern des

Anstriches, das sich durch stumpfes Aussehen und digwerden kenntlich macht. Wird der schon unter Einflüssen alternde Anstrich überdies dem als atmosphärische Komponente angegebenen Wechsel Wärme und Kälte mehrfach ausgesetzt, so vermag Ausdehnung und Zusammenziehung des als Ansträger benutzten Eisens nicht mehr zu folgen, die Risse im Anstrich sind größer als die Kohäsion Teilchen, und es bilden sich Risse, durch die das z. T. freigelegt und dem Rostangriff ausgesetzt wird.

Die als wirksamster Bestandteil der Rostschutzschicht schließlich bei der Kurzprüfung verwendete Schwefelsäure wirkt in zwei Richtungen. Einmal wirkt sie auf die trocknenden Öle und auf die in Mineralsäure löslichen Farbkörper zersetzend ein, vergrößert dabei z. T. das Volumen und lockert den Zusammenhang des Anstriches, außerdem beschleunigt sie das Rosten der durch das Rosten des Anstriches freigelegten und mit Luft und Feuchtigkeit in Berührung kommenden Teile der Eisenplatte. Je stärker die Rosterscheinungen sind, als um so vorgeschritten muß die Verrottung des Anstriches angesehen werden. Der Verrostungsgrad des Eisens zeigt also den Verrostungsgrad des Anstriches.

Neben der Kurzprüfung von Anstrichen auf Eisenplatten in der eben geschilderten Weise gibt es auch die Feststellung der mechanischen Eigenschaften der Anstrichfilme, d. h. der durch bestimmte Behandlung hergestellten freien Anstrichhäute, brauchbare Hinweise für die Beurteilung von Anstrichfarben. Als solche mechanischen Eigenschaften kommen in Frage: Zerreißeigenschaft, Dehnbarkeit und Elastizität. Die hierfür erforderlichen Zahlen müssen aber vorsichtig ausgewertet werden, insbesondere ist es nicht angängig, von mehreren Anstrichfarben ohne weiteres diejenige als die beste zu bezeichnen, deren Film die höchste Dehnungsfähigkeit zeigt. So wichtig für die Güte eines Anstriches eine gute Dehnbarkeit ist, wichtiger noch ist es, daß er möglicherweise eine hohe Festigkeit und Härte hat. Da Dehnbarkeit und Härte zueinander im Gegensatz stehen, wird die Forderung in einem Kompromiß zwischen Festigkeit und Dehnbarkeit zu suchen sein. Schließlich braucht ein Anstrich nicht wesentlich dehnbarer zu sein, als die Flächenausdehnung des Untergrundes Eisen (unter dem wechselnden Einfluß von Kälte und Wärme) oder Holz (unter dem wechselnden Einfluß von Trockenheit und Feuchtigkeit) vermag.

Die ebenfalls als eine Kurzprüfung zu betrachtende physikalische Prüfung von Anstrichfilmen auf Festigkeit und Dehnbarkeit wird nach drei Richtungen ausfallen sein:

1. muß der Zeitraum zwischen Herstellung der Anstrichprobe und Vornahme der Zerreißeprüfung festgelegt werden,

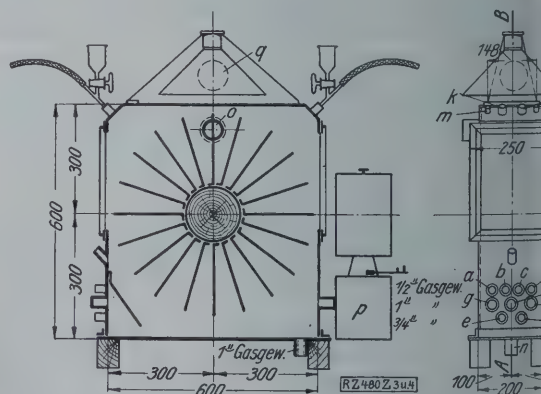


Abb. 3 und 4
Gerät zur Prüfung der Wetterbeständigkeit von Anstrichstoffen

- | | |
|-----------------------|--|
| a kalte Luft | i, p Zugangsrohre für etwa zu verwendende andre Angriffsstoffe |
| b warme Luft | k Beregnung |
| c feuchte Luft | l Flugasche |
| d Ammoniak | m Thermometer und Hygrometer |
| e Schwefelwasserstoff | n Abfluß |
| f schweflige Säure | o Abzug |
| g Kohlensäure | q Beleuchtung |
| h Dampf | |

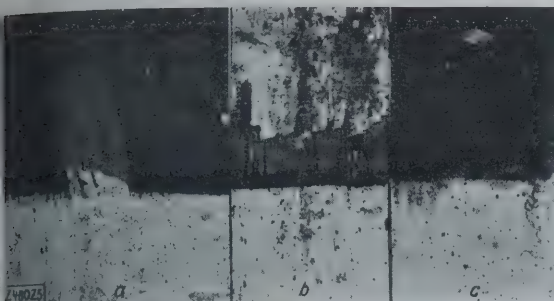


Abb. 5. Vergleich zwischen den Ergebnissen der Kurzprüfung und der natürlichen Verwitterung
a, b, c abgelaugter Teil der drei Versuchstafeln
a Hauptkanal b Wetterapparat c Wasserdampf

müssen die Filme während dieser Zeit in einem Raum von gleichbleibender relativer Luftfeuchtigkeit (zweckmäßig 65 vH) lagern und vor allem empfiehlt es sich, junge Filme bezüglich ihrer Festigkeit und Dehnbarkeit mit natürlich und mit künstlich gealterten Filmen zu vergleichen. Die künstliche Alterung kann durch Bestrahlen mit Uviollicht wie auch durch Erwärmen bis höchstens 90° bewirkt werden.

Von den in den letzten Jahren entstandenen Kurzverfahren sollen diejenigen beschrieben werden, die Nachprüfung und Bewertung der Deutsche Versuchsanstalt für die Materialprüfungen der Technik, A. 10, gemeinsam mit der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft übernommen hat.

Kurzprüfungen durch bloße Einwirkung von schwefliger Säure unter Mitwirkung von feuchter Wärme auf die Versuchsanstriche werden seit mehreren Jahren von der Versuchsanstalt Gustav Ruth A.-G., Wandsbek, vorgenommen. Dieses Verfahren hat nach Angabe der Firma bei der verschiedenen Erprobung neuartiger Anstrichmittel als Bestprobe zu brauchbaren Ergebnissen geführt. Die Lackfabrik G. Ruth wendet also bei ihrem Kurzprüfverfahren ultraviolette Strahlen nicht an.

Einen ähnlichen Standpunkt hierin nimmt das Leuna-Werk der I.-G. Farbenindustrie ein. Das zur Wetterbeständigkeitsprüfung verwendete Gerät zeigen Abb. 2 und 4. Die Versuchsplatten werden 14 Tage lang einer Wärmebehandlung unter zeitweiligem Zuleiten von Dampf ausgesetzt und dann 14 Tage lang einer Kältebehandlung durch Verwendung von flüssiger Luft. Die dem Leuna-Werk mit seinen viele Kilometer langen Eisenrohrleitungen im großen Umfange zur Verfügung stehenden Versuchsanlagen gestatten einen guten Vergleich der im Kurzprüfverfahren gewonnenen Ergebnisse mit den Bestprobeergebnissen. Da im Leuna-Werk wie auch in anderen chemischen Großbetrieben durch die zahlreich vorhandenen Kühltürme mit einer verhältnismäßig starken und dauernden Feuchtigkeitseinwirkung zu rechnen ist und außerdem verschiedene Industrieabfälle in anormal großen Mengen zur Einwirkung gelangen, ist das Versuchsgerät des Leuna-Werks in Anlehnung an die Betriebsbeanspruchungen der Anstriche so gehalten, daß man alle Arten von Gasen, insbesondere Ammoniak und Schwefelwasserstoff, auf die Versuchsplatten einwirken lassen kann.

Man wird das Ergebnis von Kurzprüfungen unter dem Einfluß solcher Gase nicht ohne weiteres in Vergleich mit dem von Kurzprüfungen stellen können, bei denen die Wetterbeständigkeit im allgemeinen, d. h. die Widerstandsfähigkeit von Anstrichen nur gegen die Normalatmosphäre, angegeben werden soll, und bei denen von Gasen bloß in Industriegebieten gewöhnlich vorkommenden Rauchgasbestandteile (SO_2 und CO_2) mitwirken. Der Vergleich zwischen den Ergebnissen der Kurzprüfung und der natürlichen Bewitterung zeigt nach den Feststellungen des Leuna-Werks stets gute Übereinstimmung, Abb. 5.

Der untere (helle) Teil der drei Versuchstafeln ist durch Abwaschen von dem Anstrich befreit, wodurch die gleichmäßige Verteilung der dunklen Roststellen auf den Tafeln deutlich zu Tage tritt.

Wenn das Leuna-Werk eine besondere Wirkung der ultravioletten Strahlen bei ihren Versuchen nicht hat feststellen können, so ist dies wahrscheinlich vor allem darauf zurückzuführen, daß der anstrichzerstörende Einfluß der in diesem chemischen Großbetrieb neben den natürlichen in der Luft enthaltenen Stoffen vorkommenden besonderen Industriegase (NH_3 und H_2S) stark überwiegt.

Ebenso wie die Reichsbahn legt auch Gardner bei seinem Kurzprüfverfahren besonderen Wert auf die Verwendung von Uviollicht. Das sogenannte Gardner-Rad, Abb. 6, verwenden die Zöllner-Werke A.-G., Berlin-Neukölln. Die bei der Erprobung neuer Anstrichmittel gemachten Erfahrungen sind nach Angabe der Zöllner-Werke, die bereits mehrere dieser Räder benutzen, sehr befriedigend. Bei diesem Gerät werden die Versuchsanstriche bei jeder Umdrehung des Rades an einer Uviollampe und einer Heizlampe vorbei und außerdem durch kaltes Wasser geführt. Hierdurch soll die bisherige Dauerprüfung auf Wetterbeständigkeit auf ein Siebentel der Zeit abgekürzt werden¹⁾. Die Konstruktion dieses Gerätes erscheint mir insofern noch nicht ganz zweckmäßig, als nur etwa die Hälfte der in der Quarzlampe erzeugten Strahlen einwirkt. Der über der Quarzlampe angebrachte Metallschirm soll die den Versuchsanstrichen abgewendete Hälfte der Strahlen durch Reflektion zur Geltung bringen. Die Wirkung eines Reflektors bei dieser Art Strahlen ist jedoch nur geringfügig, weil die kurzwelligen Strahlen nicht reflektiert, sondern zum größten Teil verschluckt werden.

Die Chemisch-Technische Reichsanstalt hat für die Schnellprüfung von Anstrichen eine dem Gardner-Rad ähnliche Einrichtung, Abb. 7, getroffen. Sie unterscheidet sich aber von dem Gardner-Rad dadurch, daß gleiche Anstriche (auf fünf verschiedenen Platten) durch fünf Tauchbäder geleitet werden, wobei sie in diesen gleichzeitig fünf verschiedenen Beanspruchungen durch Wasser, Säuren, Alkalien oder Salzlösungen unterworfen werden können. Die ursprüngliche Prüfungsanordnung ohne Benutzung der

¹⁾ Vergl. Schmidinger, „Korrosion und Metallschutz“, Bd. 2 (1926) S. 24.



Abb. 6
Gardner-Rad der Zöllner-Werke, A.-G.

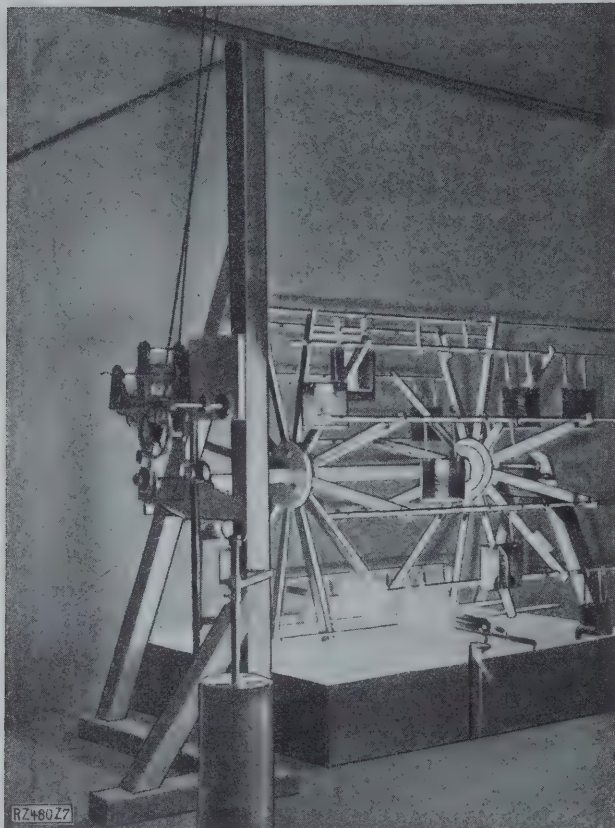


Abb. 7
Tauch- und Bestrahlgerät der Chemisch-
Technischen Reichsanstalt

Quarzquecksilberlampe ist auch auf gleichzeitige Bestrahlung mit Uviollicht ausgedehnt worden²⁾). Das Gerät wird durch ein Uhrwerk angetrieben. Die zu prüfenden Anstriche werden während einer Dauer von 20 min durch die Flüssigkeiten geführt und dann 40 min der Lufteinwirkung und der Bestrahlung ausgesetzt. Nach dem vorgenannten Jahresbericht der Chemisch-Technischen Reichsanstalt entsprechen die Kurzprüfungsergebnisse gut den Ergebnissen der Freilagerversuche.

²⁾ Vergl. Chemisch-Technische Reichsanstalt (1924/25) Jahresbericht 4.

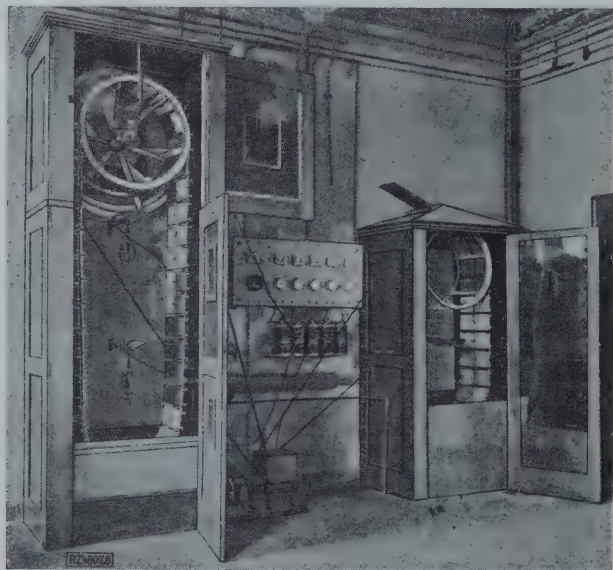


Abb. 8
Uviol-Bestrahlgerät der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft

Die bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft verwendeten beiden Bestrahlgeräte, Abb. 8, sind mit zwei Quarzlampen versehen und können 76 und also insgesamt 128 Versuchsplatten von je 125×200 mm Größe zur gleichzeitigen Bestrahlung aufnehmen. Um infolge Absorption durch Reflektoren wie beim Gar Rad entstehenden Verlust an Uviolstrahlen zu vermeiden werden die Versuchsplatten um die in der Mitte befindlichen Lichtquellen im Abstand von 300 mm durch ein Kettenband herumgeführt, das durch ein im Kugellager laufendes Rad so in gleichmäßiger Bewegung erhalten wird, das Kettenband in 3 min einmal umläuft. Die als Träger der Versuchsanstriche dienenden Eisenplatten werden durch Bestrahlung auf 30 bis 50° erwärmt. Durch mehr oder weniger weites Öffnen der am Schrank oben angebrachten Abzugklappen kann die Temperatur im Inneren des Schrankes und damit die der Versuchsplatten geregelt werden.

Im unteren Teile der Bestrahlgeräte ist ein Flüssigkeitsbehälter angebracht, dessen Inhalt durch eine Kältemaschine in Verbindung stehende Kühlschlangen auf 0° und darunter abgekühlt, wie auch durch eine Heizschlange beliebig erwärmt werden kann. Die durch Bestrahlung auf 30 bis 50° oder durch Einschalten einer besonderen Heizlampe noch höher erwärmten Versuchsanstriche können also bei jedem Durchgang durch den Flüssigkeitsbehälter einem regelmäßig wiederholten sehr raschen Temperaturwechsel unterworfen werden. Durch

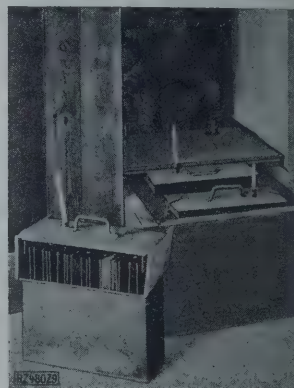


Abb. 9
Gefrierkasten

leeren des Behälters ist die Möglichkeit gegeben, die Versuchsanstriche nicht nur unter ständiger Feuchterhaltung, sondern auch im trocknen Zustand den Uviolstrahlen auszusetzen.

Die durch die Bestrahlung hervorgerufene Verwitterung der Anstriche besteht in einem schnelleren Trocknen und Härten, so daß die Wirkung der Bestrahlung als ein künstliches Altern zu bezeichnen ist. So alternde Anstrich wird unter dem Einfluß von häufigem Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit und Wärme und Kälte zum Quellen und Schrumpfen und schließlich zum Spröde- und Rissigwerden gebracht. Derartige Anstriche, die wegen seiner Sprengwirkung auf verhärtete Oberflächen eine wichtige Einwirkung gefrierender Feuchtigkeit wird, werden wiederholtes Einhängen der mit Wasser gesättigten Versuchsanstriche in einen Kühlbehälter von -5° nachgeprüft. Abb. 9.

Da die durch diese Behandlungsweisen hervorgerufene Verrottung des Anstriches, abgesehen vom Kreidigwerden und Verlust des Glanzes, für das Auge nicht immer leicht genug zutage tritt, kommt die Behandlung mit einem Schwefligsäure-Luftgemisch von 1 vH SO_2 -Gehalt in Betracht. Abb. 10. Die schweflige Säure hat, als schädlichste Bestandteile der Rauchgase, die für den Versuchszweck eine giftige Eigenschaft, nicht nur die ölhaltigen Bindemittel der Anstriche anzugreifen, sondern beim Zusammentreffen mit ungeschütztem Eisen auf dieses im Verein mit Feuchtigkeit und dem Sauerstoff der Luft stark angreifend einzulösen und damit den Verrottungsgrad des Anstriches kennzeichnen.

Um ein Bild von der Wetterbeständigkeit eines Anstriches zu haben, muß man den geschilderten Gang

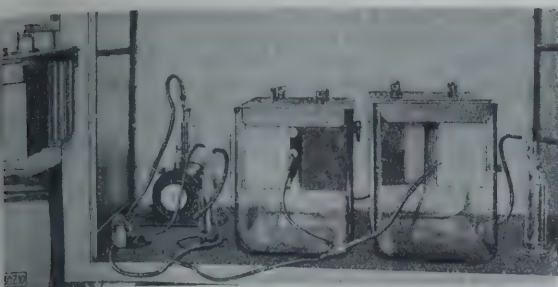


Abb. 10
Behandlung des Anstriches mit SO_2 und CO_2

zprüfung im allgemeinen sechsmal auf den Versuchstrich einwirken lassen. Hierfür sind etwa sechs Wochen erforderlich. Diese Zeit ist für ein Verfahren, das als zprüfung bezeichnet wird, noch reichlich lang. Es ist zu bedenken, daß der Gewinn gegenüber der für ilagerversuche erforderlichen Zeit schon recht groß und daß eine Überspannung der Einwirkung der osphärischen Teilwirkungen in bezug auf Energiewand und häufigen Wechsel wohl zum schnelleren rotten und Zerstören von Anstrichen führen kann, daß mit aber auch die Gefahr erhöht wird, Ergebnisse zu alten, die von denen der natürlichen atmosphärischen wirkung zu stark abweichen.

Die Versuche, die Dauer der Kurzprüfung auf eine noch zere Zeit zusammenzudrängen, werden natürlich fortsetzen sein; maßgebend muß jedoch immer bleiben, daß stets zum Vergleich heranzuziehenden Anstriche mit ben, deren technologische Eigenschaften man auf und langdauernder Freilagerversuche genau kennt, nach Kurzprüfung ein dem natürlichen Verrottungszustand sprechendes Aussehen zeigen. Für solche Anstriche endet man Bleiweiß, Zinkweiß und Lithopon. Den d der Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der zprüfung und der Dauerprüfung zeigen Abb. 11 und 12. In Abb. 11 geben die Tafeln *a* bis *d* die Ergebnisse von ilagerversuchen, die Tafeln *e* bis *h* die von Kurzprüfunz wieder. Die Freilagerversuche haben drei Monate, die zprüfungen drei Wochen gedauert. Die Tafeln *a* und *e*

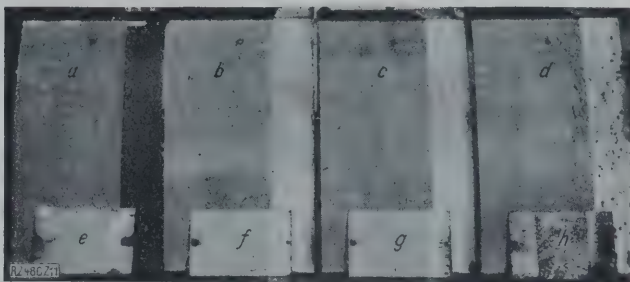


Abb. 11
Versuchsanstriche, im Freien aufgehängt und kurzgeprüft

a bis *d* Ergebnisse von Freilagerversuchen : *e* bis *h* Ergebnisse von Kurzprüfungen *a* und *e* mit Ölbleimennige grundiert, *b*, *c*, *d*, *f*, *g*, *h* mit verschiedenen Nitrolacken in Verbindung mit Zinkweiß grundiert

sind mit Ölbleimennige grundiert, haben in der Mitte einen Deckanstrich und am linken Rand zwei Deckanstriche von getöntem Zinkoxyd in Leinölfirnis. Die andern Tafeln sind statt mit Bleimennige mit verschiedenen Nitrolacken in Verbindung mit Zinkweiß als Farbkörper grundiert und darauf wie die Versuchstafel *a* mit einem oder zwei Deckanstrichen von Zinkoxydfarbe versehen worden.

Zweck dieser Versuche war, festzustellen, ob Nitrolackfarben wegen ihrer angeblichen Wasserundurchlässigkeit geeignet sind, Bleimennigeanstriche als Rostschutzmittel zu ersetzen oder zu ergänzen. Das Ergebnis zeigt bei der Kurzprüfung wie beim Freilagerversuch übereinstimmend die Überlegenheit der Bleimennige. Bei der Kurzprüfungstafel *e* zeigt sich die stark bleichende Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Bleimennigegrundierung im Gegensatz zum Freilagerversuch, bei dem eine bleichende Wirkung des Sonnenlichts, da die Tafeln im Winter aufgehängt waren, nicht zur Geltung gekommen ist, der Men-nigegrund noch rot geblieben ist und daher auf dem Lichtbild dunkel erscheint. Die nach rechts zunehmende Verwitterung der drei mit Nitrolackfarbe grundierten Tafeln tritt bei den Kurzprüfergebnissen in einer den Freilager-versuchsergebnissen entsprechenden Steigerung in Erscheinung.

Abb. 12 gibt nach drei verschiedenen Zeitabschnitten aufgenommene Lichtbilder von vier Eisentafeln wieder, die den gleichen zweimaligen Lithopon-Leinölfirnisanstrich erhalten haben, wobei aber die Tafeln *a*₁, *b*₁, *c*₁, *a*₃, *b*₃, *c*₃ vor dem Anstrich durch Sandstrahlbehandlung von der Walzhaut befreit worden sind, während auf den Tafeln *a*₂, *b*₂, *c*₂, *a*₄, *b*₄, *c*₄ die Walzhaut erhalten geblieben ist. Die Tafeln *a*₁, *a*₂, *b*₁, *b*₂, *c*₁, *c*₂ stellen Kurzprüfungsergebnisse, die Tafeln *a*₃, *a*₄, *b*₃, *b*₄, *c*₃, *c*₄ Freilagerversuchsergebnisse dar. Die Tafeln *a*₁ und *a*₂ geben die Kurzprüfergebnisse

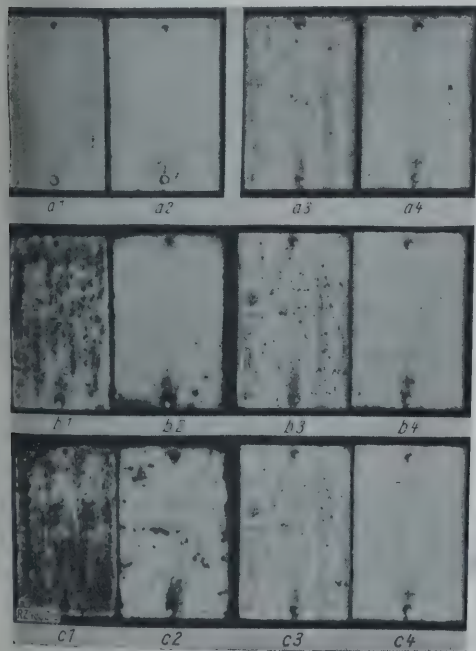


Abb. 12
Lichtbilder von vier Eisentafeln mit gleichem Anstrich, nach drei verschiedenen Zeitabschnitten aufgenommen.
*a*₁, *a*₂, *b*₁, *b*₂, *c*₁, *c*₂ Kurzprüfung
*a*₃, *a*₄, *b*₃, *b*₄, *c*₃, *c*₄ Freilagerung

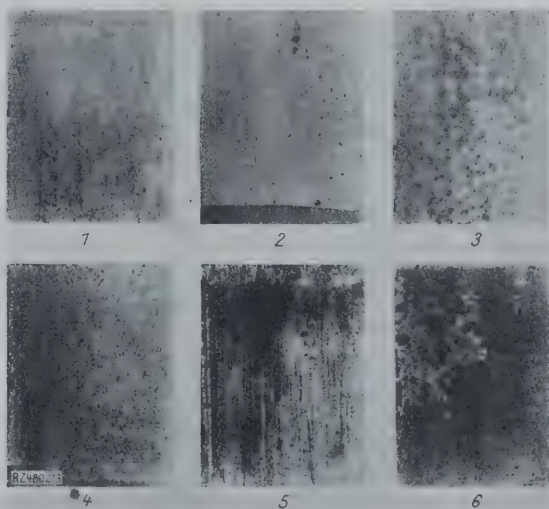


Abb. 13
Verrottungsgradskala der I.-G. Farbenindustrie

nach zwei Wochen, die Tafeln b_1 , b_2 nach vier Wochen und die Tafeln c_1 und c_2 nach sechs Wochen wieder. Die Tafeln a_3 und a_4 geben die Freilagerversuchsergebnisse nach acht Wochen, die Tafeln b_3 und b_4 nach zehn Wochen und die Tafeln c_3 und c_4 nach zwölf Wochen wieder. Die Tafeln a_1 , a_2 , b_1 , b_2 , c_1 , c_2 lassen den schnellen Verrottungsfortschritt im Verlauf des Kurzprüfungsganges deutlich erkennen, während die Tafeln a_3 , a_4 , b_3 , b_4 , c_3 , c_4 als Freilagerversuchsergebnisse einen naturgemäß langsameren, aber ebenfalls deutlich erkennbaren Verrottungsfortschritt zeigen. Das Ergebnis der Kurzprüfungen entspricht somit gut dem der Freilagerversuche. Außerdem zeigt der Vergleich der Tafeln a_1 , b_1 , c_1 , a_3 , b_3 , c_3 mit den Tafeln a_2 , b_2 , c_2 , a_4 , b_4 , c_4 deutlich, daß die von der Walzhaut befreiten Eisentafeln durch den Anstrich erheblich weniger geschützt werden als die Eisentafeln, bei denen die Walzhaut erhalten geblieben ist.

Je mehr man von Kurzprüfungen solcher Art Gebrauch macht, um so notwendiger ist es, sich über gewisse Normen für die Größe der dabei entstehenden Rosterscheinungen zu einigen. Die von der I.-G. Farbenindustrie in Verrottungsgrad 1 bis 6 eingeteilte Skala, Abb. 13, gibt eine brauchbare Grundlage für diese Normung.

Wenn nun die Frage aufgeworfen werden würde, welches der beschriebenen Kurzprüfverfahren als das geeignetste anzusehen und allgemein einzuführen sei, so wäre eine Antwort darauf zur Zeit verfrüht. Wir stehen hier am Beginn einer Prüfungsart, deren Weiterentwicklung oder gar endgültige Form jetzt noch nicht genügend zu übersehen ist, und die, wie hier nebenbei bemerkt sein mag, nicht nur auf Anstrichmittel beschränkt bleiben, sondern, zweckentsprechend abgeändert, auf alle Stoffe angewendet werden soll, die beim Gebrauch den atmosphärischen Einwirkungen in besonderem Maße ausgesetzt sind, z. B. Textilien, Gummischläuche für Zugheizung und -bremsen, Dacheindeckungsstoffe usw.

Ein vorläufiger Vergleich der beschriebenen Kurzprüfverfahren ist durch den Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik, Ausschuß 20, in die Wege geleitet worden. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, diesem Ausschuß vertreten ist, hat eine große Zahl verschiedenartiger Anstriche an sechs verschiedenen Standorten Deutschlands ausgehängt, wobei in der Auswahl der Anstriche die Unterschiede der klimatischen Verhältnisse Deutschlands berücksichtigt worden sind. Diese große Zahl von Freilagerversuchen mit verschiedenen Anstricharten bildet eine Grundlage für die technologische Bewertung der verschiedenen Anstrichstoffe, die ein zum großen Teil noch unbekanntes Gebiet ist; dann aber sollen die hier gewonnenen umfangreichen Unterlagen die Vergleichsgrundlage für die Beurteilung von Kurzprüfsergebnissen bilden, die mittels der beschriebenen fünf Verfahren an Versuchsanstrichen durchgeführt werden, die mit den gleichen Verfahren hergestellt sind wie die Freilageranstriche.

Durch den Vergleich von Kurz- und Langprüfungen wird man wertvollen Aufschluß darüber erhalten, welche der fünf Kurzprüfverfahren den verschiedenen atmosphärischen Beanspruchungen am nächsten kommen und ob und welche Verstärkung oder Abschwächung einzelner Einwirkungsarten geboten ist. Bei diesen sich scheinlich auf mehrere Jahre erstreckenden Arbeiten werden die geeignetsten Prüfungskomponenten jedes Verfahrens allmählich hervortreten, so daß wir im Laufe der Zeit zu einer Annäherung der verschiedenen Arbeitsverfahren und endlich zu einem Einheitsverfahren kommen werden, das unter Weglassung des Zusatzwortes „Kurz“ etwa als Verwitterungsprüfung von Anstrichstoffen zu bezeichnen wäre. [B 4]

Amerikanische Hochspannungskabel für 132 kV

In Amerika sind zwei Hochspannungskabel mit hohler Ader, Bauart Pirelli¹⁾, verlegt worden, die sich im Betrieb wohl gut bewährt, aber anscheinend bei der Verlegung und bei Instandsetzungen einige Schwierigkeiten bereitet haben. Das veranlaßte die Public Service Electric & Gas Co. of Newark, N. J., Versuche mit neuen Hochspannungskabeln für 132 kV zu machen²⁾. Die einadrigen Kabel wurden von drei Firmen geliefert, denen es freigestellt war, wie sie die Kabel ausführen wollten; es war lediglich zur Bedingung gemacht worden, daß die Kabel bei der Abnahmeprüfung den Anforderungen entsprächen.

Die Standard Underground Cable Co. lieferte ein Kabel mit hohler Ader und Fettfüllung, Abb. 1. Der Bleimantel ist innen gerieft, damit das Öl von den Verbindungsstellen aus besser fließen kann. Das Kabel ist 24 mm dick mit getränktem Papier isoliert; um die Isolation ist ein metallisches Papierband gewickelt.

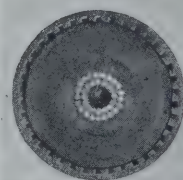
Die Safety Cable Co. lieferte ein Kabel von der bei rd. 70 kV gewählten Ausbildung mit verseilten Ader, Abb. 2. Die Isolation ist ebenfalls 24 mm dick. Die einfache, normale Ausführung des Kabels erscheint besonders bemerkenswert.

Bei dem Kabel der Okonite-Callender Cable Co. ist der Leiter geteilt, Abb. 3. In der Mitte befindet sich eine verseilte Ader; um diese herum, durch eine 6 mm dicke Papierschicht isoliert, ist der andere Teil des Leiters als hohle zweite Ader gewickelt. Die äußere Isolation um diese Hohlader ist 25 mm dick.

Die Kabelverbindungen wurden bei zwei Kabeln mit Maschinen nach dem Verfahren der Underground Cable Co. hergestellt³⁾; die Okonite-Callender Cable Co. benutzte für die Verbindungsstellen ihres Kabels Papier und getränkte Bänder, die mit der Hand gewickelt wurden. Über dieses Verfahren soll später Näheres veröffentlicht werden, wenn es sich bewährt hat.

Die Kabelrohre bestehen aus Fiber und sind in Beton eingebettet in drei verschiedenen Anordnungen:

1. vier Rohre senkrecht übereinander, von denen das dritte von oben leer ist und nur zu Messungen dient;
2. vier Rohre wagerecht nebeneinander, von denen eines der äußeren leer ist zu Messungen;
3. je zwei Rohre in zwei Reihen; ein Rohr der unteren Reihe ist leer zu Messungen.



RZ 697 Z-3

Abb. 1
Hohlkabel mit Fettfüllung und gerieftem Bleimantel der Standard Underground Cable Co.

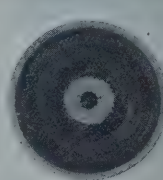


Abb. 2
Verseiltes Kabel normaler Bauart der Safety Cable Co.

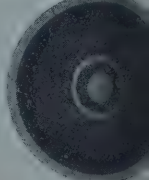


Abb. 3
Kabel mit geteilter Ader der Okonite-Callender Cable Co.

In jedem Rohr, in dem ein Kabel liegt, sind in verschiedenen Querschnitten je drei Thermolemente angebracht auf dem Kabelmantel, an der Rohrwand und in dem Raum zwischen Rohrwand und Kabel; in den leeren Rohren sind je zwei Thermolemente senkrecht übereinander in einem Abstand von der Wand angebracht. Außerdem sind Thermolemente auf dem ganzen Umfang der (bei Anordnung 1 und 2) rechteckigen oder (bei Anordnung 3) quadratischen Betonumwehrung verteilt.

Weiterhin wurde in einem Querschnitt ein 5,5 m tiefes, 1,8 m tiefes Netz von Thermolementen im Erdboden recht zu den Kabelrohren eingebettet; die oberste Reihe der Thermolemente, die 300 mm Abstand voneinander liegt 200 mm unter der Oberfläche; in der Nähe der Leitung sind die Abstände der Thermolemente auf 1 m verringert. Zur Messung plötzlicher Spannungserhöhungen ist ein dreiphasiger Klydonograph⁴⁾ eingebaut. Bei der Verlegung des Kabels wurde die erforderliche Zugkraft einem Dynamometer gemessen; der Höchstwert betrug rd. 700 kg; der höchste plötzliche Zug betief sich auf rd. 2400 kg. Während des Verlegens wurde das Kabel mit Fett geschmiert.

Seit dem 1. Juni d. J. ist das Kabel unter voller Last in Betrieb; über die umfangreichen Prüfungen, die nicht abgeschlossen sind, ist ein ausführlicher Bericht zu erwarten. [M 697]

¹⁾ Z. Bd. 69 (1925) S. 1335. ²⁾ „Electrical World“ Bd. 90 (1927) S. 57.
³⁾ Journal of the Am. Inst. of El. Eng. Bd. 46 (1927) S. 252.

⁴⁾ Z. Bd. 68 (1924) S. 859 und Bd. 71 (1927) S. 1013.

Ein neuer Zähigkeitsprüfer (Viskosimeter)

Von Dr. phil. Albrecht und Dipl.-Ing. Wolff, Göttingen

Das neue Gerät zeichnet selbsttätig die Dämpfung eines Pendels auf, das in Öl schwingt. Diese Dämpfung ist ein Maß der Zähigkeit. Das Gerät erlaubt daher ohne Umbau, sehr hohe bis sehr geringe Zähigkeiten zu messen, insbesondere auch von Farben, verschmutzten oder graphitierten Ölen bei beliebigen Temperaturen.

Zweck des Gerätes

Das Gerät dient dazu, in kürzester Zeit Zähigkeits-Temperaturkurven von Flüssigkeiten mit möglicher Genauigkeit schriftlich aufzunehmen. Besonderer Zweck ist, die den übrigen Zähigkeitsprüfern anhaftenden Nachteile zu vermeiden, die sich bei fortwährender Anwendung in der Versuchsanstalt Göttingen der Deutschen Reichsbahn gezeigt haben. Die Anregung zum Bau des Gerätes sowie seine grundsätzliche Grundform gab der Leiter dieser Abteilung, Herr Dr. Müller.

Die Mängel der bisherigen Geräte sind:

Engler-Gerät:

geringe Genauigkeit beim Umrechnen auf absolute Zähigkeitswerte von 1 Englergrad an abwärts; sehr lange Versuchsdauer bei hohen Zähigkeiten, selbst bei Anwendung des Zehntelgefäßes (Zylinder mit 20° im Zehntelgefäß $\frac{1}{2}$ h, Mineralöl bei 20° im großen Gefäß $\frac{3}{4}$ h); Unmöglichkeit über 150° Messungen vorzunehmen; Veränderung der Ausflußkapillare durch Wärmeausdehnung).

Kapillargeräten:

Unterbrechung der Kurvenaufnahme durch Ausscheln der Kapillaren; lange Versuchsdauer bei hohen Zähigkeiten; häufiges Zerbrechen der Kapillaren bei starkem Gebrauch.

Das neue Gerät bietet folgende Vorteile:

größere Genauigkeit des Meßgerätes von 0,1 Poisen an abwärts; nur ~2 Engler an abwärts, weil die Kurve der Dämpfungswertes in diesem Gebiet steiler fällt (Abb. 1). Beim Engler-Gerät scheint das Öl zwischen 10 und 150° sich wenig (~0,5 Engler) zu ändern, so daß die Streuung der Werte die Genauigkeit beeinträchtigt;

Anwendbarkeit innerhalb sehr großer Zähigkeitsbereiche (von ungefähr 30 Poisen an abwärts), und zwar ohne irgend eine Unterbrechung der Messung oder Reinigung des Gerätes;

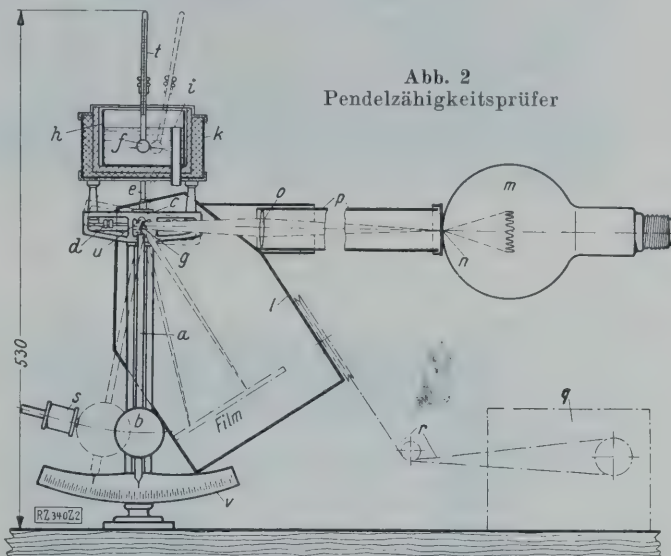
Versuchsdauer für je eine Messung höchstens 10 min; Anwendungsmöglichkeit auch bei höheren Temperaturen (150° und mehr);

Selbsttätige Aufnahme der Kurve, ohne den Fehler des Beobachters;

Möglichkeit, graphitierte oder verschmutzte (aus Reinigungsanlagen stammende) Öle zu messen, ohne Vorrichtungen befürchten zu müssen.

Beschreibung des Gerätes

Das Pendel-Zähigkeitsprüfer, Abb. 2 bis 4, besteht aus einem Pendel *a* mit verstellbarem linsenförmigem Gewicht *b*. Das Pendel hat oben einen Wagebalken *c*, in dem Stellschrauben *d* angebracht sind, die eine Feineinstellung der Schwingungszeit ermöglichen. Über dem



a Pendel *b* verstellbares linsenförmiges Gewicht *c* Wagebalken
d Stellschrauben für Feineinstellung *e* Rahmen für *f* Kugelchen
und *g* Spiegel *h* Ölgefäß *i* Überlaufrohr *k* äußeres Gefäß mit
eingebauter elektrischer Heizung *l* luftdicht abgeschlossener Kasten
m Lampe mit *n* Punktblende *o* Linse *p* Rohr für die Linse *q* Antrieb
zur Fortbewegung des Papiers *r* Schnurübertragung *s* Elektromagnet
t Thermometer *u* Schneide *v* Gradeinteilung

Wagebalken *c* sitzt ein Rahmen *e*, der das Kugelchen *f* und den Spiegel *g* trägt. Das Kugelchen *f* taucht bis zu einer bestimmten Tiefe in das Ölgefäß *h*. Ein Überlaufrohr *i* sorgt dafür, daß die Standhöhe der Flüssigkeit immer dieselbe bleibt, auch wenn infolge Erwärmung das Öl sich ausdehnt. In dem äußeren Gefäß *k* ist eine elektrische Heizung eingebaut, um die zu prüfende Flüssigkeit auf jede gewünschte Temperatur zu bringen.

Im lichtdicht abgeschlossenen Kasten *l*, Abb. 4, rollt der photographische Film ab, auf den die Schwingungen selbsttätig aufgezeichnet werden, indem eine Lampe *m* mit Punktblende *n* durch die Linse *o* im Rohr *p* mittels des Spiegels *g* einen Lichtpunkt auf den Film wirft. Der mit dem Wagebalken *c* fest verbundene Spiegel *g*, und damit der Lichtstrahl, macht alle Bewegungen des Pendels *a* mit, während das Papier durch den Antrieb *q* (umgebautes Morse-Gerät) und die Schnurübertragung *r* fortbewegt wird.

In dem Kasten *l* befindet sich ein Tisch, über den der Film weggeführt wird, und an dem eine spitze Nadel angebracht ist, die auf dem Film die Null-Linie aufzeichnet. Der Tisch sorgt gleichzeitig für ein gleichmäßiges Aufliegen des Films. Der Elektromagnet *s* läßt das Pendel immer aus einer bestimmten Schwingungsweite abschwingen und gewährleistet eine genaue Auslösung, wobei die Glühbirne *a*, Abb. 3, nur als Widerstand zur Erzeugung eines schwachen Gleichstromes dient.

Zur Nachprüfung der Eintauchtiefe des Kugelchens *f*, Abb. 2, in die zu prüfende Flüssigkeit, dienen zwei Lehren *a* und *b*, Abb. 5 und 6. Die Lehre *a*, Abb. 5, prüft den Abstand zwischen dem Kugelchen *f*, Abb. 2, und der oberen Querleiste des Wagebalkens *c*, Abb. 2, und die Lehre *b*, Abb. 5, den Abstand zwischen Oberkante Überlaufrohr *i*, Abb. 2, und der oberen Querleiste des Wagebalkens *c*, Abb. 2. Die Öltemperatur mißt man mit dem Thermometer *t*, Abb. 2, dessen Quecksilberkugel mit einer kugelförmigen Hülse von 12,71 mm Dmr. umgeben ist und dadurch die Reibung in der Flüssigkeit erzeugt. Man mißt also die Temperatur derjenigen Ölteilchen, an denen auch die Reibung gemessen wird und bekommt keine Fehler, falls innerhalb des Ölbad Temperatur-

Abb. 1
Verschiedene Kurvenform
bei demselben Öl



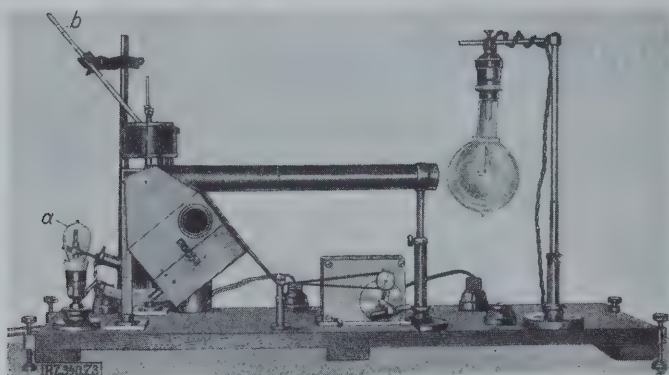


Abb. 3
Pendelzähigkeitsprüfer
a Glühlampe b Thermometer

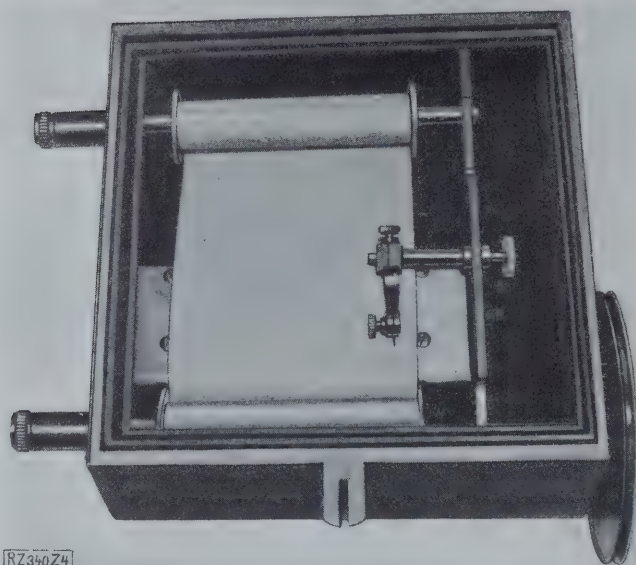


Abb. 4
Innenansicht des lichtdicht abgeschlossenen Kastens

unterschiede bestehen. Man kann jedoch, um dies festzustellen und nach Möglichkeit zu vermeiden, ein zweites Thermometer *b*, Abb. 3, einführen. Gleichmäßigkeit der Temperatur innerhalb des Ölbad es erreicht man durch Rühren mit dem Pendel selbst, vor der Aufnahme. Die senkrechte Stellung des Pendels wird mittels der vier Schrauben am Grundbrett erreicht. Der Magnet *s*, Abb. 2, wird so eingestellt, daß 10° Anfangsaussschlag für die Mittelachse des Pendels erreicht ist, die ihrerseits durch die Schneide *u*, Abb. 2, bestimmt ist. Zur ungefähren Beurteilung der Abnahme der Schwingungsweite dient die Gradeinteilung *v*, Abb. 2, unten an der Hauptsäule des Pendels.

Bedienung des Gerätes

Die zu prüfende Flüssigkeit wird in das Ölgefäß *h*, Abb. 2, eingefüllt und auf die gewünschte Temperatur gebracht, wobei durch Schwingenlassen des Pendels eine gleichmäßige Temperatur im ganzen Ölgefäß erreicht wird. Hierauf wird das Pendel von dem Elektromagnet angezogen und festgehalten, der Filmantrieb *q* in Bewegung gesetzt, so daß der Film über den Tisch läuft, und die Lampe *m* angezündet. Das Pendel wird ausgelöst und eine Schwingungskurve bis zu einem bestimmten Mindestausschlag (ungefähr 3°) aufgenommen. Wie der folgende Abschnitt zeigt, ist die Schwingungszeit nicht zur Berechnung des Dämpfungsbeiwertes notwendig, so daß ein ungleichmäßiges Abfließen des Filmes keine Störung verursacht.

Der Film wird in der Dunkelkammer entwickelt, und die Schwingungen werden ausgemessen; an Stelle eines

Abb. 5
Lehren zum
Nachprüfen der
Eintauchtiefe
des Kugelhens

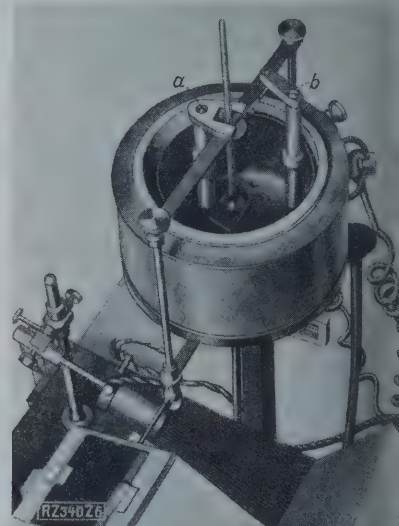
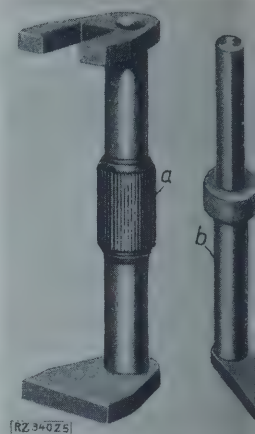


Abb. 6
Lehren eingebaut

Filmes genügt ein wesentlich billigeres lichtempfindliches Papier, das aber nicht pausfähig ist. Das kann man bei Tageslicht einlegen, da die Filmrollen einem gewöhnlichen Papier von ungefähr 30 cm Länge an beiden Enden lichtdicht überwickelt sind. Die Enden werden unter der Nadel durchgezogen und die ziehenden Rolle befestigt. Auf dem Tisch ist ein Brett angeordnet, auf den die Nadel genau eingestellt wird, auf den der Lichtstrahl in Ruhelage des Pendels genau zeigen soll, was durch Einstellen des Pendels erreicht wird. Etwaige Abweichungen werden hier bei der Ausmessung berücksichtigt. Ein Vorwärmen des Filmes durch Wässern und Trocknen, was die Größe des Anfangsaussschlages genau meßbar ist, ist in der Rechnung von selbst heraus.

Einen scharfen Lichtpunkt stellt man auf dem Tisch durch Verstellen des großen Rohres *p*, Abb. 2, ein, in die Linse *o* eingelassen ist. Durch sie wird ein Bild der Punktlinde *n* erzeugt, die ihrerseits möglichst fein sein muß. Im Spiegel *g* ist der Lichtpunkt noch unscharf.

Berechnung der Kurven

Aus der Dämpfungskurve wird eine Zahl abgelesen, die den Dämpfungsbeiwert darstellt. Dieser wird mit dem Dämpfungsbeiwert (durch Eichung) mit der absoluten Zähigkeit verbunden. Es handelt sich um Kurven, die die gedämpfte Schwingung darstellen¹⁾. Voraussetzung ist, daß die Dämpfung nicht so stark ist, daß die Kurve nicht mehr entsteht.

¹⁾ Vergl. „Hütte“ 1915 Bd. 1 S. 221.

weiterhin sei Voraussetzung, daß der Widerstand proportional der Geschwindigkeit sei, also bei der Bewegung der Kugel im tiefsten Punkt am größten. Falls der Widerstand schneller als verhältnismäßig der Geschwindigkeit steigt, wird sich dieser Fehler bei der Berechnung der Kurve zeigen, indem verschiedene Werte für die Dämpfungszahl herauskommen, indem man 5 oder 10 Schwingungen zur Berechnung nimmt. Der Widerstand wird dann schneller als bei der Geschwindigkeit steigen, wenn man oberhalb der kritischen Geschwindigkeit ist. Es sei:

die Masse desjenigen mathematischen Pendels, das gleiche Schwingungszeit und gleiches Trägheitsmoment hat $\left(\frac{\text{kg s}^2}{\text{m}}\right)$,

das zu m gehörige Gewicht (kg),

der jeweilige Ausschlag (m) senkrecht auf die Mittelachse gemessen, bei einem Halbmesser gleich 1 m, so daß x dimensionslos ist und den Sinus des Ausschlagwinkels darstellt. Die rücktreibende Kraft ist daher proportional x , also $= G x$,

Zeit von dem ersten Durchgang durch die Mittelachse (s),

Zeit einer Doppelschwingung (s),

Dämpfungsbeiwert $\left(\text{kg} \frac{\text{s}}{\text{m}}\right)$.

Die grundsätzliche Differentialgleichung lautet:

$$m g x + m \frac{d^2 x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} = 0 \dots \dots (1)$$

Warten: die Summe folgender Kräfte muß null sein:

die rücktreibende Kraft ($m g x$),

die Beschleunigung der Masse $\left(m \frac{d^2 x}{dt^2}\right)$,

die Dämpfungskraft = Dämpfungsbeiwert \times Geschwindigkeit $\left(c \frac{dx}{dt}\right)$.

Integration führt zu folgender Gleichung:

$$c = \frac{1}{z \pi} \frac{G}{\sqrt{g l}} \ln \frac{A}{a} \dots \dots (2)$$

Die Dimension erhält man: $c = \sqrt{\frac{\text{kg}}{\text{m}}} \cdot \frac{\text{kg s}}{\text{m}} = \frac{\text{kg s}}{\text{m}}$.

Es ist:

$\left. \begin{array}{l} A \text{ Anfangsausschlag} \\ a \text{ Endausschlag} \end{array} \right\}$ den wir gewählt haben
 z Zahl der dazu gehörigen Doppelschwingungen
 g Erdbeschleunigung $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$.

Da A durch a dividiert wird, ist der Maßstab, in dem gemessen werden, gleichgültig. A ist nicht der erste Ausschlag, sondern kann beliebig gewählt werden, Abb. 8.

Die Länge des dazu gehörigen mathematischen Pendels (m) und errechnet sich aus der Formel $l = \frac{T^2 g}{4 \pi^2}$.

Es ist nicht das Eigengewicht des Pendels, sondern das Gewicht des mathematischen Pendels, das, abgesehen von gleichen Schwingungszeit, auch die gleiche Trägheit hat. Es erscheint erstaunlich, daß es notwendig ist, ein neues Gewicht (G) zu suchen. Eine Vorstellung, wie man verschiedene Trägheit in zwei Pendeln stecken kann, wenn die reduzierte Pendellänge und das Gewicht

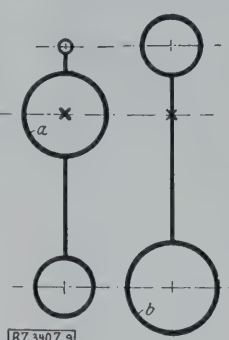


Abb. 9
Verschiedene Trägheit bei gleicher Schwingungszeit (reduzierte Pendellänge)

a kleine Trägheit
 b große " "

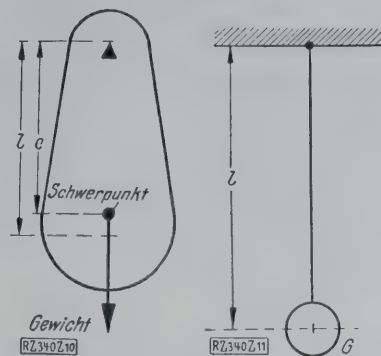


Abb. 10 und 11
Physisches und mathematisches Pendel

dieselben sind, gibt Abb. 9. Der Einwand ist falsch, daß ein mathematisches Pendel keine Trägheit hat. Es wäre richtiger zu sagen, beim mathematischen Pendel macht das Gewicht und die Trägheit nichts aus, weil die Masse so stark vereinigt ist, daß ihre Ausdehnung verschwindet gegenüber l und infolgedessen $l = e$ gesetzt werden kann. Beim Pendel a hat die zentrale Masse kaum einen Einfluß auf die Schwingungsdauer sowie auf die Trägheit und auf die Arbeitsfähigkeit, die in ihm steckt, wenn es schwingt. Zweifellos läßt sich das Pendel a leichter abbremsen, obwohl es durch richtige Verteilung der Massen die gleiche Schwingungszeit hat wie das Pendel b . Das einzusetzende Gewicht G wird folgendermaßen berechnet (Abb. 10 und 11):

- l reduzierte Pendellänge (m),
- e Abstand des Schwingungsschwerpunktes (m),
- J Trägheit des Pendels um seinen Schwerpunkt $(\text{kg s}^2 \text{ m})$,
- G' tatsächliches Gesamtgewicht des Pendels (kg) $= m'g$,
- G Gewicht, das im Abstand der reduzierten Pendellänge angebracht werden muß, um dieselbe Trägheit zu bekommen.

Es ist

$$J = \frac{G' e T^2}{4 \pi^2} \dots \dots (3)$$

$$J = \frac{G l^2}{g} \dots \dots (4)$$

$$\text{und da } l = \frac{T^2 g}{4 \pi^2}$$

$$J = \frac{G}{g} \frac{g^2 T^4}{\pi^4 16};$$

$$\frac{G' e T^2}{4 \pi^2} = \frac{G g T^4}{\pi^4 16} \dots \dots (5)$$

$$G = \frac{G' e \pi^2 4}{g T^2} \dots \dots (6)$$

Das so berechnete G wird in Gl. (2) verwendet.

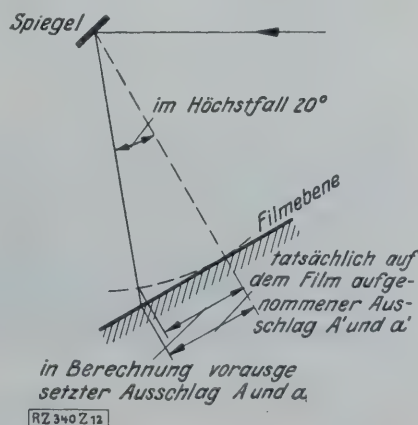


Abb. 12
Verzerrung bei der Aufzeichnung des Ausschlages

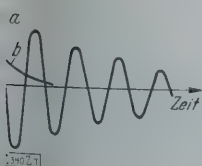


Abb. 7
Freie gedämpfte Schwingung
Dämpfung schwach
" stark

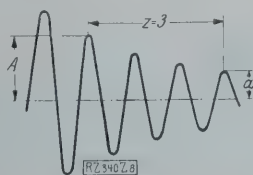


Abb. 8
Berechnung der Dämpfungskurve

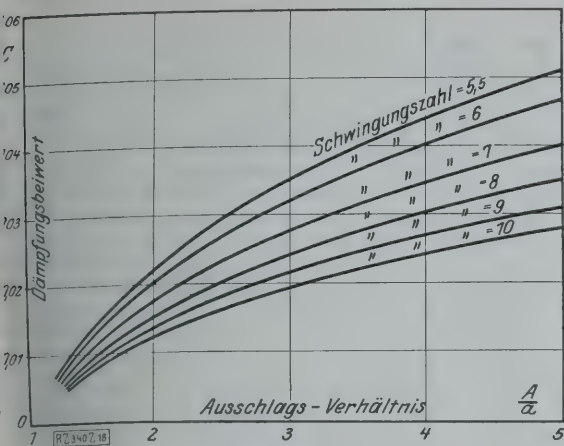


Abb. 18
Umrechnungsschaulinien

Eine gute Bestätigung sowohl der allgemeinen Form der Eichkurve als auch der Art der Berücksichtigung des spezifischen Gewichts ($\frac{c}{\sqrt{s}}$) gibt Kirchhoff²⁾. Er rechnet dort rein mathematisch die Dämpfung einer Kugel, die wagrecht in einer Flüssigkeit hin und her hinget.

Zusammenfassung

Die zunehmende Beanspruchung der einzelnen Maschinenteile, besonders der aufeinander gleitenden Teile (Lager, Zylinder) stellt auch höhere Ansprüche an die zu verwendenden Schmierstoffe. Wenn man sich auch heute darüber klar ist, daß der Schmierwert eines Schmierstoffes

²⁾ Vergl. Kirchhoff, Mechanik, 26. Vorlesung S. 388; B. G. Teubner, Leipzig 1877.

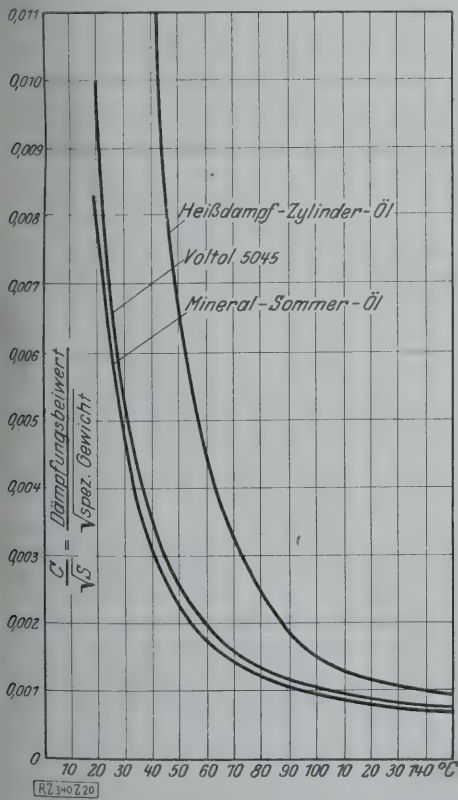


Abb. 20
Abhängigkeit des Dämpfungsbeiwertes von der Temperatur

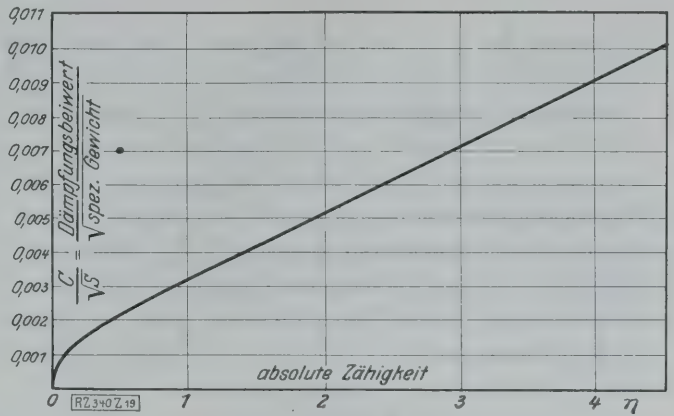


Abb. 19
Eichkurve

nicht vollkommen durch seine Zähigkeit bestimmt und erfaßt wird, so ist die Kenntnis oder Feststellung der Zähigkeitskurve doch von außerordentlicher Bedeutung. Der von uns durchgebildete Pendel-Zähigkeitsprüfer³⁾ ermöglicht in einfacher und schneller Weise die Aufnahme einer großen Zahl von Punkten der Zähigkeitskurve für alle vorkommenden Temperaturen. Vor allen Dingen kann man mit dem Gerät die Zähigkeit von gebrauchten, verschmutzten oder graphitierten Ölen, ferner von Emulsionen aufnehmen. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft verwendet das Gerät bereits bei mehreren Untersuchungsstellen mit bestem Erfolge. Neben der Untersuchung von Ölen auf ihre Schmiereigenschaften werden neuerdings mit diesem Gerät Farben aller Art auf einen vorgeschriebenen Flüssigkeitsgrad untersucht, der bei der Verarbeitung der Farbe mit der Spritzpistole unbedingt eingehalten werden muß. [B 340]

³⁾ Die Herstellung des Gerätes hat die Firma Spindler & Hoyer, G. m. b. H., Göttingen, übernommen.

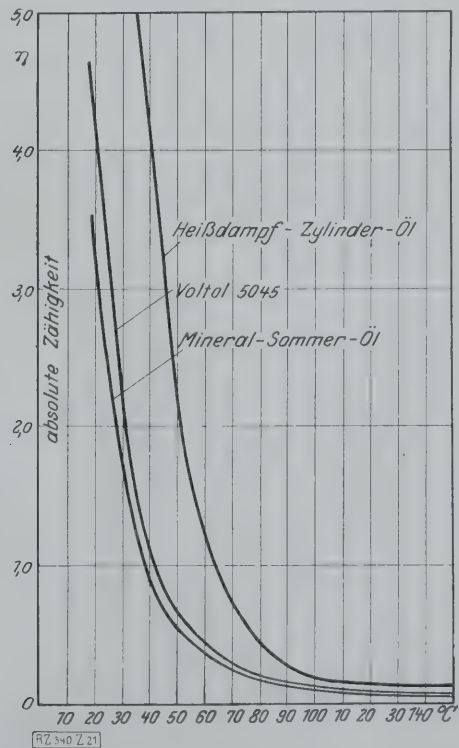


Abb. 21
Abhängigkeit der absoluten Zähigkeit von der Temperatur

R U N D S C H A U

Kältetechnik

Fortschritte der Kältephysik und
Kältetechnik

Im Deutschen Kälteverein sind drei Arbeitsabteilungen gegründet worden: 1. für wissenschaftliche Arbeiten, 2. für Bau und Lieferung von Maschinen und Geräten, 3. für Anwendung von künstlicher Kälte und Natureis. Am 31. Mai traten diese Abteilungen in Karlsruhe zu Sitzungen zusammen, in denen sieben kürzere Berichte erstattet wurden; daran schloß sich am 1. Juni die Hauptversammlung des Vereines mit drei größeren Vorträgen. Das Bemerkenswerteste aus sieben dieser Vorträge soll im folgenden zusammengestellt werden.

Wissenschaftliche Arbeiten

M. Jakob, Berlin: Die Wärmeleitfähigkeit von Eis bis -125° . Von der Wärmeleitfähigkeit des Eises hängt die Geschwindigkeit des Gefrierens von Eisblöcken und der Tauvorgang ab, ferner der Durchgang der Wärme durch die vereisten Rohrleitungen von Kälteanlagen; die Gletscher- und Polareisforschung braucht diese Größe ebenso wie die Physik, die aus dem Sprung der Wärmeleitfähigkeit beim Gefrieren, aus ihrer Größe und Temperaturabhängigkeit Aufschlüsse über die Natur des festen Zustandes zu gewinnen sucht. Schon viele Forscher haben daher Messungen der Wärmeleitfähigkeit des Eises ausgeführt, die sich nicht weit unter den Gefrierpunkt erstreckten, deren Ergebnisse aber trotzdem um ± 50 vH voneinander abwichen. Jakob und Erk haben daher neuerdings in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Versuche nach einem Verfahren von Jakob unternommen, die bisher bis -125° ausgedehnt wurden und noch fortgesetzt werden. Eine Flüssigkeitsschicht von 5 mm Dicke zwischen zwei kreisrunden Kupferplatten wird zum Gefrieren gebracht, indem die untere Platte durch einen Strom von flüssiger Luft gekühlt wird. Dann wird in einem elektrischen, auf die obere Kupferplatte aufgesetzten Heizkörper Wärme erzeugt und von oben nach unten geleitet, indem die untere Platte, wieder durch flüssige Luft, auf einer tieferen Temperatur gehalten wird. Aus der dem Heizkörper zugeführten elektrischen Energie und dem Temperaturgefälle zwischen den Kupferplatten (gemessen mit Thermoelementen) wird die Wärmeleitfähigkeit des Eises bestimmt. Die Einstrahlung von Wärme wird durch ein über das Plattensystem gestülptes gläsernes Vakuum-Mantelgefäß sehr verringert und der Messung zugänglich gemacht. Bisher wurden 10 Eisplatten untersucht, die zum Teil sechs Tage lang bei tiefer Temperatur erhalten blieben; an jedem Tage wurde dann bei einer andern Temperatur beobachtet; insgesamt sind bis jetzt Messungen an 31 Tagen gelungen. Die Wärmeleitfähigkeit scheint nach diesen Versuchen zwischen den äußersten Werten früherer Beobachter zu liegen und mit abnehmender Temperatur etwas zuzunehmen. Starke Streuungen der Versuchswerte bei -70°C bedürfen noch der Nachprüfung. Die Vermutung eines Umwandlungspunktes in dieser Gegend wurde durch Wärmeausdehnungsmessungen an Eisstäben (bis zu -189°) bisher nicht bestätigt.

F. Simon, Berlin: Ein neues Verfahren zur Erzeugung sehr tiefer Temperaturen. Simon geht aus von der Eigenschaft aktiver Kohle und anderer Stoffe, insbesondere eines Ceolith genannten Stoffes, bei tiefer Temperatur gierig Gase aufzusaugen (zu adsorbieren). Er hat z. B. in einem in flüssigen Wasserstoff getauchten Gefäß mit 15 g aktiver Kohle 8 l Helium adsorbiert. Bei der Adsorption wird, wie man schon aus dem Raumverhältnis dieser beiden Stoffe erkennt, das Gas stark verdichtet und Wärme entwickelt. Umgekehrt muß man Wärme aufwenden, wenn man das adsorbierte Gas wieder befreien will. Saugt man also das Gas ab, so entzieht es seiner Umgebung Wärme und kühlt sie dabei. Simon ist es bei seinen gemeinsam mit Lange ausgeführten Versuchen gelungen, mit Laboratoriumsgeräten bis zu -269° , also unter die Temperatur der Heliumverflüssigung, zu gelangen. Er führte einen Versuch bei Zimmertemperatur vor, bei dem er durch Abpumpen an Kohle adsorbierter Kohlensäure in kurzer Zeit von $+15^{\circ}$ auf -7° kam; als die Kohlensäure wieder eingelassen wurde, stieg die Temperatur wieder an: der Vorgang ist umkehrbar, aber nicht ohne Unterbrechung ausführbar; er hat den Vorteil, daß man für wissenschaftliche Zwecke ganz tiefe Temperaturen mit sehr kleinen Einrichtungen und ohne Hilfskräfte erzielen kann.

W. Meißner, Berlin: Elektrisches Verhalten der Metalle im Temperaturgebiet des flüssigen Heliums. Die Helium-Verflüssigungs-

anlage der Reichsanstalt kann, sobald die Verflüssigungstemperatur von $-268,9^{\circ}$ einmal erreicht ist, in 400 cm³ flüssiges Helium liefern. Davon verdampft die Hälfte, worauf die Verflüssigung mit ganz geringer Anlaufzeit (3 min) wieder einsetzt. Mit einem Auf von 10 l flüssigem Wasserstoff hat man so die Möglichkeit, etwa fünf Stunden lang mit flüssigem Helium arbeiten. Ein Schwimmer, der den Stand der Flüssigkeit im Versuchsgefäß anzeigt, dient gleichzeitig als Rührer. Der Temperatúraustausch ohne Rühren ist sehr schnell (Unterschiede bis zu 2°); flüssiges Helium muß als schlechter Wärmeleiter sein.

Meißners bisherige Versuche beziehen sich auf elektrischen Eigenschaften von Metallen, besonders auf rätselhafte Erscheinung der Supraleitfähigkeit, die Kamerlingh-Onnes in Leiden entdeckt wurde, darin besteht, daß bei Temperaturen zwischen -268° und $-269,5^{\circ}$ gewisse Metalle sprunghaft ihren elektrischen Widerstand fast völlig verlieren; z. B. floß in einem Ring ein Strom nach Abschalten der Stromerzeugung Stunden unvermindert weiter, was darauf schließen ließ, daß der Widerstand des Bleis sich von der Zimmertemperatur an auf weniger als den 10¹²ten Teil verringert. Meißner berührte in seinem Vortrag zunächst die Möglichkeit, auf die Umkehr des thermoelektrischen Effektes, sogenannten Peltier-Effektes, eine Kältemaschine zu gründen, die noch tiefere Temperaturen zu erreichen gestattet. Hat man nämlich eine Lötstelle im flüssigen Helium, würde sich unter der Wirkung des Peltier-Effektes, Strom durch die Drähte fließt, die Lötstelle abkühlen. Supraleitfähigkeit würde den Strom beliebig lange aufrechterhalten.

Bisher hat man die Supraleitfähigkeit nur bei fünf Metallen feststellen können, die im periodischen System beieinander liegen, nämlich bei Indium, Zinn, Quecksilber, Thallium und Blei. Meißner hat diesen benachbarten Metalle wie Kadmium und Gold untersucht, und zwar in sehr reinem Zustand (z. B. Gold mit weniger als 0,001 vH Verunreinigung) und in Form von Einkristallen. Er kommt zu dem Schluß, daß sehr wahrscheinlich nur bestimmte Metalle supraleitend werden und daß der Reinheitsgrad nicht gebend für die Erscheinung sei. Seine weiteren Forschungen betreffen vor allem den beträchtlichen Einfluß magnetischer Felder auf das Eintreten der Supraleitfähigkeit, die Thermokraft, die sich auch bei den tiefsten Temperaturen noch stetig ändert, so daß die Temperaturmessung möglichst bleibt.

Maschinen und Geräte.

F. Merkel, Dresden: Der Wärmeübergang in Luftkühlern. Merkel weist zunächst auf die Analogie des „Wärmeüberganges“ und des „Wasserüberganges“ bei der Berührung feuchter Luft mit kühlen Wänden hin.

Dabei gilt die Beziehung $\frac{\alpha}{\sigma} = c_p = 0,24$, wenn α die Wärmeübergangszahl und c_p die spezifische Wärme der Luft, somit ist $\sigma \sim 4\alpha$. Es werden nun die Formeln für die Wasserausscheidung auf eine Form gebracht, in der die „scheinbare“ Wärmeübergangszahl und eine „scheinbare“ spezifische Wärme vorkommen; das sind physikalische Größen eines gedachten Stoffes, der ohne Wasserausscheidung die gleiche Wärme abgeben würde wie die feuchte Luft mit Wasserausscheidung.

Nun ergibt sich aber ein Unterschied, je nachdem man den Flächen Tau oder Reif bildet. Bei Tau stellt sich ein Beharrungszustand ein, da das Wasser abläuft. Bei Reif kann dann das Problem nach den Gleichungen der Wärmeleitung für die Wasserhaut behandelt werden. Die Isolierwirkung der Wasserhaut kommt kaum in Frage, da sie sehr dünn ist. Anders bei Reif; da wird die Schicht immer dicker, isoliert also immer besser; der Temperaturunterschied an der Wand wird größer, die Kälteleistung nimmt ab. Schließlich muß der Reif entfernt werden. Hier spielt die Wärmeleitfähigkeit des Reifes eine große Rolle. Sie hängt von seiner mittleren Dichte ab und hat als Grenzwert die Wärmeleitfähigkeit von reinem Eis.

Nach diesen physikalischen Ansätzen ging Merkel zur Behandlung wirklicher Kälteanlagen über und skizzierte vor allem an Diagrammen das Zusammenarbeiten des Kälte- und Wasserkühlers mit der Kältemaschine dar. Versuche über die Wasserausscheidung an kühlen Flächen, die Wärmeübergangszahl und die Gestaltung der Kühlflächen werden im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Dresden ausgeführt.

Wagner, Wiesbaden: Aus dem Anwendungs-
et mehrstufiger Kältemaschinen. Nach
allgemeinen Überblick kommt Wagner zu dem
B, daß vom Verdichtungsverhältnis 1:5 ab die zwei-
e Bauart, von 1:20 bis 1:25 ab die dreistufige Bau-
Frage kommt. Kolbenmaschinen mit mehr als drei
1 werden selten ausgeführt. Das eigentliche Gebiet
mehrstufigen Kältemaschine liegt unter -30° , umfaßt
vor allem die Zerlegung von Gasgemischen. Da die
Gaszerlegung besonders behandelt wurde, wählte Wag-
s Beispiel die Chlorverflüssigung, die im Verlaufe von
hren eine große Entwicklung genommen hat.

Ein zweites Anwendungsgebiet der mehrstufigen Ma-
en bilden Anlagen in tropischen Gegenden, wo man
ohen Kühlwassertemperaturen rechnen muß, ein drittes
skühlanlagen, die für die ungünstigsten Verhältnisse
werden müssen. Erwähnt wurde ferner eine 2000-
ige zweistufige Maschine für 1 Mill. kcal/h Kälte-
ng, bei der Äthan für die tiefe und Ammoniak für
höhere Stufe verwendet wurde. Endlich wurde noch
auf die Turbokompressoren eingegangen, für die
orenz erstmalig schweflige Säure und radiale Be-
blung vorgeschlagen hatte, bei denen man aber
dings Ammoniak oder Äthylen und axiale Beaufschla-
vorzieht. Lorenz bemerkte hierzu in der Aussprache,
er seinen Vorschlag nur als Beispiel gebraucht habe.
ehr große Leistungen könne man eben die Spaltverluste
jedem Mittel überwinden.

R. Linde, München: Neues auf dem Gebiet
Gaszerlegung mit Hilfe der Tieftem-
peraturtechnik. Zunächst wurde der von der Gesell-
schaft für Lindes Eismaschinen entwickelte Rektifikations-
rat zur Zerlegung der Luft erklärt und der in einem
eljahrhundert damit erzielte Erfolg dargelegt. Claude
seine Gesellschaft sind andere Wege gegangen. Sie
auch die äußere Arbeit zur Kälteleistung verwendet
auf diese Weise grundsätzlich etwas einfachere An-
herstellen können; dagegen sind die Anlagen ohne
nsionszylinder etwas betriebssicherer. Neuerdings geht
Claude teilweise zum Rektifikationsverfahren über.

In den Vereinigten Staaten mußte man den Sauerstoff
riner Reinheit von über 99 vH in den Handel bringen,
en Wettbewerb mit dem elektrolytischen Verfahren be-
zu können. Für autogenes Schneiden ist eine solche
eit in der Tat wünschenswert, für das Schweißen wäre
Sauerstoff von 96 vH Reinheit ebensogut. Durch ge-
re Anordnung der Rektifikationssäule kann man Wir-
grade von nahezu 100 vH erzielen; man muß nur die
in viele Böden zerlegen, ihre wirksame Fläche ver-
ern (z. B. durch dünne, zusammengerollte Bleche), die
igkeit in Schaum auflösen usw. Dabei nimmt aber
gewicht und das Gesamtvolumen der Säule zu; aus wirt-
lichen Gründen muß man sich daher beschränken.

In die Reinheit von Stickstoff werden von der chemi-
ndustrie besonders hohe Anforderungen gestellt.
lang, Stickstoff von 99,6 bis 99,8 vH herzustellen;
mußte man allerdings auf höchste Reinheit des außer-
unfallenden Sauerstoffs verzichten. Die größte Stick-
anlage ist bisher die in Trostberg, Bayern; sie erzeugt
0 m³/h mit einem Aufwand von 0,2 kWh/m³.

Die Hauptgebiete der Gaszerlegung sind immer noch
togene Metallbearbeitung, die unmittelbare Salpeter-
Darstellung und die Herstellung von Azeton. Bei
isen- und Stahlerzeugung hat man praktisch noch
r Gebrauch von der Sauerstoffzufuhr gemacht; dazu
der Sauerstoff nur etwa 1 s/m³ kosten.

Daran anschließend wandte sich Linde dem großen
Gwartsproblem der Zerlegung von Koksofengas zur
erstoffgewinnung zu, demgegenüber die Wassergas-
zeugung an Bedeutung verloren habe. Schon 1914 waren
mbacher Kohlenwerke an die Lindesgesellschaft heran-
en; eine Versuchsanlage wurde aber erst 1919 er-
t, und auch dann dauerte es noch mehrere Jahre, bis
e deutsche Kohlenindustrie dem neuen Gebiet stärker
te. Inzwischen hatte Claude schon für Amerika und
3 für Frankreich und Belgien Anlagen gebaut. Auch
de-Gesellschaft hat zuerst für diese Länder und erst
etzten Jahren auch für Deutschland Anlagen nach
genannten Mont Cenis-Verfahren in Auftrag erhalten.
de führte aus, es sei für den Fachmann über-
nd, daß man Koksofengas überhaupt zerlegen könne.
r Luftzerlegung habe man, um ein Verstopfen der
trömer zu verhüten, die Luft nur vom Wasser durch
kung und von der Kohlensäure durch Natron-
zu befreien; bei der Koksofengaszerlegung dagegen,
vielerlei feste Körper vorkommen, sei die Ver-
gsgefahr daher sehr groß; auch dürften einzelne

Bestandteile, wie das wertvolle, bei 4° fest werdende
Benzol, nicht verloren gehen. Die verschiedenen Bestand-
teile werden bei dem Lindeschen Verfahren nacheinander
und nebeneinander kondensiert. Kohlenoxyd und Schwefel,
beides schädliche Katalysatoren, können bis auf Bruchteile
von Tausendsteln entfernt werden. Der Kraftbedarf für
1 m³ Wasserstoff beträgt 0,66 PSh.

Bemerkenswert ist der Vergleich der Drücke bei den
verschiedenen Verfahren. Während Claude mit 800 at, die
I.-G. Farbenindustrie mit 200 at arbeitet, erfordere das Mont
Cenis-Verfahren nur 100 at. Bisher habe die Linde-Gesell-
schaft Anlagen für insgesamt 50 000 m³/h gebaut. Claude
verwende bei seinen Anlagen die äußere Arbeit, was
die Anordnung wieder etwas einfacher gestalte. Er habe
bisher vier Anlagen in Frankreich in Betrieb, sechs in
anderen Ländern. Frankreich habe daher zur Zeit einen
Vorsprung bezüglich der verarbeiteten Gas Mengen. In
Deutschland seien für das Ruhrgebiet zwei Anlagen nach
Linde und für eine deutsche Kokerei eine nach Claude im
Bau. Damit käme Deutschland an die Spitze; doch seien
auch in Frankreich große Claude-Anlagen geplant.

Nach dem Verfahren der Zerlegung des Koksofengases
kann man bequem reinen Wasserstoff für die Kohleverflüs-
sigung herstellen, und zwar um so günstiger, für je mehr
Nebenprodukte außer Wasserstoff man Verwendung hat.
Das Verfahren liefert den Wasserstoff ganz frei von
Schwefel und Kohlenoxyd; aber auch wo dieser Vorteil keine
Rolle spielt, sei es das wirtschaftlichste von allen bekannten
Wasserstoff-Verfahren.

R. Plank, Karlsruhe: Die modernen Haus-
haltungskältemaschinen¹⁾. Sehr gründlich hat
Plank Unterlagen über Kleinkältemaschinen gesammelt und
zusammengestellt, besonders amerikanische Angaben. In
Amerika werden jährlich einige Hunderttausend Kleinkälte-
maschinen für 50 bis 500 kcal/h Kälteleistung gebaut. Ein
mittlerer Haushalt hat dort bei dem üblichen Nutzinhalt der
Kühlschränke von 0,15 bis 0,20 m³ einen Kältebedarf von
800 bis 1200 kcal täglich.

Die Anforderungen an eine Haushaltskälteanlage lassen
sich durch folgende Schlagworte kennzeichnen: 1. Betrieb-
sicherheit, 2. Unfallverhütung, 3. einfache Bedienung,
4. dauernd gleichmäßige Temperatur, 5. geräuschloser Gang,
6. geringer Platzbedarf, 7. kleine Anschlußkosten. Die
Wirtschaftlichkeit der Kälteerzeugung kommt demgegenüber
erst in zweiter Linie in Betracht. Für amerikanische Ver-
hältnisse ist bei einer täglichen Eiszerzeugung von 18 kg
mit Jahreskosten von etwa 125 \$ (Verzinsung und Tilgung
eingeschlossen) zu rechnen.

Absorptions-Kälteanlagen werden mit Gas
oder Elektrizität betrieben; für Kompressions-
anlagen kommt nur der elektrische Antrieb in Frage.
Absorptionsanlagen sind chemische Apparate, die fast keine
Wartung brauchen; Kompressionsanlagen enthalten immer
Maschinen, die einer gewissen Abnutzung unterliegen,
Schmierung, Ventile und Stopfbüchsen haben, also einer
gewissen Wartung bedürfen. Amerikanische Firmen beauf-
sichtigen die Anlagen im Abonnement, wobei auch Öl und
Kältemittel nachgefüllt werden.

Bei Kompressionsanlagen wird in Amerika
die Maschine meistens unterhalb, in Europa vielfach ober-
halb, manchmal auch in mittlerer Höhe des Kühlraumes an-
geordnet. Um geräuschlosen Gang zu erzielen, wendet man
schon bei Anlagen für 270 kcal mehrzylindrige Kompressoren
an. Als Kälteflüssigkeiten dienen schweflige Säure SO₂, Chlormethyl
CH₃Cl, Chloräthyl C₂H₅Cl, Isobutan CH(CH₃)₃. Diese
Reihenfolge entspricht etwa der Wichtigkeit der Stoffe.
Ammoniak ist der hohen Drücke wegen bei Kompressions-
anlagen sehr wenig üblich. Der Kompressorhub ist meistens
sehr kurz, $s/d = 1,2$ bis 0,17; Drehkolbenmaschinen kommen
nur für die größeren Typen in Betracht. Die Konden-
satoren werden mit Wasser- und mit Lüftkühlung gebaut.
Berieselungskondensatoren kommen nicht vor, Doppelrohr-
kondensatoren nur sehr selten; üblich sind dagegen Tauch-
kondensatoren mit Kühlwasser innen und Kältemittel außen.

Bei Absorptionsanlagen überwiegt die Ver-
wendung von Ammoniak, das in Wasser absorbiert wird.
Auch andere Stoffe werden verwendet, z. B. Ammoniak und
Chlorkalzium, das in einen teigigen Zustand übergeht. Auch
die Adsorption wendet man bereits für Kleinkälte-
anlagen an; so läßt man Ammoniak in aktiver Kohle,
Wasserdampf in Silica-Gel adsorbieren.

Zum Schluß ging Plank noch kurz auf die kontinuier-
lichen Maschinen, wie die Elektrolux-Maschine²⁾, ein.
Charlottenburg. [B 657] Max Jakob.

¹⁾ Der Vortrag wird in dieser Zeitschrift ausführlich veröffentlicht
werden.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 597.

- a Knüppellager
- b Wäge
- c Gaserzeuger
- d Dampfkessel
- e Wärmofen
- f elektrische Unterstation
- g Walzwerk
- h Muffelförderbänder
- i Hakenförderband
- k Beizerei
- l Wärmofen
- m Brennöbehälter
- n Drahtzieherei
- o Lagerhaus
- p Ausbesserwerkstätte
- q Nägelherstellung
- r Nägelreinigung und Verpackung
- s Stacheldrahtmaschinen
- t Verzinkerei
- u Säurebehälter

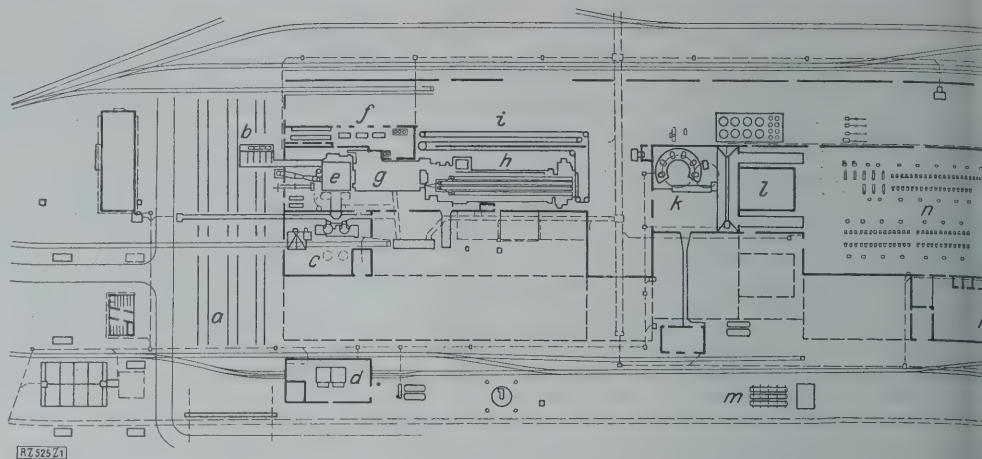


Abb. 2

Neues Drahtwalzwerk und Fabrik für Drahterzeugnisse der Bethlehem Steel Co.

Aus dem Ausland

Eisenhüttenwesen

Neues Drahtwalzwerk der Bethlehem Steel Co.

In dem neuen Drahtwalzwerk der Bethlehem Steel Co., Sparrows Point¹⁾, Abb. 2, werden die Knüppel in einem ununterbrochen arbeitenden Wärmofen mit Rekuperator und Saugzug angewärmt. Der Ofen hat eine Leistung von 25 t/h Knüppel (4,4 × 4,4 × 915 cm³). Aus dem Ofen werden die Knüppel unmittelbar in das erste Gerüst geführt. Der Ofen wird mit Gas geheizt, das in zwei Gaserzeugern von 3 m Dmr. bei einem Kohlenverbrauch von 1135 kg/h erzeugt wird.

Das kontinuierliche Walzwerk mit 17 Gerüsten und Walzen von 255 mm Dmr., Bauart Morgan, wird elektrisch durch Zahnradübersetzung angetrieben. Der Induktions-Antriebsmotor leistet 4000 PS bei 6600 V. Die Zahnradvorlege bestehen aus Schraubenrädern, wodurch ein ruhiger Gang gewährleistet ist. Die ersten sieben Gerüste stehen dicht

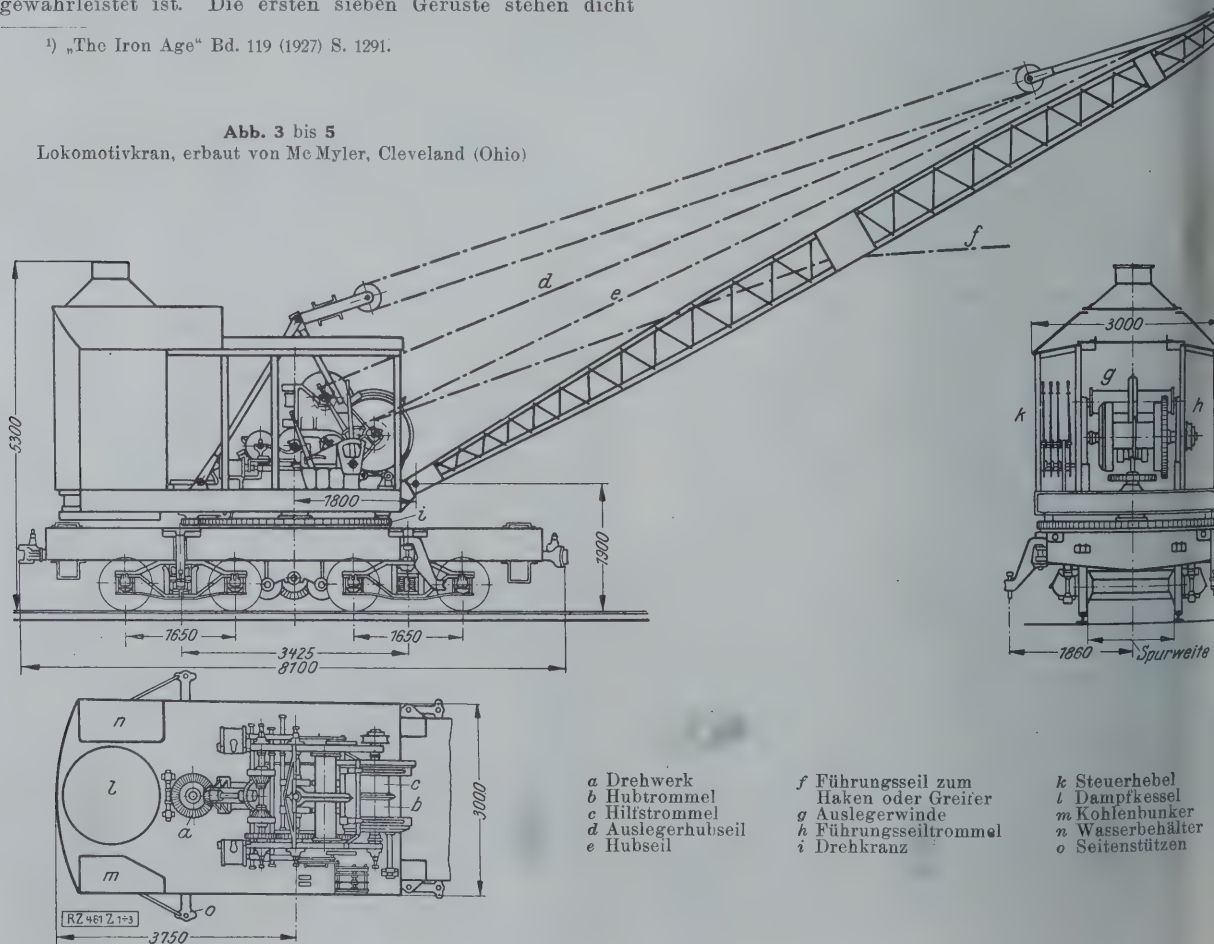
zusammen, dann folgen nach einem Zwischenraum acht Zwischengerüste und ein Fertiggerüst. Die Umlaufgeschwindigkeit der Walzen des ersten Gerüsts beträgt 13,55 m/min oder 17,368 Uml./min. 60 s nach dem Verlassen des ersten Gerüsts verläßt der Walzstab das Fertiggerüst mit einer Geschwindigkeit von 1040 m/min oder 1195,2 Uml./min.

Die fertig ausgewalzten Drähte werden auf vier Haspeln aufgewickelt, deren Weichen elektrisch von einem Mann gesteuert werden. Jeder Haspel hat seinen eigenen Förderband, von denen zwei als offene, zwei als geschlossene Muffel-Förderbänder ausgebildet sind, was besonders für Drähte mit hohem Kohlenstoffgehalt von großem Nutzen ist. Am Ende der langsam aufsteigenden Conveyors werden die Drahtringe einem Hakenförderband übergeben, das lang ist und auf dem die Drahtringe langsam in 42 Minuten abkühlen. Dann werden sie auf Wagen abgelegt und g in den Versand- und Lagerraum.

¹⁾ „The Iron Age“ Bd. 119 (1927) S. 1291.

Abb. 3 bis 5

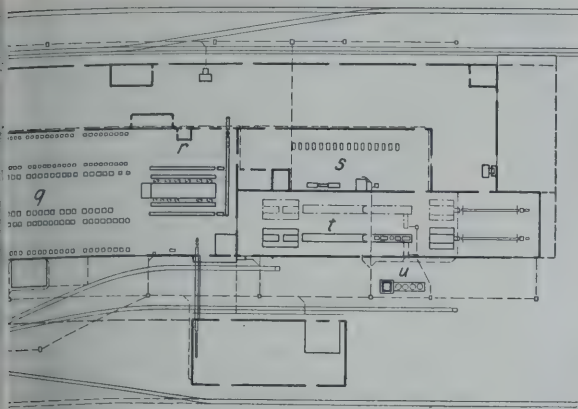
Lokomotivkran, erbaut von Mc Myler, Cleveland (Ohio)



- a Drehwerk
- b Hubtrommel
- c Hilfstrommel
- d Auslegerhubseil
- e Hubseil

- f Führungsseil zum Haken oder Greifer
- g Auslegerwinde
- h Führungsseiltrommel
- i Drehkranz

- k Steuerhebel
- l Dampfkessel
- m Kohlenbunker
- n Wasserbehälter
- o Seitenstützen



Im Beizraum sind 10 hölzerne Beizbottiche und ein gefeuerter Glühofen mit 10 Gleisen, auf denen je acht agen stehen können, aufgestellt. In der Drahtzieherei rd jede Drahtziehmaschine besonders durch einen 20 PS- ektromotor angetrieben. In einer Abteilung des Waren- gers sind Glühöfen aufgestellt. Der Drahtzieherei folgt e Nägelherstellung; in der Abteilung sind 139 Nägelmaschi- n untergebracht, die gruppenweise durch Riemen ange- lieben werden. Monatlich können 3000 t Nägel hergestellt erden. Schließlich sind noch Abteilungen für Stachel- ahtherstellung und eine Verzinkanlage vorhanden.

Amberg [M 525]

H. Illies

Hebezeuge

Lokomotivkran von großer Tragkraft

Die Lokomotivkrane sind in den Vereinigten Staaten n Amerika weit verbreitet und werden für die vielseitigen Förderzwecke, in gleicher Weise für Stückgut wie für assengut, verwendet. In der Regel ist durch die Anord- ng einer Mehrtrommelwinde der Betrieb eines solchen ranes mit Haken oder mit Greifer, ferner auch als Eimer- lbagger und als Dampfkranne durchführbar. Mit dieser eitsseitigen Verwendungsmöglichkeit werden kleine und ttere Lokomotivkrane von zahlreichen amerika- schen Firmen, wie z. B. Brown-Hoisting, Orton, Browning w. im Reihenbau hergestellt. Die konstruktiven Umrisse es derartigen Kranes, der bei 5 m Ausladung bis zu etwa t Tragkraft hat, sind in Abb. 3 bis 5 wiedergegeben.

Für Sonderzwecke ist man aber in der Tragkraft weit er gegangen. Auf dem Werkgelände der Ford Motor Co., 7er-Rouge bei Detroit, kann man einen Lokomotivkran i 200 t Tragkraft im Betriebe beobachten, Abb. 6, der zum wracken der zum Einschmelzen bestimmten, außer Dienst stellten Schiffe bestimmt ist. Hierbei soll der Schwer- kran insbesondere die Schiffsmaschinen herausheben und ch dem Lagerplatz weiterbefördern, Abb. 7. Man kann er wenigstens 20 bis 30 noch vollständig zusammenge-

baute Schiffsmaschinen unter freiem Himmel stehen sehen, die weiterverkauft werden. Der Kran dient auch zum Los- lösen von Schiffsplatten und andern Teilen, zumal wenn diese noch im Schiffsrumpfe festgeklemt sind.

Der von der Firma Industrial Works (Bay City, Michi- gan), einer der ältesten Kranbaufirmen der Vereinigten Staaten aufgestellte Lokomotivkran vermag bei 5,5 m Aus- ladung 200 t, bei 7,5 m Ausladung 115 t, bei 9 m Ausladung 75 t zu heben. Die Hubgeschwindigkeit beträgt bei Höchst- last etwa 3 m/min, bei 45 t Last etwa 12 m/min und steigt auf 35 m/min bei 15 t. Der Oberwagen hat zwei Drehge- schwindigkeiten, und zwar dreht er sich bei kleinen Lasten mit 1,6 Uml./min und bei größeren Lasten mit 0,4 Uml./min.

Der Unterwagen ist von ungewöhnlich schwerer Bauart und etwa 10 m lang und 3,5 m breit. Gelagert ist der Rahmen auf zwölf Stahlrädern von je etwa 1 m Dmr. Unter



Abb. 7

200-t-Lokomotivkran beim Heben einer Schiffsmaschine



Abb. 6

200-t-Lokomotivkran der Industrial Works, Bay City (Michigan)

dem Wagen sind an beiden Enden ausziehbare Auflage-träger, die beim Heben schwerer Lasten benutzt werden und zur Standsicherheit des Kranes wesentlich beitragen. Diese Träger sind aus Vanadiumstahl angefertigt und stützen sich im Verwendungsfall auf kräftige Unterlagen, die vorübergehend über die Schienen gelegt werden.

Die Kupplungen und Bremsen werden durch eine voll-ständige Druckluftanlage nebst Verdichter betätigt, der so-wohl die Brems- als auch die Kupplungszylinder mit Druck-luft versorgt.

Der stehende Kessel von 1,6 m Dmr. liefert Dampf von 12 at für zwei Dampfzylinder von je 300 mm-Zyl.-Dmr. und 300 mm Hub.

Auch hier ist die fast allen amerikanischen Drehkranen eigentümliche Auslegereinziehflecke bemerkenswert, außer-dem eine Hilfsflasche an der Spitze des Auslegers zum Heben kleiner Lasten.

Das Gesamtbild dieses Schwerlastkranes ist gefällig zu nennen, während im allgemeinen die amerikanischen Firmen auf das äußere Aussehen weniger Wert legen.

Auch andre Firmen, wie z. B. Bucyrus, Milwaukee, bauen derartige Krane besonders für die Eisenbahngesell-schaften, in der Regel allerdings mit kleinerer Tragkraft. Diese Krane müssen bei Eisenbahnunfällen helfend ein-greifen. [M 461]

Dresden

Dr.-Ing. W. Franke

Gesundheitsingenieurwesen

Kohlensäure-Feuerschutz in Amerika

In Amerika wird das von dem leitenden Ingenieur der Southern California Edison Co., Ch. S. Johann, erfundene Verfahren der Feuerlöschung mittels Kohlensäure häufig angewendet. Verbrennungen können hierbei nicht mehr stattfinden, wenn die den Gefahrenherd umgebende Luft mit rd. 17 vH CO₂ angereichert ist, doch ist die Möglichkeit gegeben, sie bis zu 50 vH zu „sättigen“, um einem unver-muteten Entweichen von kohlensäurehaltiger Luft durch Öffnungen, wie Spalte und Risse, Rechnung zu tragen.

Die Kohlensäureflaschen werden mit einem eigens kon-struierten Verschlußstück mit Sicherungskappe und Ver-schlußscheibe versehen, die zerreißt, wenn infolge einer Temperaturerhöhung der Flaschendruck eine festgesetzte Grenze überschreitet. Es wird so ein vollkommen dichter und dauernder Abschluß der Kohlensäureflasche auch bei wechselndem Klima und erheblichen Temperaturschwankun-gen erreicht.

Der Entladekopf, Abb. 8, ist der wichtigste Bestandteil des Kohlensäure-Feuerschutzgerätes, der auf das obere Ver-schlußstück aufgeschraubt wird. Sobald der Entladekopf durch Schließen eines Stromkreises mittels eines Kontakt-knopfes oder selbsttätig durch einen mit Schmelzeinsatz ver-sehenden Federschalter, Abb. 9 und 10, oder auch mit der



Abb. 8
Entladekopf des CO₂-Gerätes

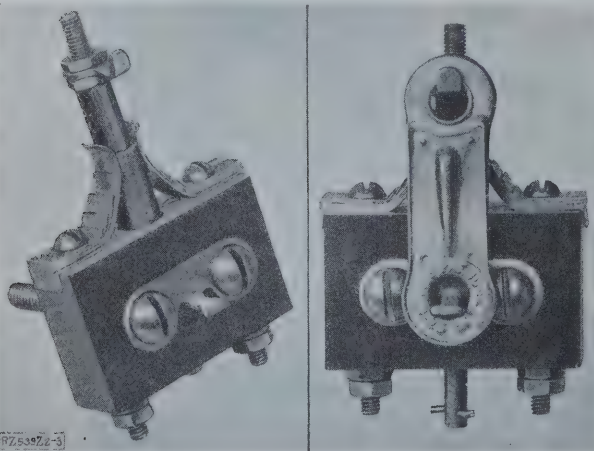


Abb. 9 und 10
Mit Schmelzeinsatz ausgerüsteter Federschalter

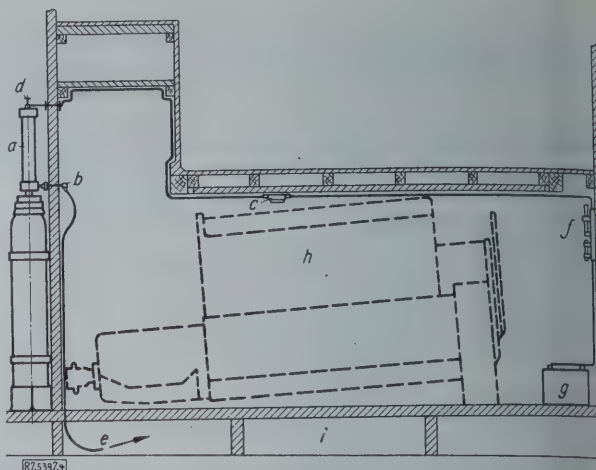


Abb. 11
Kohlensäure-Feuerschutzanlage für Schiffe

a Elektrisch selbsttätiger Entladekopf b Ausströmöffnung
c Federschalter mit Schmelzeinsatz d Ventil für Handauslösung
e Ausströmöffnung f Schalter g Batterie h Motor i Bells

Hand betätigt wird, durchstößt der eingebaute Schlagbol die Sicherungsscheibe, worauf die in der Flasche aufgespeicherte Kohlensäure mit großer Schnelligkeit durch Röhrensystem dem Brandherd zuströmt. Mit der Hand so-man das Gerät durch einen Schlag auf den oben überstehen den Stempel des Entladekopfes in Tätigkeit.

Nachdem durch Stromschließung der Entladekopf in Tätigkeit gesetzt ist, wird der Strom durch einen selbst-tätig wirkenden Ausschalter wieder unterbrochen, das Gerät zu schützen. Der Gasdruck, der sich durch F-ladung der Flasche geltend macht, drückt einen Stempel nach oben, wodurch der elektrische Strom wieder unterbrochen und außerdem angezeigt wird, daß die Flasche entladen.

Die Anlage kann aber auch selbsttätig durch mechanischem Wege betätigt werden. Die Southern California Edison Company hat ihr Hauptwerk und a Unterwerke mit solchen Feuerschutzanlagen versehen. Strom-erzeugerbrände wurden mit ihnen ohne Betriebsstockung gelöscht. Abgesehen vom Elektrizitätswesen wird in Amerika das Johann-Gerät vorzüglich da angewendet, die Maschinen oder Geräte in kleineren Räumen, wie Transformator-, Ölschalter-Zellen u. dergl. untergebracht gegen den äußeren Raum durch ein Gehäuse, durch Mauer oder sonst irgendwie abgedeckt sind. Es können indes auch offene Behälter von Benzin, Öl oder dergleichen durch Kohlensäure abgelöscht werden.

In der Motorenindustrie hat die Schifffahrt den Kohlensäureschutz vielleicht am häufigsten verwandt. Eine Feuerschutzanlage für Schiffe zeigt Abb. 11.

In einem Stromerzeuger mit einer abgeschlossenen Kabinen-anlage strömt die Kohlensäure da ein, wo die Luft in

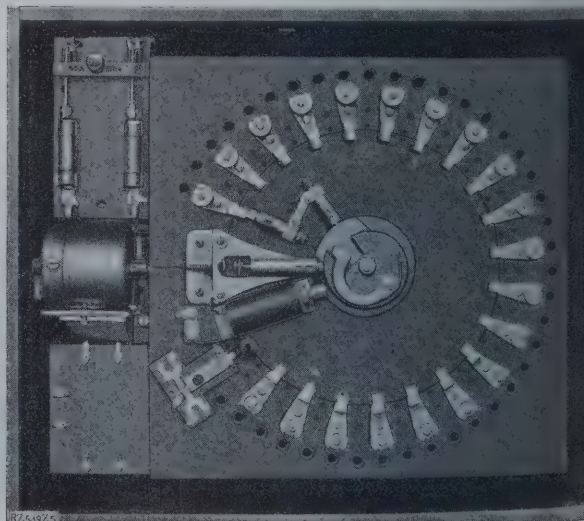


Abb. 12
Zeitlich regelbarer Entladungsschalter

chine eintritt, so daß sie dann gemischt mit CO_2 umt. Ein Teil der mit CO_2 geschwängerten Luft geht ven und muß durch Entladen von Aushilfsflaschen inzt werden. Gleitende Kontakte schließen hintereiner verschiedene Stromkreise, so daß jedesmal eine Anl von CO_2 -Flaschen zur Entladung kommt, was etwa Stunde lang fortgesetzt werden kann. Ich sah zwei veriedene Bauarten in Gebrauch, wovon eine sich auch durch teinfluß und Rauchsucher oder -fänger von selbst begt, Abb. 12.

Die größte Anlage dieser Art dient zum Schutze der pt- und Hilfsdynamos des 50 000 kVA-Maschinensatzes Long Beach, Southern California-Werk Nr. 2, Abb. 13. Luftanlage des Hauptstromerzeugers enthält rd. 200 m³

Um den Feuerschutz vollkommen sicher zu machen, rden für die erste Entladung acht Flaschen bestimmt, hrend acht weitere als Aushilfe dienen, von denen jedeszwei zusammen in beliebig festgesetzten Zeitabstänentladen werden können. Für den Hilfsstromerzeu sind zwei Flaschen als erste Entladung und zwei weitere spätere Entladung vorgesehen. Zum Schutz des Ölvorraumes desselben Elektrizitätswerkes ist eine CO_2 -aschenbatterie von vier Flaschen bei einmaliger Entladung stimmt.

Eine andre Anlage dieser Art wurde im Vestal-Elektritätswerk ausgeführt, einem großen und wichtigen Unterark an der 220 kV-Kraftübertragungsleitung, etwa in der ite zwischen Big Creek und Los Angeles. Das Werk hat er Kraftübertragungsleitungen, Transformatoren für insgesamt 48 000 kVA, viele 60 000 V- und 11 000 V-Leitungen und ei 15 000 kVA-Frequenzwandler. Die CO_2 -Anlage hat u. a. en Frequenzwandler zu schützen, der getrennte Lüftlagen für den Motor und für den Stromerzeuger hat. er Flaschen werden für jede Lüftanlage verwandt, zwei

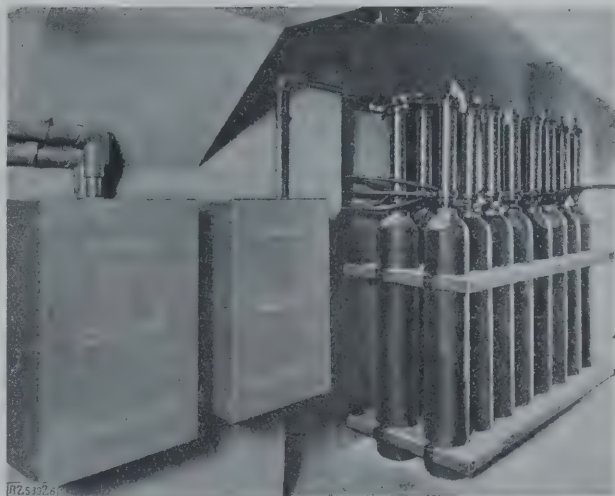


Abb. 13
 CO_2 -Feuerschutz für Haupt- und Hilfsstromerzeuger mit zeitlich regelbarem Entladeschalter (vorn links an der Wand)

für den Anfangsgebrauch und zwei für die darauffolgende zweite Entladung. Es wird keine Einrichtung zum Zeitregeln verwandt, da die Reihenfolge der Entladungen durch Druck auf Kontaktknopfschalter an einer Kontrolltafel bestimmt werden kann.

Berlin

[M 539]
Dr. H. v. Leszel

Kleine Mitteilungen

Eisen- und Stahlindustrie in Chile

Chile hat gute Eisenvorkommen. U. a. wurden aus den Ro-Minen im Jahre 1926 1,2 Mill. t Erz von der Bethlehem Iron Mines Co. nach den Vereinigten Staaten ausführt. In den Jahren 1908 bis 1910 wurde bei Corral das ste Werk errichtet, um Roheisen nach einem französischen Verfahren zu erzeugen, da die abgebauten Kohlenvorkommen nur einen schlechten Koks ergaben. Die Fabrik mußte doch bald geschlossen werden.

Die Anlagen der französischen Gesellschaft sind jetzt n der Compania Electro-Siderurgica e Industrial, Valdivia fgekauft worden und werden zur Zeit ausgebaut. Gleichitig wird an den Huilo-Huilo-Fällen ein Wasserkraftwerk 2 000 PS) erbaut, das den Strom (110 000 V 50 Per/s) in ner 140 km langen Fernleitung nach Corral liefert. Die rze sollen nach einem elektrischen Verfahren verhüttet erden. In Valdivia, wo ebenfalls ein Kraftwerk (7000 PS) baut wird, errichtet man eine Anlage mit drei Elektroen, Siemens-Martin-Öfen mit Gasfeuerung und Walzwerken.

Die Gesellschaft will den Eigenbedarf Chiles an Eisenzeugnissen nach ihrem weiteren Ausbau decken; im Jahre 1924 wurden 224 000 t eingeführt. Die Gesellschaft wird om Staat unterstützt, soweit ihre Erzeugung 50 000 t übereigt. („The Iron and Coal Trades Review“ 26. August 27 S. 295) [N 779 a] Gw.

Gaserzeugung mit Gewinnung von Nebenerzeugnissen in einem Kupferwerk

Die Bwana M'Kubwa-Kupferbergwerksgesellschaft in ndrhodesia hat kürzlich eine große Gaskraftanlage mit innung von Nebenerzeugnissen in Betrieb genommen, e, soweit sich bisher übersehen läßt, gegenüber den ihren getrennten Kraft- und Heizanlagen große wirtaftliche Vorteile bietet. Die erheblichen Brennstoffsparnisse wirken sich um so mehr aus, als die Fördersten des abgelegenen Bergwerkes außerordentlich hoch nd; zudem beträgt der Preis für das Ammoniak, das beim rthütten gebraucht wird, etwa das Dreifache des durchschnittlichen Preises in Europa. In der neuen Anlage wird reh Entgasung der Kohle das Gas gewonnen und zum Teil s Gasmaschinen zugeführt, die zusammen bis zu 1500 kW sten. Ein anderer Teil dient als Brennstoff für die metalgischen Öfen, ein dritter zur Dampferzeugung. Die bei r Gaserzeugung und beim Verhütten erforderlichen Niederdruckdampfmenngen werden unmittelbar aus den Kesseln

oder aus Anzapfturbinen entnommen, die parallel zu den Gasmaschinen arbeiten und die Spitzenbelastung übernehmen. Ferner wird das gesamte im Betrieb erforderliche Ammoniak bei der Gaserzeugung gewonnen. („The Engineer“ 26. August 1927 S. 235) [N 779 c] Pt.

Elektrischer Indikator für schnelllaufende Verbrennungskraftmaschinen

J. Orata, Tokio, hat einen Indikator geprüft, bei dem die wechselnden Drücke im Zylinder durch eine etwa 2 mm dicke Stahlmembran von 5 cm Dmr. aufgenommen und die Durchbiegungen dieser Membran auf elektrischem Wege mittels besonders empfindlicher Geräte gemessen oder aufgezeichnet werden. Die Meßeinrichtung beruht darauf, daß die Stahlmembran mit einer zweiten Stahlscheibe den Kondensator im Stromkreis einer Glühkathodenröhre bildet. Die Schwingungen der Membran rufen dann Änderungen in der Gitterspannung hervor, wodurch der Anodenstrom gesteuert wird. Seine Schwankungen werden mittels Galvanometers beobachtet oder mittels eines Oszillographen aufgezeichnet. Versuche sind an einem Indian-Krafttradmotor bei Drehzahlen bis zu 3000 Uml./min ausgeführt worden. („Engineering“ 26. August 1927 S. 253/54*) [N 779 b] H.

Funkpeilung für den Schiffsverkehr an der englischen Küste

Zur Unterstützung der Leuchtturme werden jetzt an der englischen Küste Funkzeichen-Sendestellen eingerichtet, die mit 1000 m langer Welle in bestimmten Abständen auf etwa 60 km vernehmbare Rufzeichen abgeben. Der erste dieser Sender, der mit 500 W Leistung arbeitet, wird demnächst auf Round Island, einer der Scilly-Inseln, in Betrieb gesetzt. Die L-förmige Antenne ist unmittelbar neben dem Leuchtturm in etwa 15 m Höhe aufgehängt. Die Senderanlage, die mit vier Röhren ausgestattet ist, arbeitet völlig selbsttätig. Bei Strommangel schaltet sich sofort eine Batterie zur Aushilfe ein. Die Rufzeichen ertönen bei schönem Wetter in halbstündigem, bei ungünstigem Wetter in dreiminütigem Abstand. Diese Umstellung muß allerdings jeweils mit der Hand vorgenommen werden. („The Engineer“ 26. August 1927 S. 225*) [N 779 f] Gsl.

Lokomotivumbau

Um durch praktische Erfahrung mehr über Lokomotiv-Hochdruckkessel zu ermitteln, hat der englische Ingenieur Gresley verschiedene Kessel für 15,5 at bei Überholungen von

2 C1-Lokomotiven statt der Kessel für 12,7 at Betriebsdruck eingebaut, wodurch das Aussehen der Lokomotiven kaum geändert wurde. Man wählte die Kesselbleche dicker und baute einen größeren Überhitzer ein. Die Lokomotiven wurden dadurch um rd. 3,75 t schwerer. Die Gewichte konnten jedoch so verteilt werden, daß sich das Totgewicht dieser Lokomotiven verringerte, und das Reibungsgewicht gegenüber der früheren Lokomotive verhältnismäßig höher wurde; das Dienstgewicht der Lokomotiven beträgt jetzt 96,25 t gegenüber rd. 92,5 t, das Reibungsgewicht 67 t gegen 61 t. Die Zugkraft beträgt bei 85 vH des vollen Kesseldruckes rd. 16 550 kg gegen 13 550 kg vorher. („The Engineer“ 26. August 1927 S. 237*) [N 779 d] Krs.

Fernkabel in Frankreich

Auch in Frankreich beabsichtigt man, alle Telephon-Telegraphenlinien unterirdisch zu legen. Begonnen wurden den Strecken von Paris nach Le Havre, Lille und Boulogne. Jetzt sind auch bei Dijon die Arbeiten zur Verlegung Kabellinien Paris-Marseille aufgenommen worden. In einem 60 bis 80 cm tiefen Betonkabelgraben soll ein Kabel mit 420 Adern verlegt werden. In Abständen von rd. 10 bis 90 km werden Verstärker eingebaut. Voraussichtlich werden die größeren Städte der östlichen Bezirke an das Kabel Paris-Marseille angeschlossen; es soll für Telegraphie und Telephonie benutzt werden. („The Engineer“ 26. August 1927 S. 219) [N 779 e] F.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Handbuch der Physik. Herausgeg. von H. Geiger und K. Scheel. 17. Bd.: Elektrotechnik. Red. von W. Westphal. Berlin 1926, Julius Springer. 392 S. m. 360 Abb. Preis 33,60 M.

Es kann nur begrüßt werden, wenn in diesem rühmlichst bekannten Handbuch auch die Anwendungen der Physik berücksichtigt werden. Der vorliegende Band enthält folgende Kapitel: Telegraphie und Telephonie auf Leitungen von Dr. F. Breisig, Drahtlose Telegraphie und Telephonie von Prof. Dr. F. Kiebitz, Röntgentechnik und Elektromedizin von Dr. H. Behnken, Transformatoren und Elektrische Maschinen von Dr. R. Vieweg und Dipl.-Ing. V. Vieweg, Technische Quecksilberdampf-Gleichrichter von Prof. Dr. Günther-Schulze, Hochspannungstechnik von Prof. Dr. Schumann, Überströme und Überspannungen von Dr. Fraenkel.

Das Handbuch ist für Physiker geschrieben. Man wird daher nicht erwarten können, daß bei den in Betracht kommenden Schöpfungen der Elektrotechnik konstruktive Einzelheiten mit ihrer Berechnung oder Herstellung im Vordergrund stehen. In erster Linie wird die physikalische Seite der technischen Vorgänge und Vorrichtungen behandelt. Muß nicht jeder, der ein technisches Erzeugnis mit Verständnis handhaben will, dessen Physik verstehen? Gilt dies nicht in höherem Maße von demjenigen, der an der Weiterentwicklung mitarbeiten will? Und macht nicht die Durchdringung physikalischer Fragen des technischen Problems einen wesentlichen Bestandteil des technischen Denkens überhaupt aus? Die Kapitel sind durchweg von berufenen und hervorragenden Bearbeitern geschrieben. Überall sieht der Kundige, daß Veraltetes und Unwesentliches unterdrückt und das Wesentliche mit bestimmten, klaren Worten hervorgehoben wird. In den Kapiteln über Röntgentechnik und über Quecksilberdampf-Gleichrichter ist das Buch ein guter Beweis dafür, wie von der Physik immer neue Anregungen in die Technik hineingehen und von dieser auf höhere Stufen der Entwicklung gehoben werden. Daß dem Physiker der vorliegende Band willkommen sein wird, braucht nicht bezweifelt zu werden. Aber auch der Ingenieur wird in dem Handbuch einen guten Berater finden, wenn er auf seinem weitverzweigten Arbeitsgebiet in Fragen der Elektrotechnik Aufklärung braucht. Ich kann es daher in diesen Fällen warm zur Anschaffung empfehlen. [E 550] Rogowski.

Der Transformator im Betrieb. Von Milan Vidmar. Berlin 1927, Julius Springer. 310 S. m. 126 Abb. Preis 19 M.

Das vorliegende Buch behandelt die Betriebslehre des Transformators und ist eine Ergänzung zu dem früher erschienenen Buche des Verfassers „Die Transformatoren“, das die Baulehre enthält. Die ersten Abschnitte über Preis und Wirtschaftlichkeit leiten zu den rein betriebstechnischen Fragen über, die in anschaulicher, frischer Form behandelt werden. Schaltungen, Schutzmaßnahmen, Kühlung und Parallelbetrieb der Transformatoren bilden die Kernpunkte des Inhalts. Einen breiten Raum nimmt die Überspannungsfrage ein, die zwar durch die neuesten Untersuchungen mit dem Kathodenstrahlzylinderlographen geklärt, aber bisher noch nicht befriedigend gelöst worden ist. Der Verfasser sieht eine brauchbare Lösung in der Doppeldrosselspule mit Eisenkern und Luftspalt. Aus allen Untersuchungen der im Betrieb des Transformators auftretenden Schwierigkeiten geht die edle Absicht des Verfassers hervor, bei Betriebsingenieur und Konstrukteur gegenseitiges Verständnis für die Schwierigkeiten und Notwendigkeiten sowohl im Bau als auch im Betrieb des Transformators zu erwecken und auf diese Weise beiden unliebsame Auseinandersetzungen zu ersparen. [E 665]

Zn.

Die Teilung der Zahnräder und ihre einfachste rechnerische Bestimmung. Von G. Hönnicke. Berlin 1927, Julius Springer. 115 S. m. 26 Abb. Preis 6 M.

Der Verfasser geht davon aus, daß die übliche Zahradberechnung umständlich und unsicher sei, und gibt in erster Linie dem Vergleichswert c in der bekannten Formel „Zahndruck = $c \times$ Zahnbreite \times Teilung“ die Schuld, daß sich unter dem Wert c nichts vorstellen könne. Er faßt deshalb sämtliche Rechnungen unter Zugrundelegung zulässiger Beanspruchung k_b durch, die dem Ingenieur seinen sonstigen Berechnungen geläufig ist. Die Formeln werden an Beispielen erläutert. Durch Zahlentafeln werden die Rechnungen sehr vereinfacht. [E 652] F.

Preßluftanlagen. Planung und Betrieb. Herausgeg. vom Ausschuß für Wirtschaftliche Fertigung. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 38 S. m. einz. Abb. Preis 1,50 M.

Das Büchlein gibt Ratschläge für die Beschaffung neuer Anlagen und zur Verbesserung von vorhandenen Anlagen. Es gliedert sich in zwei Teile, die Planung des Betriebes. Beide behandeln den Kompressor, die Druckleitung und die Druckluft-Arbeitsmaschinen.

In klarer und kurzer Darstellung ist alles zusammengefaßt, was im Druckluftbetrieb zu beachten ist. Die Wichtigkeit von Meßgeräten und der fortlaufenden Eintragung ihrer Ablesungen wird hervorgehoben. Wichtig ist die Aufzeichnung des Ölverbrauches, der Ausbesserungen an Druckluftwerkzeugen, u. a. in Protokollbüchern oder Karteien, wodurch die Personal- und Betriebsüberwachung erleichtert wird. Neben vielen Ratschlägen, die heute bereits als Allgemeinut gelten können, finden sich so manche noch nicht überall beachtet werden, wie z. B. die Verwendung loser Flansche, bei der Verlegung von Druckleitungen die Vermeidung von Flanschenverbindungen durch Schweißen. Zahlentafeln über Luftdruck in verschiedenen Höhenlagen, Kraftbedarf von Kompressoren, Fertigkeit der Luft, Druckverluste in den Leitungen ergänzen den Inhalt. Bei den Mitteln zur Prüfung von Undichtheiten ist scheinbar übersehen worden, das Abseifen zu erwähnen, dies macht auch Undichtheiten kenntlich, die für das Gelingen und selbst oft für das Gefühl unmerklich sind.

Nachdem die Druckluft heute fast für jede Werkstatt unentbehrlich geworden ist, verdient das Büchlein eine allgemeine Verbreitung. Seine Beachtung schützt vor Wertschuldvergeudung und vor Druckluftverlusten, somit vor unnötigen Ausgaben und Energieverlusten. [E 701] V. Fisch.

DIN-Taschenbuch 10: Schrauben, Muttern und Zubehör. Berlin im Juli 1927, Beuth-Verlag. 329 S. m. zahlr. Abb. Preis 6 M.

Von den deutschen Normen, die als Einzelblätter im Format A 4 erscheinen, gibt die deutsche Normenausschuss in regelmäßiger Folge Taschenbücher, auf die Hälfte verkleinert, heraus, in denen die Normenblätter einzelner Gebiete vereinigt sind. In dieser Reihe der DIN-Taschenbücher ist nunmehr der 10. Band „Schrauben, Muttern und Zubehör“ erschienen; er enthält nach dem Stande vom Juli 1927 alle Normenblätter dieses wichtigen Gebietes. Stichwortverzeichnis erleichtert das Auffinden. [E 653]

Grundzüge der Bergwirtschaftslehre. 1. Teil: Allgemeine Bergwirtschaftslehre. Von A. Dahms. 3. Aufl. Leipzig 1927, A. Deichertsche Verlagsbuchhandlung. Preis 3 M.

Das Fehlen einer kurz gefaßten Übersicht über die allgemeinen bergwirtschaftlichen Aufgaben hat Dahms veranlaßt, eine kurze Einführung in diesen so wichtigen

unsrer Volkswirtschaft zu geben; hierbei werden bei liegenden Neuauflage die zahlreichen statistischen gen von 1920 ab verwertet und eine Reihe von sehr enswerten vergleichenden Angaben über Leistung bstkostenzusammensetzung im deutschen Bergbaue vor dem Kriege und jetzt gegeben. Wenn auch zur ung höchster Wirtschaftlichkeit die auf den Gruben den minderwertigen Brennstoffe (Koksgrus, Kohlen- Zwischengut aus der Wäsche usw.) an Stelle hoch- r, verkaufsfähiger Brennstoffe möglichst weitgehend Erzeugungsstellen selbst verwendet werden sollen, heint die auf S. 57 geforderte „Verwertung der Waschen in Steinkohlenaufbereitungen durch Verbrennen in toren“ doch zu weitgehend. Am Schlusse der Betracht- wird noch auf die Schwierigkeiten einer genauen mäßigen Lagerstätteninventur und damit der Lebens- der einzelnen Bergbauzweige eines Landes einge-

as Büchlein gibt in kurzer Zusammenfassung einen Überblick über die volkswirtschaftliche Bedeutung ergbaues. [E 666] Pr.

ewöhnlichen und partiellen Differenzen - Gleichungen Baustatik. Von Fr. Bleich und E. Melan. Berlin Wien 1927, Julius Springer. 350 S. m. 74 Abb. s 28,50 M.

ährend die Auflöser linearer Differenzgleichungen ränderlichen Koeffizienten schwierig und nur in ver- stmäßig wenig Fällen bisher gelungen ist, ist die von den Differenzgleichungen mit konstanten zienten weitgehend ausgebaut und in einer ganzen von Fällen zur Lösung technischer Fragen angewendet n. Es handelt sich dabei ganz allgemein um die Klär- der gesetzmäßigen Zusammenhänge zwischen solchen ten, deren x -Werte den gleichen Abstand voneinander y kann dabei abhängig von einer oder mehreren rderlichen sein. Die Differenzgleichungen sind vor- wichtig für die Baustatik, wo Träger und Stützen in en Abständen eine große Rolle spielen. Das vor- ge Werk soll dem Ingenieur als Einführung dienen, e andere Werke mehr für den Mathematiker bestimmt [E 654] W. S.

r Röchling. Das Lebenswerk eines Großindustriellen. a Richard Nutzing er. Völklingen-Saarbrücken 1927, r. Hofer A.-G. 168 S. m. versch. Abb. Preis 25 Frs. em Verfasser, der als Hauslehrer in der Familie eing lange Zeit tätig war, boten sich sicherlich bio- ische Quellen, die ihn zu seiner Aufgabe besonders n erscheinen lassen. In dieser Beziehung wird auch ingenieur das Buch, zumal die Darstellung flüssig und haltend ist, nicht ohne Befriedigung aus der Hand e. Darüber hinaus muß gerade er jedoch erwarten, n der Lebensbeschreibung eines großen Technikers — as war Karl Röchling — auch seine technischen Groß- und Wagstücke als die Ursachen vieler bedeutender ge gründlicher nachgewiesen werden, als es in dem e der Fall ist. Die stellenweise in ihrer weichen mentalität fast peinlich zu lesenden Betrachtungen den „Arbeiterfreund Röchling“ verraten als Urheber des Buches den Kirchenmann; sie werden aber nicht dem jenes Willenstitanen gerecht. So ist die Schilder- zwar angenehm und glatt, aber größtenteils so an-

spruchslos, daß das kleine Buch wohl vorzugsweise seine Leser unter den Angehörigen des Röchlingschen Werkes, insbesondere der Arbeiterschaft, finden wird.

[E 482]

Kr.

Der Drehstrom-Induktionsregler. Von H. F. Schait. Berlin 1927, Julius Springer. 356 S. m. 165 Abb. Preis 25,50 M.

Beiträge zum Abnutzungs-Problem. Von Werner Bondi. Berlin 1927, VDI-Verlag. 137 S. m. 105 Abb. Preis 4,50 M.

Für den Konstruktionstisch. Leitfaden zur Anfertigung von Maschinenzzeichnungen. Von W. Leuckert u. H. W. Hiller. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 62 S. m. 44 Abb. Preis 3,60 M.

Kohle—Koks—Teer. 14. Bd.: Verbrennung im Gaserzeuger und im Hochofen. Eine neue Theorie. Von A. Korevaar. Übers. von J. Gwosdz. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 137 S. m. 28 Abb. Preis 9,90 M.

Das Kalkwerk. Von Theodor Klehe. Berlin 1927, Kalkverlag. 367 S. m. 173 Abb. Preis 15 M.

Lehrgang der Härtetechnik. Von Joh. Schiefer u. E. Grün. 3. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 211 S. m. 175 Abb. Preis 8,75 M.

Handbücher für Motoren- u. Fahrzeugbau. Bd. 5a: Automobilbau. Von P. M. Heldt. 4. Bd.: Vergaser und Brennstoffe. Deutsche Bearb. von H. Dechamps. Berlin 1927, Rich. Carl Schmidt & Co. 200 S. m. 155 Abb. Preis 14 M.

Jahrbuch für Luftverkehr 1926/27. Herausgeb.: Fischer von Poturzyn u. Josef M. Jurinek i. Verb. m. d. Aero-Club von Deutschland. München 1927, Richard Pflaum. 270 S. m. einz. Abb. Preis 16,50 M.

Ancient Egyptian Metallurgy. Von H. Garland and C. O. Bannister. London 1927, Charles Griffin & Co. Ltd. 214 S. m. 113 Abb. Preis 12 sh. 6 d.

Old chemistries. Von Edgar F. Smith. London 1927, McGraw Hill Publishing Company. 89 S. m. versch. Abb. Preis 12 sh. 6 d.

The romance of the cotton industry in England. Von L. S. Wood and A. Wilmore. London 1927, Oxford University Press. 288 S. m. 94 Abb. Preis 5 sh.

Die Welt der vernachlässigten Dimensionen. Eine Einführung in die Kolloidchemie. Von Wolfgang Ostwald. 9. u. 10. Aufl. Dresden und Leipzig 1927, Theodor Steinkopff. 325 S. m. 43 Abb. Preis 12 M.

Die Abgabe für die Benutzung eines Patents. Von Ludwig Fischer. Berlin 1927, Carl Heymann. 27 S. Preis 2 M.

Inventions and patents. Their development and promotion. Von Milton Wright. London 1927, McGraw Hill Publishing Company. 225 S. Preis 12 sh. 6 d.

Die deutsche Elektrizitätsversorgung. Herausgeg. vom Vorstand des Deutschen Metallarbeiter-Verbandes. Stuttgart 1927, Verlagsgesellschaft des Deutschen Metallarbeiter-Verbandes. 288 S. m. zahlr. Abb. Preis 8 M.

Die Frage der Kraftfahrzeugsteuer. Denkschrift des Reichsverbandes der Automobilindustrie. Bearb. von Dr. Scholz. Berlin 1927, Selbstverlag. 154 S. Preis 3 M.

Teubners Handbuch der Staats- und Wirtschaftskunde. 2. Abt.: Wirtschaftskunde. 2. Bd., 4. H.: Betriebswirtschaftslehre. Von Erwin Geldmacher. 2. Aufl. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 44 S. Preis 2 M.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION

Fließdruckwage als Parallel- oder Geradföhrung für Pressen und ähnliche Maschinen

n Z. Bd. 71 (1927) ist auf S. 429 eine Fließdruckwage Pressenfabrik Fritz Müller, Eßlingen, als Parallel- oder föhrung für Pressen, schwere Scheren und ähnliche inen beschrieben, die einer Konstruktion mit Schwing- l- oder Keildruck überlegen sein soll. Es wird be- et, daß die Fließdruckwage die Werkzeuge oder n vollständig parallel föhre.

as entspricht nicht den Tatsachen, weil der Konstruk- der Fließdruckwage die Zusammendrückbarkeit, der igkeit vernachlässigt hat.

s sei angenommen, Abb. 3 des genannten Aufsatzes eine Schere oder Bördelpresse von 1000 t Druck bei m Hub dar. Ferner sei angenommen, daß sich bei n der Schneid- oder Preßbewegung der gesamte Wider- der Schere von 1000 t auf der Mitte eines der äußeren n befindet. Der über dem Widerstand befindliche n drückt unmittelbar mit 500 t, die noch fehlenden Druck muß der andere Kolben durch die Fließdruck- übertragen. Der Abstand der Preßzylinder von Mitte

zu Mitte beträgt 6 m und der Abstand der Kolben der Fließ- druckwage von Mitte zu Mitte 4 m, die Kolben a, b, c, d, sollen 500 mm Dmr. haben, der Druck, den die beiden Fließdruckkolben, der eine nach oben und der andre nach

unten ausüben, beträgt $\frac{500\,000 \cdot 600}{400} = 750\,000 \text{ kg}$. In einem

Ausgleichszylinderpaar einschließlich der Rohrleitung befinden sich etwa 220 l Öl, das bei 750 t Preßdruck unter einem Druck von 382 at stehen muß.

Der Zusammendrückbeiwert beträgt bei:

Mandelöl	von 17°	= 55,2
Olivöl	„ 20,5°	= 63,3
Rüböl	„ 20,3°	= 59,6
Steinöl	„ 19,4°	= 74,6
Summe		252,7

also im Durchschnitt = $\frac{252,7}{4} \sim 63$.

Nach Versuchen von mir sind hierzu etwa 5 vH für die Ausdehnung der Konstruktionsteile hinzuzurechnen.

Die Zusammendrückung des Öles beträgt daher mit Berücksichtigung der Ausdehnung der Konstruktionsteile:

$$1,05 \cdot \frac{63 \cdot 220 \cdot 382}{10^6} \sim 5,51.$$

5,51 entsprechen 28 mm Hub bei 500 mm Kolbendurchmesser. Da der bewegliche Preßbalken auf 4 m Länge um 28 mm schiefgestellt ist, steht er bei 6 m Entfernung um 42 mm schief. Die Schiefstellung des Pressenhauptes ist unabhängig von der Größe der Kolben der Fließdruckwage; sie ist dem Hub und dem Zusammendrückbeiwert verhältnismäßig.

Nicht unerwähnt soll die Überlegung bleiben, ob es richtig ist, statt zweier Preßzylinder sechs mit ungefähr demselben oder mit höherem Druck und demselben Hub zu nehmen, um eine Schwingwelle mit zwei Kurbeln zu ersparen. Diese könnte so stark gemacht werden, daß eine wirkliche Geradföhrung des Preßbalkens erreicht wird, wohingegen man bei einer Fließdruckwage bei gegebenen Verhältnissen einer nennenswerten Schiefstellung des Preßbalkens vollkommen machtlos gegenübersteht.

Adolf Kreuser

Entgegnung

Das Wort „vollständig“ vor parallel kann wegbleiben. Im vorliegenden Fall ist eine gewisse einseitige Voreilung Bedingung, damit die Wage überhaupt wirken kann; sie wird aber kaum zu beobachten sein und kann ausgeglichen werden.

Wenn man mit 1 m Hub und 750 000 kg einseitigem Druck auf jeder Seite rechnet, erhält man ganz gewaltige Zahlen für die Abmessungen der Maschinenteile, wie Kurbelstangen und Lager, und für die Formänderungen, namentlich, wenn man die Konstruktion nicht nur für Balken, sondern auch für Platten berechnet. Am vorteilhaftesten erwies sich die Verwendung der Fließdruckpresse und der Wage. Diese Wage steht ständig unter Druck, sagen wir in unsrem Falle unter 250 at. Das Öl wird daher bei der Arbeit nur wenig stärker zusammengedrückt, als in Ruhestellung. Diesen Dienst besorgen die Ventile, Abb. 3.

Herrn Kreusers Berechnung stimmt mit der des Konstrukteurs überein, sie hat zu der oben erwähnten Vorkehrung geführt, um die Formänderungen während des Arbeitsganges möglichst auszugleichen. Die Beobachtungen an fertigen Maschinen zeigen, daß die Wasserwage auf dem Balken kaum merklich ausschlägt.

Weiter berechnet Herr Kreuser das Schiefstehen des Balkens bei 4 m Entfernung der Wagzylinder mit 28 mm, daher bei 6 m mit 42 mm. Die Wagzylinderkolben drücken aber im Gegensatz zu Abb. 3 meines Aufsatzes auf die äußerste Stelle des beweglichen Balkens, Abb. 4; die Berechnung ergäbe dann nicht $\frac{28 \cdot 6}{4} = 42$, sondern $\frac{28 \cdot 4}{6} = 18,7$ mm. Abb. 4 zeigt auch, daß die Kolben durch Gelenklöte mit den Balken gekuppelt sind. Bei der Schere darf das Messer sogar nur einige Zentimeter Spiel haben, es braucht nur gegen Ausweichen nach rückwärts geführt zu sein. Zwei Rollen genügen als Seitenführung.

Gerade die Wage gibt die Möglichkeit, den Balken oder die Platte der Presse so einzustellen und zu föhren, daß man mit geringstem Werkstoff- und Kraftaufwand auskommt,

und daß die Maschinen vor Bruch geschützt sind, auch versehentlich außergewöhnlich starke Teile unterworfen werden.

Zum Schluß föhrt Herr Kreuser noch an, daß der Konstrukteur bei der Wahl einer Fließdruckwage bei den Verhältnissen einer nennenswerten Schiefstellung machtlos gegenübersteht. Ausgeföhrte Anlagen beweisen, daß diese Annahme unrichtig ist. Fritz Müller

Rückäußerung

Das Wort „vollständig“ vor parallel kann nicht wegbleiben, sondern es muß wegbleiben. Streng genommen muß auch das Wort parallel wegbleiben; denn wenn eine Einrichtung so arbeitet, wie ich es in meiner ersten Schrift ausgerechnet habe, kann man nicht von einer vollkommenen Föhrung sprechen.

F. Müller stellt die Wage unter eine ständige Spannung von 250 at, in dem Glauben, daß dann das Öl bei der Belastung nur wenig stärker zusammengedrückt würde als in Ruhestellung der Maschine, und daß ferner diesen Dienst die Ventile besorgen. Das ist eine Verkennung der Tatsachen. Die Bedingung für die Wirkung der Wage ist, daß die Zylinder *a, b, c, d* völlig mit Öl gefüllt sind. Die Verhältnisse liegen so, daß bei Auffüllung der Zylinder der Fließdruck mit Öl von 0 at bei dem angenommenen Belastungsfall in dem einen Zylinderpaar 0 at und in dem anderen 382 at herrschen. Wenn die Fließdruckwage in der Ruhestellung unter 250 at Druck steht, herrschen beim Belastungsfall in dem einen Zylinderpaar $0 + 250 = 250$ at und in dem andern $382 + 250 = 632$ at. Der Druckunterschied von 382 at ist in jedem Fall vorhanden. Der Zusammendrückbeiwert ändert sich mit steigendem Druck, z. B. bei einer Druckspanne von 250 at kaum um 5 vH. Bei 250 at Spannung in den Zylindern der Fließdruckwage würde das Öl um etwa 5,221 statt 5,51 zusammengedrückt, das entspricht einer Schiefstellung des Preßbalkens von 39,9 mm statt 42 mm. Ventile können hieran nichts ändern, denn während des Preßvorganges müssen die Röhren der Fließdruckwage kreuzweise verbunden sein, sonst würde die Wage überhaupt nicht wirken.

Es entspricht nicht den Tatsachen, daß durch die Fließdruckwage die Maschinen vor Bruch geschützt werden; davor schützen lediglich die Antriebsstaukolben. Wenn man die Presse richtig konstruiert ist, muß sie den durch die Antriebskolben begrenzten Höchstdruck an jeder Stelle ausüben können. Die Fließdruckwage hat nur die Aufgabe, den Druck nach der betreffenden Stelle hinzuleiten. Daß eine mechanische Einrichtung besser ist, als eine hydraulische, wäre, könnte die Fließdruckwage die Maschine nicht vor Bruch schützen; denn wenn bei Überschreitung des zulässigen Druckes Öl durch Sicherheitsventile aus der Fließdruckwage herausgelassen würde, würde bei einseitigem Ölansatz der Preßbalken vollständig schief stehen, so daß die Maschine Schaden leiden müßte.

Adolf Kreuser

Herr Fritz Müller hat es abgelehnt, sich zu dieser Schrift nochmals zu äußern. Die Schriftleitung

[D 323]

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Technische Fragen im Lichte des Rechts. Von R. Baumann und A. Süskind	1281
Weltkraftkonferenz Basel 1926. Von D. Thoma	1284
Neuere Anschauungen über Zünd- und Verbrennungsvorgänge in Dieselmotoren. Von F. Sass	1287
Neue englische Versuchstreckenanlage bei Buxton	1292
Kurzprüfung von Anstrichstoffen. Von M. Schulz	1293
Amerikanische Hochspannungskabel für 132 kV	1298
Ein neuer Zähigkeitsprüfer (Viskosimeter). Von Albrecht und Wolff	1299
Rundschau: Fortschritte der Kältephysik und Kältetechnik — Neues Drahtwalzwerk der Bethlehem Steel Co. — Lokomotivkran von großer Tragkraft — Kohlen säure-Feuerschutz in Amerika — Kleine Mitteilungen	1304

Bücherschau: Handbuch der Physik. Von H. Geiger und K. Scheel — Der Transformator im Betrieb. Von M. Vidmar — Die Teilung der Zahnräder und ihre einfachste rechnerische Bestimmung. Von G. Hönnicke — Preßluftanlagen — DIN Taschenbuch 10: Schrauben, Muttern und Zubehö — Grundzüge der Bergwirtschaftslehre. Von A. Dahms — Die gewöhnlichen und partiellen Differenzen-Gleichungen der Baustatik. Von F. Bleich und E. Melan — Karl Röchling. Von R. Nutzinger — Eingänge	
Zuschriften an die Redaktion: Fließdruckwage als Parallel- oder Geradföhrung für Pressen und ähnliche Maschinen	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

71

SONNABEND, 17. SEPTEMBER 1927

NR. 38

Anwendung von Lademaschinen im Bergbau unter Tage

Von Dipl.-Ing. Fr. Prockat, Berlin

Nachteile der Handverladung, allgemeine Grundsätze für die maschinenmäßige Ladearbeit — Einteilung der Lademaschinen — Beschreibung der einzelnen Bauarten unter Angabe von betriebsmäßigen Ladeleistungen — Vereinigte Gewinnungs- und Lademaschinen — Betriebliche Vorteile der maschinellen Verladung unter Tage

Die weitgehende Mechanisierung des Bergbaues hat bis jetzt sonderbarerweise noch vor einem wichtigen Punkt haltgemacht, der Schaufelarbeit unter Tage. Während man im Bauwesen und Tagebaubetrieb schon bei verhältnismäßig kleinen Massenbewegungen schnelle Einrichtungen in Form von Baggern, Kabelwagen usw. ständig verwendet, werden im deutschen Bergbau unter Tage alljährlich Millionen Tonnen Haufwerk von Hand mittels Schaufel in die Förderwagen verladen. Einen Versuch, diesen großen Unkostenpunkt, den teure Wegfüllarbeit von Hand¹⁾ bietet, möglichst auszuhalten oder doch wenigstens zu vermindern, bildet der Rutschenbetrieb, der im Steinkohlenbergbau gleichzeitig die Einführung langer Abbaufrenten und des Fördermaschinenbetriebes und dadurch eine gewisse Arbeitskonzentration ermöglicht hat.

Auch beim Rutschenbetrieb ist in der Mehrzahl der Fälle noch ein Einschaufeln des Haufwerkes in die Förderwagen von Hand erforderlich, wenn auch die Wurfweite wegen der niedrigen Bauhöhe der Rutschen schon bedeutend geringer ist als beim Förderwagen. Zur gänzlichen Ausschaltung des teuren Einladens von Hand — nach Prockat²⁾ ist „der wichtigste geschlossene Betrag an Arbeitszeit die Ladearbeit der Schlepper“ — und Erreichung größter Wirtschaftlichkeit wird sich bei wagerecht verladenden oder flach einfallenden Lagerstätten bis herauf auf etwa 10° die Einführung der völlig maschinenmäßigen Ladearbeit immer mehr als notwendig erweisen.

Die äußerst verschiedenartigen Lagerungs- und Abbauverhältnisse in den verschiedenen Bergbauzweigen erfordern jedoch einer Typisierung und Normalisierung beim Bau solcher Lademaschinen eine gewisse Grenze. Eine Maschine, die den engen Raumverhältnissen in mächtigen Steinkohlenflözen und den weiten Abbauräumen im Kali zugleich gerecht wird, ist nicht zu finden. Ein Erfolg der maschinenmäßigen Ladearbeit wird sich daher erst aus einer weiten Auswahl der mechanischen Hilfsmittel ergeben³⁾, bei denen Maschinen und Ladeverfahren — dies gilt besonders für den Steinkohlenbergbau — so aufeinander abgestimmt sind, daß sie für den besonderen Verhältnissen der betreffenden Lagerstätte die Höchstleistungen ergeben³⁾.

Als allgemeine Grundsätze für die maschinenmäßige Ladearbeit, bei der also das Haufwerk von der Lademaschine selbsttätig ohne Zuhilfenahme von Handschaufelarbeit in den Grubenwagen oder die Rutsche gefördert werden soll, können folgende gelten: gedrängte, feste, sichere und betriebs sichere Bauart der Maschine bei großer Leistung, leichte Bedienungsmöglichkeit durch einen Mann. Fernerhin muß sich die Maschine entweder auf den Grubenschienen oder auf Raupenkettensystemen möglichst selbsttätig eigene Kraft fortbewegen können und so gebaut sein, daß sie von einer Aufstellung das Haufwerk möglichst beiderseits des Grubengleises auch in großen Abbaufrenten laden kann. Das Austragende der Maschine muß leicht schwenkbar ausgebildet sein, daß durch die be-

schränkten Raumverhältnisse in der Grube bedingte scharfe Bahnkrümmungen von der Maschine leicht genommen werden können.

Die verschiedenen Lademaschinen-Bauarten arbeiten entweder unmittelbar oder mittelbar unter Zwischenschaltung von Rutschen oder Bandförderern in die Förderwagen. Wegen ihrer verhältnismäßig großen Ladeleistung ist eine möglichst gut durchgeführte Organisation des Förderbetriebes von besonderer Wichtigkeit. Wenn man bei Versuchen mit Lademaschinen in den letzten Jahren häufig nicht den erwünschten Erfolg hatte, so lag das in der Mehrzahl der Fälle nicht an der Unzweckmäßigkeit der Lademaschinen an sich, sondern daran, daß die Maschinen bei weitem nicht voll ausgenutzt werden konnten, weil die Heranschaffung von leeren Wagen sich nicht entsprechend der Leistungsfähigkeit der Maschinen durchführen ließ. Aus diesem Grunde verwendet man in den Vereinigten Staaten von Amerika häufig Förderwagen mit möglichst großem Fassungsvermögen von rd. 3 t und großer Spurweite, 1000 mm, die sich durch besonders niedrige Bauart auszeichnen, um den Lademaschinen eine möglichst geringe Bauhöhe geben zu können und um sie auch in weniger mächtigen Flözen anzuwenden. Für die Gleise sind möglichst schwere Schienen (25 kg/m) zu verwenden, um den hohen Beanspruchungen durch die große Zugförderung und durch die verhältnismäßig schweren Lademaschinen gerecht zu werden. Auch kann man zwischen Lademaschine und Förderwagen als Puffer wirkende Bunker einschalten; in einem Fall ist die Leistung der Lademaschine um 25 vH gegenüber der Leistung bei unmittelbarer Verladung gestiegen⁴⁾.

Eine Einteilung der Lademaschinen läßt sich unter Anführung der Hauptvertreter nach dem folgenden Schema vornehmen:

I. Ohne Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern.

a) Kratzerlader, 1. Osana-Lader, 2. Goodman Entry-Lader, 3. Ace-Lader, 4. Schmidt-Kranz-Lader.

b) Schaufellader, 1. St. Joe-Schaufel, 2. Butler-Schaufel, 3. Hoar-Schaufel, 4. Goodman-Schaufel, 5. Portalhochbagger der Maschinenfabrik Buckau.

II. In Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern.

a) Kratzerlader, 1. Joy-Lader, 2. Shanaberger-Lader, 3. Coloder-Lader, 4. Sullivan-Lader, 5. Lademaschine von Schmidt-Kranz.

b) Schaufellader, 1. Entenschnabel von Eickhoff, 2. Myers Whaley-Lader, 3. Buckauer Lader, 4. Baumag-Meguine-Lader, 5. Hanomag-Lader.

III. In Verbindung mit Gewinnungsmaschinen und Bandförderern, 1. Jeffrey-Lader (Shortwall), 2. O'Toole-Lader, 3. McKinlay-Lader.

Kratzerlader ohne Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern

Mit der einfachsten Art der maschinellen Verladung des auf der Sohle liegenden Haufwerkes in die Förderwagen ist die Nachahmung der Arbeit mit Kratze und

¹⁾ „Mining and Metallurgy“ Bd. 6 (1925) S. 188.

²⁾ „Glückauf“ Bd. 62 (1926) S. 798.

³⁾ „Coal Age“ Bd. 25 (1924) S. 681.

⁴⁾ „Coal Age“ Bd. 29 (1926) S. 466.

⁵⁾ „Coal Age“ Bd. 31 (1927) S. 766.

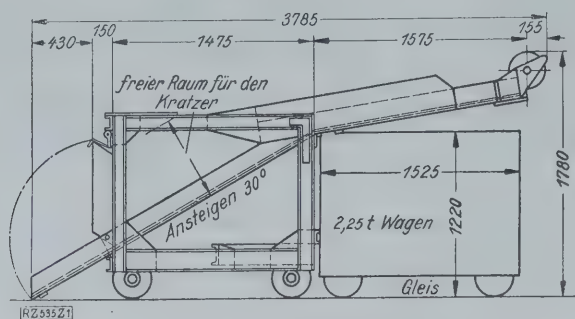


Abb. 1. Osana-Lader

Trog durch maschinell betriebene Kratzer, die das von ihnen gefaßte Haufwerk über eine ansteigende Ladebrücke in den Förderwagen hineinziehen. Die ganze Vorrichtung besteht in der Hauptsache aus dem Kratzgefäß, zwei Seiltrommeln zum Hin- und Herbewegen des Kratzgefäßes und einer schräg ansteigenden, fast bis auf den Boden reichenden Verladebrücke, unter die der zu beladende Förderwagen geschoben wird.

Der Vorteil dieser einfachen Lademaschinenarten gegenüber den später zu beschreibenden schwereren Bauarten ist neben den geringeren Anlagekosten auch die Möglichkeit, in geringmächtigen, nicht söhligen Lagerstätten arbeiten zu können. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß in der Zeit, in der ein voller Förderwagen gegen einen leeren ausgetauscht wird, der Kratzer weiter arbeiten und neues Haufwerk bis an die Schrägfläche des Laders herankratzen kann, infolgedessen dann der nächste Wagen in kürzerer Zeit gefüllt wird.

Bei dem Osana-Lader⁵⁾ ist die Verladebrücke auf einem Wagengestell aufgebaut, das bei der Arbeit des Laders mit einer Blockierschraube am Gestänge befestigt wird, Abb. 1. Der Verladearm kann bei genügender Streckenhöhe mit Schwenklappen ausgerüstet werden, so daß der Kratzer auf diesem eine größere Haufwerkmenge ablagern kann, als dem Inhalt eines Förderwagens entspricht. Vor Beginn des eigentlichen Verladens werden gewöhnlich erst einige Kratzerladungen vor der fast bis auf die Gleise reichenden Schrägrinne angeschüttet, damit der Kratzer besser heraufgleiten kann.

Der Lader wird in zwei Größen gebaut, von denen der kleinere in Verbindung mit 1t-Wagen in engen Strecken arbeitet, während bei größeren Streckenquerschnitten die zweite Bauart, die in 2,25 t-Förderwagen ladet, verwendet wird⁶⁾. Beim Laden in 1,4 t-Wagen lassen sich in 5 h über 100 t Gestein oder rd. 18 t/h verladen. Zeitstudien bei Verladung in 2 t-Wagen von Hand und Maschine ergaben die in Zahlentafel 1 verzeichneten Werte. Die reine Ladezeit ist bei Verwendung der Lademaschine um 55 vH, die Gesamtzeit zur Beladung eines 2 t-Wagens um 37 vH geringer, als bei Verladung von Hand. Der Lader kann schnell von einem leer geförderten Arbeitsplatz zu einem neuen gefahren werden, indem eine Grubenlokomotive unter die Ladebrücke des Laders fährt oder unter Zwischenschaltung eines Förderwagens mit ihm gekuppelt wird.

Ähnlich gebaut ist der Entry-Lader der Firma Goodman, Chicago, Ill., bei dem sich im Gegensatz zu dem Osana-Lader der elektrisch angetriebene Haspel unter der Verladebrücke befindet. Der Kratzer

⁵⁾ Engg. Mining Journ. Press Bd. 117 (1924) S. 731.

⁶⁾ Engg. Mining Journ. Press Bd. 123 (1927) S. 636.

Zahlentafel 1

Vergleich der Ladezeit eines
2t-Wagens bei Handarbeit
und mit dem Osana-Lader

	Handarb. min	Maschine min
Laden	15,3	6,83
Fördern	12,1	10,4
Sonstiges	1,7	1,1
Zusammen	29,1	18,33

hat ein Fassungsvermögen von 0,75 t und gleitet mit Geschwindigkeit von 1,5 m/s über das Liegende. ganze Lademaschine ruht auf den Grubenschienen, A und ist imstande, durch Umstellung des Motors auf mit endloser Kette untereinander verbundenen Räder ohne fremde Hilfe fortzubewegen. Der Lader ist besonders für geringmächtige Flöze geeignet und hat u. a. auf der Ajax-Grube, Kentucky⁷⁾, sowohl im P als auch im Strebbau gut eingeführt. Auf dem 1 m mächtigen Lower Kittanning-Flöz hat sich die Kopfleis Schicht nach Einführung des Laders verdreifacht. 98,6 vH der anstehenden Kohlen eines Abbaufeldes gewonnen wurden, während die Handverladung nur 1/3 ergab⁸⁾. Bei der großen Bauart, dem Goodman trommel-Kratzerlader, sind Haspel und Gleitfläche trennt voneinander aufgestellt. Der Kratzer hat hierbei ein Fassungsvermögen von 4 t. Als Haspel verwendet einen Dreitrommelhaspel, der durch einen mit 2300 U/min arbeitenden Wechselstrommotor von 94 kW angetrieben wird. Das Hauptzugseil hat 22 mm Dmr., das Hintenseil 19 mm Dmr. Als Durchschnittsleistung sind in einem Flöz von 2,1 bis 3,05 m Mächtigkeit und unter den verschiedenartigsten Gebirgsverhältnissen bei einer Gebelegschaft von 15 bis 19 Mann in einem 70 m langen Strebbau 350 t je Schicht gefördert worden⁹⁾.



Abb. 2. Entry-Lader

Eine Lademaschine für ähnlich große Leistung wie der Ace-Lader, bei dem der Kratzer ebenfalls von Hand, den Gefahren am Stoß ausgesetzt ist, ist die Lademaschine darstellt. Der Kratzer ist 3,05 m lang, 1,52 m breit, und 0,8 m hoch und wiegt rd. 2,5 t. Der Kratzer besteht aus 19 mm starken Eisenplatten, die an den Seiten durch U- und Winkeleisen verbunden sind. Besondere Merkmale des Kratzers sind die umsetzbaren Vorder- und Hinterseilfestigungen und Nickel-Chrom-Zähne, die am Vorder- und an den Seitenwänden angenietet sind. Die genaue Richtung für den Lauf des Kratzers wird jeweils durch Seilbefestigung festgestellt¹⁰⁾. Bei einer Seilbefestigung nahe der Seitenwand kann der Kratzer bei einer Stoßlänge von 100 m einen Bogen von 10 m beschreiben. Durch die Seilbefestigung kann man also den Kratzer leicht lenken. Nach ähnlichen Grundsätzen arbeiten von der Maschinenfabrik Schmidt-Kranz & Co., Gelsenkirchen, hergestellter Kratzerlader, bei dem der Kratzer ungeführt und auch geführt arbeitet.

Schaufellader ohne Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern

Eine zweite Möglichkeit der maschinenmäßigen Arbeit liegt in der Nachahmung der Schaufelarbeit von Hand, die sich am meisten bei der St. Joe-Schau-fel-Thew Shovel Co. ausprägt. Die Schaufel hat ein Fassungsvermögen, die man hauptsächlich im amerikanischen Erzbau verwendet, ist auf einem recht schwenkbaren Ausleger befestigt, der am rückwärtigen Ende in einer Gleitbahn zwangsläufig auf eine Gallsche Kette bewegt wird, so daß also die Schaufel in das Haufwerk wagerecht hineingestoßen werden kann, Abb. 3. Die Schaufel wird durch ein Seil, das an beiden Enden auf zwei getrennten Trommeln mit Eigenantrieb befestigt sind, wagerecht geführt.

⁷⁾ „The Colliery Guardian“ Bd. 132 (1926) S. 673.

⁸⁾ „Coal Age“ Bd. 31 (1927) S. 878.

⁹⁾ „Coal Age“ Bd. 30 (1926) S. 801.

¹⁰⁾ „Coal Age“ Bd. 27 (1925) S. 897.

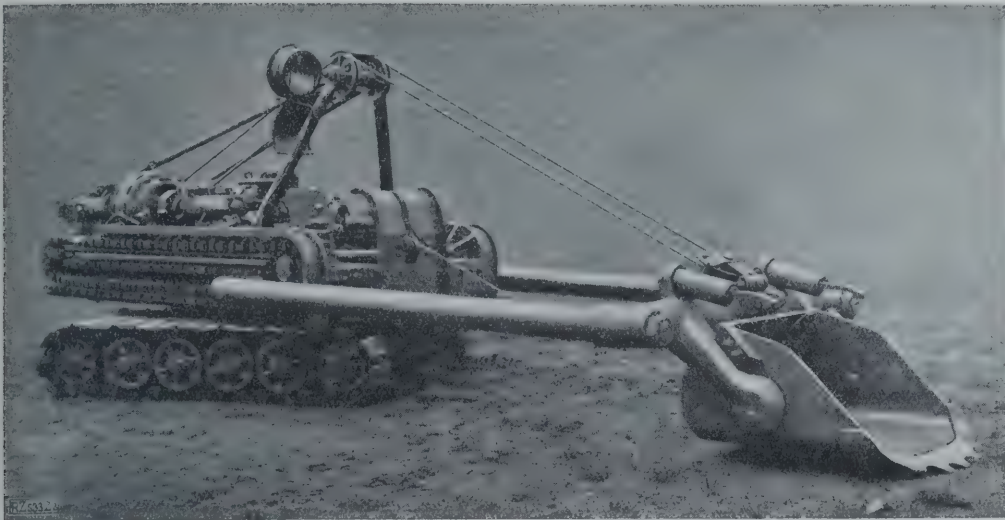


Abb. 3
St. Joe-Schaufel

Auf dem drehbaren oberen Teil der Lademaschine sind drei Wechselstrommotoren für folgende Aufgaben gebracht: Der Hauptmotor (15 kW) treibt über eine Radübersetzung eine wagerecht liegende Welle an, mit der Gallschen Kette zum Vorstoßen der Schaufel verbunden ist. Auf dieselbe Welle ist eine Trommel aufgelegt für ein Seil, dessen Aufgabe es ist, die Vorderkante der Schaufel in wagerechter Richtung auf dem Liegen kratzen zu lassen. Die Schaufel hebt und senkt sich mittels des Haspelmotors (9 kW), wobei der Schaufelträger sich senkrecht um seine Lager in den Kreuzführungen der Gleitbahn bewegt. Der dritte Motor (3 kW) dreht den Oberteil der Lademaschine, den Drehpunkt um seinen Mittelpunkt, Abb. 4.

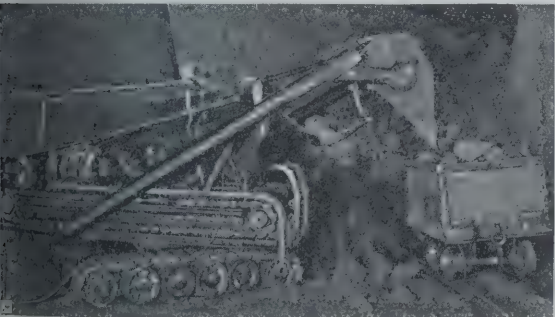


Abb. 4
St. Joe-Schaufel im Betrieb

Der in der Mitte sitzende Bedienungsmann bedient alle drei Motoren durch zwei Handschalter, die durch Federn in ihren jeweiligen Stellungen festgehalten werden¹⁰⁾. Zur Fortbewegung der auf Raupenketten verlagerten Lademaschine legt der Bedienungsmann einen Hebel um, der den Motor von der Schaufelstoßvorrichtung loskuppelt und ihn über ein andres Zahnradvorgelege mit der Antriebswelle für die Raupenkette verbindet.

Die Mindestarbeitshöhe der Lademaschine beträgt 1,4 m, ihre Breite 1,9 m, die Gesamtlänge bei zurückgezogener Schaufel 4,7 m. Das Ende des Drehtisches ist 1,9 m vom Drehpunkt entfernt. Die Schaufel kann 2,15 m vorstoßen, so daß die gesamte Reichweite vom Mittelpunkt 4,9 m beträgt und damit eine Breite von 9,75 m ohne Weiterbewegung der Maschine leer geschaufelt werden kann. Die theoretische Stoßkraft beträgt 12 t, das Gewicht der Maschine 13 t. Die senkrechte Teilkraft des Hubes ist begrenzt durch die Standfestigkeit der Maschine; sie beträgt mindestens 2 t an dem vorderen Schaufelrand bei ausgestrecktem Schaufelarm. Einen zusammenfassenden Überblick über Leistungen und Kosten beim maschinellen Verladen mit den St. Joe-Ladern bei der St. Joseph Lead Co., die von 15 000 t täglicher Förderung etwa 60 vH maschinell fördert, ist in Zahlentafel 2 wiedergegeben.

Für beschränkttere Raumverhältnisse, besonders zum Streckenvortrieb geeignet, ist die im deutschen Schrifttum¹¹⁾ schon beschriebene Butler-Schaufel, Abb. 5, der Nordberg Mfg. Co., Milwaukee. Die mittels Druckluft

¹⁰⁾ „Mining and Metallurgy“ Bd. 4 (1923) S. 181.
¹¹⁾ „Metall und Erz“ Bd. 21 (1924) S. 541; s. a. Engg. Mining Journ. Press Bd. 116 (1923) S. 506.

Zahlentafel 2
Leistungen und Kosten beim Laden mit St. Joe-Ladern

Zeitraum	Arbeits- schichten	Geladene Mengen t (907 kg)	Leistung je Schicht t	Arbeits- lohn c/t	Ausbesserungen		Strom- kosten c/t	Gesamte unmittel- bare Kosten c/t	Lizen- zen c/t	Gesamt- kosten c/t
					Lohn c/t	Werkstoff c/t				
10-jähriges Leistung	9113	1 091 486	—	—	—	—	—	—	—	—
1. Jahre	—	—	120	5,8	3,0	3,6	0,5	12,9	3,3	16,2
2. Jahre	856 ^{5/8}	115 654	135	5,4	2,4	3,6	0,5	11,9	5,6	17,5
3. Jahre	859 ^{1/8}	110 058	128	5,5	2,7	3,0	0,5	11,7	5,9	17,6
4. Jahre	958 ^{2/8}	124 210	130	5,5	2,2	3,1	0,5	11,3	5,3	16,6
5. Jahre	853 ^{1/8}	107 150	126	5,6	2,6	4,8	0,5	13,5	6,1	19,6
6. Jahre	838 ^{1/8}	105 700	126	5,7	2,5	3,4	0,5	12,1	6,2	18,3
7. Jahre	869 ^{6/8}	103 287	119	5,8	3,1	3,7	0,6	13,2	6,3	19,5
8. Jahre	877 ^{3/8}	107 114	122	5,8	2,4	2,7	0,5	11,4	6,1	17,5
9. Jahre	881 ^{7/8}	115 303	131	5,5	2,6	2,4	0,5	11,0	5,7	16,7
10. Jahre	865 ^{2/8}	115 852	134	5,4	2,4	2,2	0,5	10,5	5,7	16,2
11. Jahre	916 ^{1/8}	119 748	131	5,4	2,2	3,9	0,5	12,0	5,4	17,4

von 5 bis 6 at angetriebene Lademaschine besteht aus drei Hauptteilen: dem auf den Schienen verlagerten Unterteil mit Klemmvorrichtung zum Festhalten der gesamten Ladevorrichtung auf den Schienen und auf Kugeln gelagerter Drehscheibe, die durch einen kleinen, vierzylindrigen Motor bewegt wird, dem schwingenden Arbeitzylinder zur Bewegung des Schaufelarmes und der um eine waagrechte Achse drehbaren Schaufel.

Der Druckluftbedarf beträgt rd. 3,8 m³/min. Die Leistungen haben beim Vortrieb einer Strecke von 2,0 × 2,4 m² Querschnitt rd. 23 t/h betragen¹²⁾.

Eine den gewöhnlichen Löffelbaggern ähnliche Bauart ist die Hoar-Schaufel, Abb. 6 und 7, der Allis-Chalmers Manufacturing Co., Milwaukee. Zur Füllung, zum Heben und Herumschwenken des Löffels mit einem Fassungsvermögen von 0,13 bis 0,17 m³ dienen drei mit Druckluft von 5,6 bis 7 at angetriebene Motoren. Der Luftbedarf beträgt 7 bis 8,5 m³/min angesaugte Luft bei einer Leistung von 100 bis 200 t in einer 10 h-Schicht. Für das Vorstoßen des Löffels ins Haufwerk sind 5,25 kW notwendig, für das Heben des Löffels ebenfalls 5,25 kW und für das Drehen 3,5 kW. Der Löffel wird nach dem Einschwingen über dem Wagen, wie bei dem gewöhnlichen Löffelbagger, durch Herunterlassen der Bodenklappe entleert. Der Bagger wird von zwei Mann bedient, von denen der eine mit Aufräumarbeiten und Gleisverbesserungen beschäftigt wird. An verschiedenen Stellen mit der Hoar-Schaufel durchgeführte Zeitstudien haben ergeben, daß die Schaufel nur während eines Drittels ihrer Betriebszeit zum Laden ausgenutzt wurde. Zum Erreichen größerer Leistungen ist also auch hier wieder eine gute Wagengestellung unbedingt erforderlich. Sie läßt sich leicht bei doppelgleisigen Strecken durchführen, bei denen jeweilig ein Wagen geladen und in der Zwischenzeit auf dem zweiten Gleis der volle gegen einen Leerwagen ausgetauscht werden kann. Die Maschine wird in zwei Größen gebaut, Abb. 6 und 7; das Gesamtgewicht der Maschine beträgt 2860 und 3765 kg.

Die Goodman-Schaufel, Abb. 8, hat man mit einer sehr bemerkenswerten Schaufelentleerung ausgerüstet, die den Vorteil hat, daß die Höhe zwischen Hangendem und Wagenoberkante voll ausgenutzt werden kann. Die Schaufel arbeitet auf Raupenketten und ist somit von den Grubengleisen unabhängig. Durch einen Stempel, der mit 85 at Wasserdruck an das Hangende gedrückt wird, hält man die Lademaschine an ihrem Arbeitsplatz fest. Mit der Schaufel kann man vier Hauptbewegungen ausführen: das Vor- oder Rückwärtsstoßen der Schaufel, Heben und Senken der Schaufel, Herumschwen-

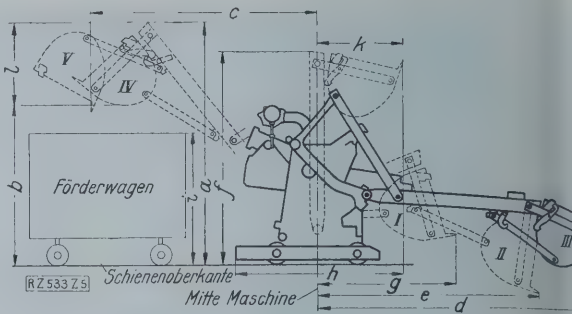


Abb. 5
Butler-Schaufel

a	Gesamthöhe	1,97 bis 2,4
b	Schaufelhöhe beim Entleeren	1,07 .. 1,5
c	Schüttweite	2,0 .. 2,4
d	Grabweite	3,0 .. 3,5
e	Stoßweite	2,1 .. 2,4
f	Mindesthöhe beim Drehen	1,9 .. 1,97
g	Drehhalbmesser mit Schaufel 255 mm über S.-O.	1,3 .. 1,38
h	Mindestlänge	1,5 .. 1,8
i	Förderwagenhöhe	1,3 .. 1,5
k	Drehhalbmesser bei gehobener Schaufel	0,8 .. 0,83
l	Entfernung zwischen Wagenoberkante und Hangendem	0,9 .. 0,97
	Mindestbreite (ohne Sitz für Bedienungsmann)	0,8 .. 0,83

*) abhängig von Förderwagenhöhe.

ken der Schaufel um den Haltestempel und das Ausstoßen des Haufwerks von der Schaufel. Die Schaufel entleert man über dem Förderwagen mit Hilfe einer an der Schaufelrückwand befindlichen Ausstoßplatte, die das Haufwerk von der Schaufel herunterschleudert.

Das für die einzelnen Bewegungen notwendige Druckwasser wird mittels einer von einem Elektromotor (12 kW) angetriebenen Druckwasserpumpe erzeugt. Der Schaufelinhalt beträgt rund 0,5 t, der Vorrat an Druckwasser 155 l. Die Mindestarbeitshöhe beträgt 1,8 m. Die Schaufel ist imstande, durch einen Sprengschuß Kohle zu lockern, jedoch nicht hereingekommene Kohle zu verschieben. Hierdurch wird ein größerer Stückkohlenanfall zu vermeiden sein. Zum sicheren Schutz des Bedienungsmanns gegen Stein- und Kohlenfall aus dem Hangenden hat man in der Höhe verstellbares, über dem Führersitz angebrachtes Dach aus verzinktem Wellblech eingebaut.

Die Lademaschine hat sich im Salz- und Kohlenbergbau, besonders auch beim Vortrieb von Tunneln gut bewährt. In einem wagerecht gelagerten Steinkohlenbergwerk mit einer Mindestmächtigkeit von 1,75 m leistet die Goodman-Schaufel — und zwar nur während der Nachschicht —

¹²⁾ Engg. Mining Journ., Bd. 123 (1927) S. 370.

¹³⁾ „Coal Age“ Bd. 31 (1927) S. 643.

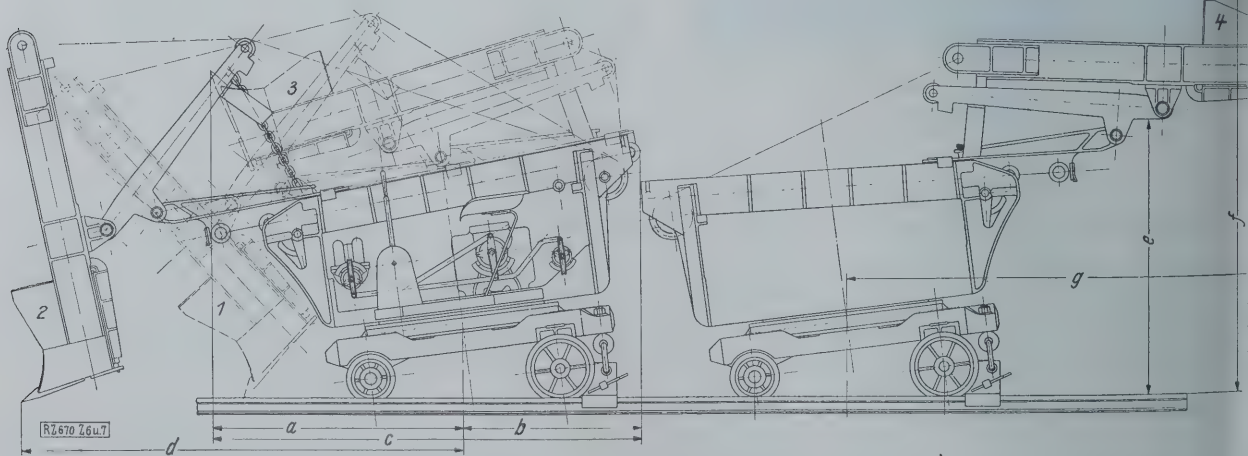


Abb. 6 und 7. Hoar-Schaufel

Bauart	Schaufelinhalt m³	Streckenlänge m	a m	b m	c m	d m	e m	f m
II	0,13	2,15	1,16	0,93	2,09	2,29	1,27	2,03
II	0,17	2,30	1,31	0,93	2,24	2,39	1,27	2,13
S II	0,13	2,45	2,03	1,02	3,05	2,41	1,63	2,36
S II	0,17	2,60	2,03	1,02	3,05	2,49	1,63	2,46

a man über genügend Wagen
igen kann — in 7,3 bis 7,9 m
en und 90 m langen Abbau-
nen, in einer Schicht rd. 217 t.

Die Maschinenfabrik
Buckau, Magdeburg, hat für die
schnelle Verladung, besonders
den Kalibergbau unter Tage,
ein kleinen Eimerbagger
entwickelt, der sich auf der Ge-
schäft Wefensleben¹⁴⁾ sehr gut
behauptet hat. Eine verbesserte Aus-
stattungsform des Baggers, Abb. 9
und 12, ist für Arbeiten in schma-
len Firstenbauen bestimmt und
ist aus diesem Grunde auch
kurze gekrümmte Gleise selbst

Der Bagger stützt sich zu
dem Zweck mit seiner Eimer-
spitze auf baggerseitig auf-
hängten Böcken ab. Die Flaschen-
e des Leiterwindwerkes werden sodann von der
ter abgehängt und am Baggergerüst befestigt. Hier-
auf wird an den beiden zweiachsigen Drehgestellen
Schlingketten das in einer Krümmung liegende
Grubenwagengleis mit daran befindlichem Grubenwagengleis
den Bagger gekuppelt. Beim Anziehen des Leiterwind-
werkes hebt sich nunmehr der Bagger mit den Dreh-
gestellen und dem hieran befestigten Gleise vom Boden
ab. Das Gesamtgewicht des Gerätes stützt sich sodann

¹⁴⁾ Ztschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen Bd. 69 (1921) S. 217.

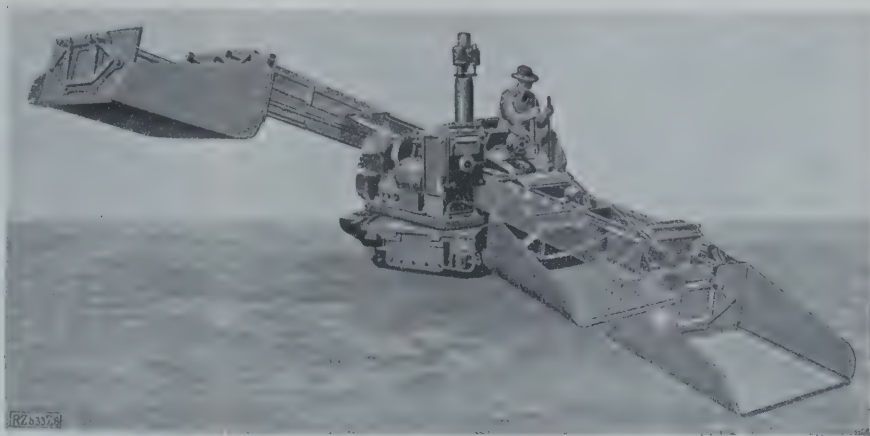


Abb. 8
Goodman-Schaufel

mit der Spitze der Eimerleiter auf die beiden Böcke und
hinten auf das zweirädrige Einschienenfahrgestell ab.

Wenn nunmehr die Eimerleiter einschließlich ihrer
oberen Antriebturasverlagerung mit Hilfe eines hierfür
eingebauten Windwerkes wieder eingefahren wird, bewegt
sich das Baggergerät mit dem angehängten Gleisbogen nach
vorn, also auf das abzubaggernde Haufwerk zu. Der zw-
ischen dem Grubenzufahrtsgleis und dem Baggergleisbogen
entstehende Zwischenraum muß durch Einfügung entspre-
chend langer Schienenstücke wieder geschlossen werden.

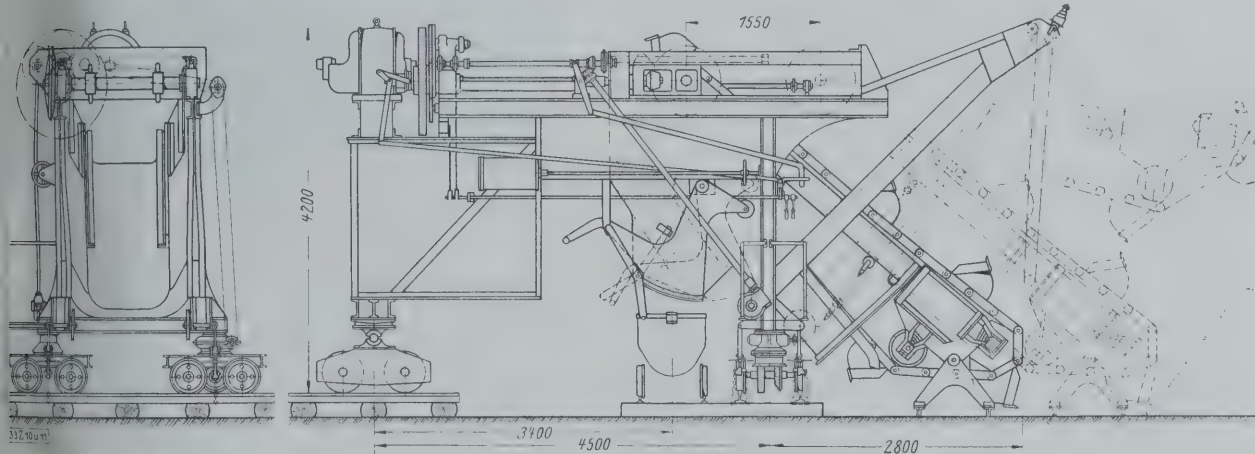


Abb. 9 und 10
Eimerbagger der Maschinenfabrik Buckau

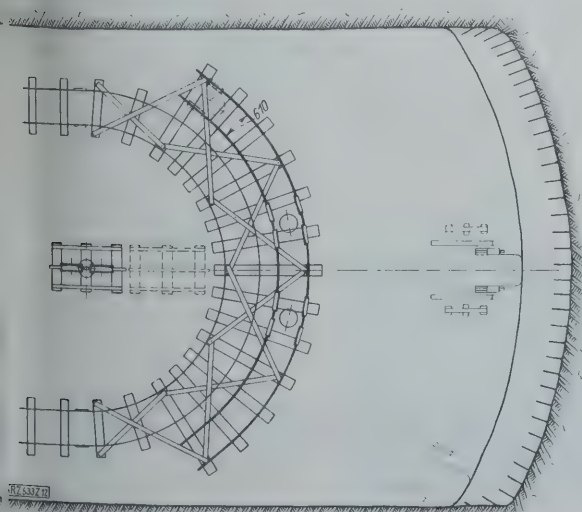


Abb. 11
Anordnung von Bagger- und Grubenwagengleis

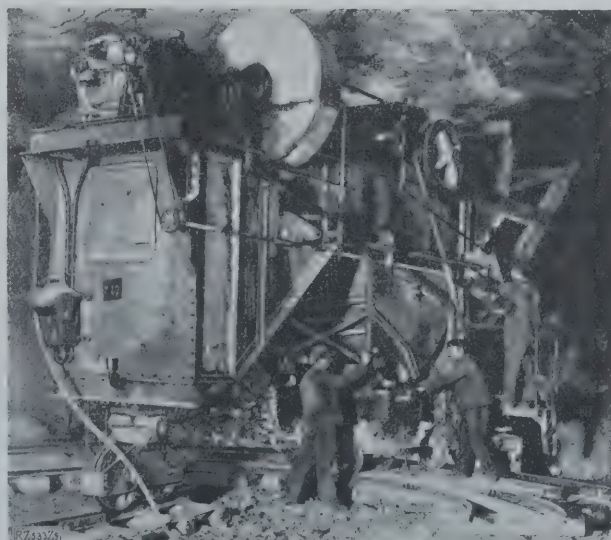


Abb. 12
Eimerbagger der Maschinenfabrik Buckau im Kalibergbau

Die Baggerung am Haufwerk kann sodann wieder beginnen und durch allmähliches Ausfahren der Eimerleiter auf rd. 1,5 m wagerechte Länge abgebaggert werden, worauf man wiederum das Gleis nachrücken muß.

Der Bagger wird von einem 22,5 kW-Antriebmotor bei 750 Uml./min angetrieben. Die Eimer fassen je 100 l. Die vielfach geschakte Eimerkette führt 30 Eimerschüttungen in 1 min aus, woraus sich eine theoretische Leistung von rd. 180 m³/h ergibt. Bei einer Eimerfüllung von 80 vH und 20 vH Stillstandspausen durch Wagenwechsel beträgt die praktische Leistung rd. 115 m³/h. Zur Verhinderung von schwerwiegenden Beschädigungen der schnell umlaufenden Antriebs Teile ist am Eimerkettenantrieb eine Sicherheits-Lamellenrutschkupplung eingebaut, die beim Auftreffen eines Baggereimers auf einen unter dem Haufwerk versteckt liegenden größeren Block sofort gleitet. Durch Ausrücken der Kupplung vom Führerstand aus können die übrigen Bewegungen, wie Fahren des Gesamtgeräts, Heben und Senken oder Aus- und Einfahren der Eimerleiter mit Antriebschase ohne Mitlauf der Eimerkette durchgeführt werden.

Kratzerlader in Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern

Bei der zweiten Gruppe von Lademaschinen ist zwischen der Aufnehmevorrichtung für das hereingeschossene Haufwerk von der Sohle und dem Förderwagen eine maschinelle Fördereinrichtung in Form von Kastenförderbändern eingeschaltet. Die von den verschiedenen Firmen hergestellten Lademaschinen dieser Gruppe werden elektrisch angetrieben und unterscheiden sich in der Hauptsache nur durch die Ausbildung der Aufnehmevorrichtung. Sie bestehen aus folgenden drei Hauptteilen: dem auf Raupenkettens oder Rädern verlagerten Unterteil, das die Antriebmotoren und Anlasser — wenn erforderlich, in schlagwetterssicherer Kapselung — trägt, der Aufnehmevorrichtung und dem schwenkbaren Förderband zum Austrag des Haufwerks in die Förderwagen. Die schwenkbaren Förderbänder bieten den Vorteil, daß man mit der Lademaschine auch seitlich arbeiten und damit einen fortlaufenden Wagenumlauf durchführen und die Lademaschine voll ausnützen kann.

Die größte Verbreitung hat im amerikanischen Steinkohlenbergbau bisher der Joy-Lader gefunden, Abb. 13. Die Aufnehmevorrichtung besteht aus zwei Greiferarmen, deren Mittelpunkte auf Kurbelschleifen mit 36 Uml./min umlaufen, während das eine Ende in Führungsrinnen geführt wird. Das andere Ende der Greiferarme stößt daher vorwärts in das Haufwerk hinein, zieht es an den Lader heran und auf ein 540 mm breites, ansteigendes Förderband, das das Fördergut dem schwenkbaren Austragband von 450 mm Breite übergibt. Beide Greiferarme arbeiten abwechselnd so, daß der eine Arm gerade zum Greifen ausholt, während der andere die Kohle auf das ansteigende Förderband führt.

Die sich auf Raupenkettens bewegende Lademaschine ist 1,20 m hoch und 7,4 m lang. Sie wird durch einen einzigen Motor von 19 kW mit 1150 Uml./min angetrieben, dessen eines Ende die Aufnehmevorrichtung und das Schrägband bedient, während das Kommutatorende das Austragband, die Raupenkettens und eine Druckwasser-

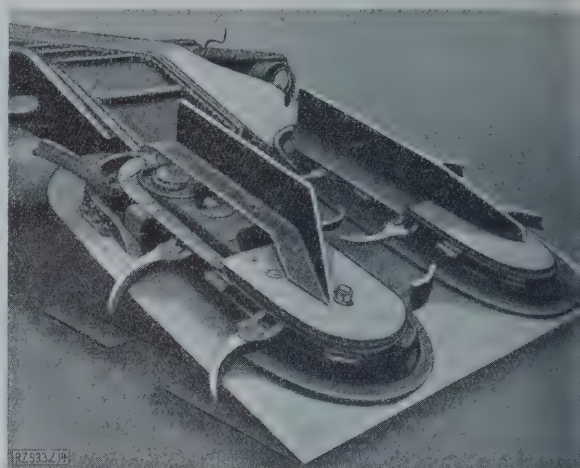


Abb. 14
Greifervorrichtung des Shanaberger-Laders

pumpe antreibt. Mittels der Pumpe hebt und senkt man die Förderbänder und betätigt die Längskupplung zur Vor- und Rückwärtsbewegung der Raupenkettens. Der Joy-Lader ladet in 1 bis 2 min 3 t-Wagen¹⁵⁾.

Die Lademaschine kann nur dann voll ausgenutzt werden, wenn die Strecken so angelegt sind, daß eine möglichst große Zahl von leeren Wagen in der Nähe der Lademaschine aufgestellt werden kann¹⁶⁾. Auf der Grube, Wyoming, wendet man den Joy-Lader im Richtungs- und im Abbaubetrieb an. Als mittlere Schmelzleistung werden beim Verladen der Kohle in 3 t-Wagen beim Laden im Abbau 196,15 t und beim Laden von 160,8 t angegeben¹⁷⁾.

Bei dem Shanaberger-Lader¹⁸⁾ treten an der Stelle der zwei Greiferarme des Joy-Laders eine Lader von Armen, die mittels Scharnieren an zwei Enden befestigt sind, Abb. 14. Die Arme schieben mit der Kohle auf der Gleitfläche der Maschine hoch, bis das Austragende erreichen, an dem sie durch Führungsschienen auf ungefähr 75° hochgehoben werden. Hierdurch wird die Kohle reibungslos an das 50 cm breite Förderband des Mittelteils der Lademaschine gegeben, das mit einer Geschwindigkeit von 0,2 m/s umläuft. Das anschließende, nach beiden Seiten um 90° schwenkbare, 3,65 m lange Förderband wird von einem 2,25 kW-Motor mit rd. 1 m/s Geschwindigkeit angetrieben. Der Lader eignet sich für Flöze von mehr als 0,9 m Mächtigkeit, wobei zwischen dem schwenkbaren Förderband und dem Hangenden noch 25 cm Zwischenraum bleiben. Die Lademaschine hat eine theoretische Leistung von 2,5 t/min.

In noch größerem Maße wird bei dem Colod Lader der Coloder Co., Columbus, Ohio, der Ladergang durch Greiferarme bewerkstelligt, so daß hier das schräge Bandförderer vollkommen wegfällt kann. Die Greiferarme sind bei diesem Lader in der Ausführung

Bauart F an einer Endkette angebracht und haben an den Enden je zwei auswechselbare Schneidzähne, Abb. 15. Die Umlaufrichtung der Kettens ist umkehrbar, so daß also die beiden Seiten der Maschine zum Aufnehmen des Haufwerks in gleicher Weise aufgeladen werden können.

Durch Hin- und Herschwenken des Vorderteils der Maschine, die während des Betriebs durch das Hochheben

¹⁵⁾ „Mining and Metallurgy“ (1926) S. 287.

¹⁶⁾ „Coal Age“ Bd. 25 (1924) S. 287.

¹⁷⁾ „Coal Age“ Bd. 29 (1926) S. 287.

¹⁸⁾ „Coal Age“ Bd. 30 (1926) S. 287.

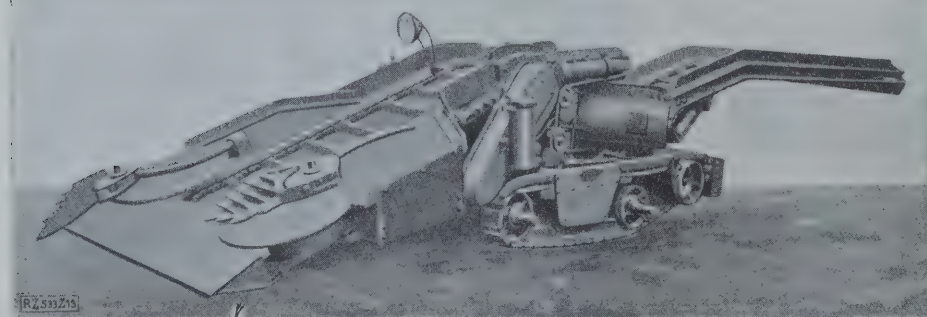


Abb. 13
Joy-Lader

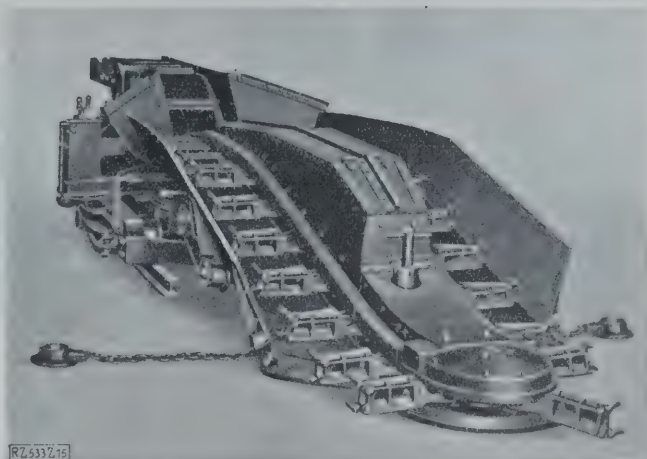
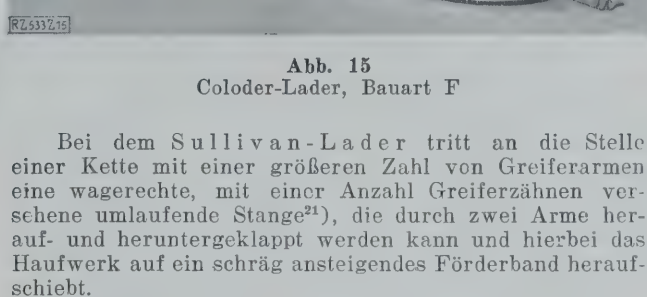


Abb. 15
Coloder-Lader, Bauart F



Schaufellader in Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern

Die in Verbindung mit Rutschen oder Bandförderern arbeitende Lademaschine von Schmidt, Kranz & Co., Nordhausen, beruht auch auf dem Grundsatz, das Fördergut an sich heranzuziehen und auf einer schiefen Ebene in einen Austragtrichter zu befördern. Da die Lademaschine besonders für grobstückiges Haufwerk, wie es im Kalibergbau vorkommt, gebaut ist, ist der Kratzer als schwerer Stahlrechen ausgebildet, der durch eine besondere Führung an einer Gelenkkette nicht allein in eine hin- und hergehende, sondern auch in eine auf- und niedergehende Bewegung versetzt wird. Der Arbeitsvorgang ist so ausgebildet, daß der Rechen am Anfang des Ladevorgangs hackenartig von oben nach unten in das Gut einschlägt, wobei er durch sein Eigengewicht herabfällt und je nach der Tiefenlage des Gutes mehr oder weniger eindringt. Außerdem ist der Rechen in gewissen Grenzen nachgiebig, so daß er sich die beste Angriffsfuge suchen kann. Die verhältnismäßig einfache und kräftig gebaute Maschine ist sowohl auf Schienen wie auf Raupen beweglich.

In sehr einfacher Weise hat die Firma Eickhoff, Bochum, mit dem Entenschabel die Verladung der Kohle in die Schüttelrutsche gelöst. Der Entenschabel mit einem Gesamtgewicht von 645 kg wird am Ende der Rutsche angebracht und gräbt sich, durch die Rutschenbewegung angetrieben, mit seinem schaufelförmigen Ausleger in das Haufwerk hinein, das durch die Schüttelbewegung der Rutsche in diese hineingeleitet.

Der Entenschnabel besteht aus drei Teilen, Abb. 17, dem an die Rutsche angesetzten Schwenkstoß, der Führungsrinne mit dem Vorschubratschengetriebe und der Vorschubrinne mit dem Schaufelende. Die Vorschubrinne liegt beim Beginn der Arbeit bis an die Schaufel zurückgezogen in der Führungsrinne. Durch Umlegen des Ratschenbügels nach der Schnabelseite hin klemmen die exzentrisch geformten Gehäusewände die Ränder der Vorschubrinne und der Führungsrinne fest zusammen, so daß der Entenschnabel mit der Rutsche ein festes Ganzes bildet und sich mit der Rutsche zusammen bewegt. Durch Einlegen der der Schnabelseite abgewandten Sperrklinke und Hochheben des Ratschenbügels schiebt sich die Vorschubrinne vor, Abb. 18. Durch Niederdrücken des Ratschenbügels wird der Schnabel wieder fest mit der Rutsche verbunden und arbeitet weiter. Der Führungsstoß ist drehbar angebracht und kann nach beiden Seiten über einen Bogen von 60° schwingen. Man kann mit der

²¹⁾ „Iron and Coal Trades Review“ Bd. 113 (1926) S. 423.

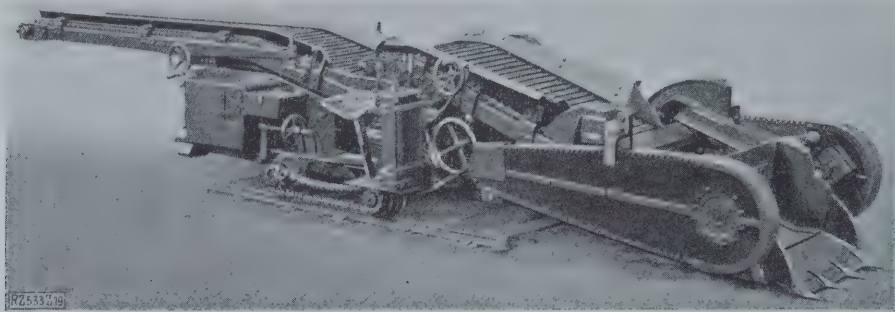


Abb. 19
Myers Whaley-Lader

Bauart	Ge- wicht kg	Spur- weite mm	Länge m	Ges- amt- breite m	Ma- schinen- höhe m	mind. Arbeits- höhe m	insges. Reich- weite m	Schau- fel- breite mm	Kraft- bedarf kW	Motor kW	Leistung m³/min
Nr. 4	8400	mind.	6,7 bis 7,9	1,63	1,45	1,80	6,10	860	9	15	1,275
3	6100		7,0	1,30	1,30	1,55	5,20	840	7,5	12	1,0
Spez.		mind.									
Nr. 3	6100	510	7,3	1,42	1,14	1,22	5,50	860	7,5	12	1,0

Schaufel eine Breite von 5 bis 9 m bestreichen. Der Entenschnabel war ursprünglich für den Streckenvortrieb hergestellt, hat sich aber auch im Strebbau in Verbindung mit Schrämmaschinen bewährt²²⁾.

Bei den im folgenden zu beschreibenden Lademaschinen verwendet man als Aufnahmeverrichtung für das hereingeschossene Haufwerk eine selbsttätige Schaufel, die jedoch nicht unmittelbar in den Förderwagen auslädt, sondern das Haufwerk gerade nur so weit hochhebt, daß es auf ein schräg ansteigendes Förderband gegeben werden kann.

Bei dem Lader von Myers Whaley, Abb. 19, hat man die das Haufwerk aufnehmende Schaufel zweiteilig ausgebildet. Der Vorderteil *a* der Schaufel, Abb. 20, ist durch die Achse *b* fest mit der um die Achse *c* umlaufenden Kurbel *d* verbunden. Die Schaufelspitze beschreibt hierbei den in Abb. 21 bis 24 angedeuteten Weg; das aufgeschauelte Gut rutscht in den hinteren Schaufelteil *e* hinein, der mit der Kurbel *d* durch die Verbindungstange *g* und den Bolzen *f* starr verbunden ist. Bei der Drehung der Kurbel *d* wird der hintere Schaufelteil durch den Bolzen *f* in der Führungswelle *h* geführt. Bei der weiteren Drehung der Kurbel kippt schließlich durch das Eingreifen der Führungsbolzen *i* in die obere Führungsrinne *k* der hintere Schaufelteil hoch und entleert seinen Inhalt auf das ansteigende Förderband *l*. Der Stoß des bei der weiteren Drehung der Kurbel *d* frei zurückfallenden hinteren Schaufelteils wird durch die gefederte Platte *m* aufgenommen.

Die Schaufel hat eine Hubkraft von 680 kg, eine Stoßkraft von 1650 kg und läuft durchschnittlich mit 13 Füllungen in 1 min um. Der Lader kann mit den

²²⁾ „Mining Congress Journal“ Bd. 12 (1926) S. 427.

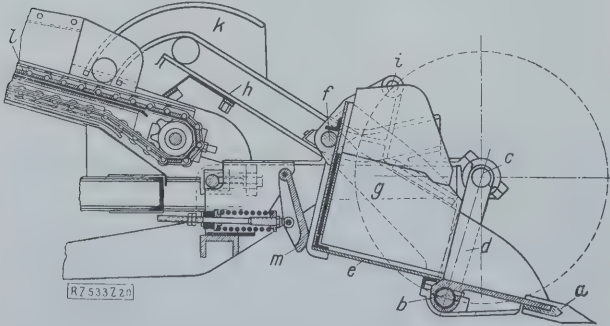


Abb. 20
Myers Whaley-Schaukel

- a* Schaufelvorderteil mit Greifzähnen

b Drehachse für Schaufelvorderteil

c Hauptachse

d Kurbelstange

e Schaufelhinterteil

f unterer Führungsbolzen

g Verbindungstange

h untere Führungsrinne

i oberer Führungsbolzen

k obere Führungsrinne

l Förderband

m gefederte Stoßplatte

Schaufelenden um je 45° beidenden Seiten schwenken, so eine Breite von 5 bis 6 m Bewegung der ganzen Maschine bestreichen werden kann. geschauelte Haufwerk unmittelbar hinter der Maschine in den Förderwagen abgeworfen oder kann durch Verschwenken des Austragbandes bis zu 1 m nach der Seite auf eine Entfernung von 1,85 m von Gleis abgeworfen werden. Die Maschine wird in drei Größen gestellt, Abb. 19. Der Kraftverbrauch beträgt etwa 0,22 kWh geschaueltes Haufwerk.

Sämtliche Bewegungen, die Fortbewegung des geschauelten Laders zu einem anderen Arbeitsort, werden von einem einzigen Motor ausgeführt. Bei Aufwältigung und Einbau von Hauptförderstrecken werden mit dem Myers Whaley-

der Förderwagen mit 5 t Fassungsvermögen im Mittel 5 min verladen und hiermit gegenüber der Handarbeit siebenfache Mehrleistung erreicht²³⁾.

Ähnlich wie die Myers Whaley-Lader sind Schaufellademaschinen der Maschinenfabrik Buckau²⁴⁾, die Lademaschine der Hannover-Linden, und die Lademaschine der Bamag-Meguini, Berlin, gebaut. Letztere steht einiger Zeit auf den Gruben der Gewerkschaft Oelsnitz im Erzgebirge, im Dauerbetrieb²⁵⁾ und beim Laden im Querschlagbetrieb eine mittlere Leistung von 20 m³/h grob- und feinstückigen Gutes ergeben.

Bei der Lademaschine der Hanomag, Hannover, Abb. 25 bis 27, verwendet man an Stelle des eisernen Förderbandes des Myers Whaley-Laders Bänder aus Stahlstäben bewehrtem Paragummi. Die Lademaschine ist mit einem Motor von 18 kW ausgerüstet; die Schaufel macht 10 bis 12 Hübe in 1 min bei einem Schaufelhübe von 100 l. Die einschließlich elektrischer Ausrüstung und Ballast rd. 10 t wiegende Maschine fährt auf einem Eisenbahngleis von 1150 mm Spurweite bei 1150 mm Schienenhöhe. Zur Überwindung von Steigungen können die hinteren Laufräder der Maschine als Zahnräder gebildet werden und in mit den Schienen fest verbundene Zahnstangen eingreifen. Den Lader befördert von einem Arbeitsort zum andern durch vier Hilfsräder, mit denen man das normale Grubengleis 1,2 km/h Geschwindigkeit befahren kann. Die größte II der Hanomag-Lademaschine, Abb. 25 bis 27, mit einer Leistung von 30 bis 60 m³/h in der Hauptleistung zum Leerfördern von Kalifirsten verwendet, während kleinere Bauart I mit 1,32 m Höhe, 7,35 m Länge und bis 36 m³/h Leistung auch für beschränktere Raumverhältnisse (Streckenauffahren) geeignet ist.

Vereinigte Gewinnungs- und Lademaschinen

Die große Leistungsfähigkeit der verschiedenen Lademaschinen-Bauarten bedingt für eine wirtschaftliche Nutzung einen großen Vorrat hereingeschossenen Materials. Für die richtige Vorbereitung des Materials für das maschinelle Laden hat sich beim Arbeiten in der Kohle das Schrämen von senkrechten Schlitten (shelmaschine) als wichtige Hilfe erwiesen²⁶⁾. Hierdurch kann die Leistung der Lademaschinen bei gleichem Stoffverbrauch um 10 vH erhöhen²⁷⁾ und die Kosten Ausbesserung der Lader verringern. Bei kleineren Bauarten und im Vorrichtungsbetrieb wird man die Lademaschine vor einem Ort nicht voll ausnützen.

²³⁾ „Coal Age“ Bd. 29 (1926) S. 355.

²⁴⁾ „Braunkohle“ Bd. 25 (1926) S. 861.

²⁵⁾ „Glückauf“ Bd. 62 (1926) S. 1515.

²⁶⁾ „Modern mining“ Bd. 4 (1927) S. 72.

²⁷⁾ „Coal Age“ Bd. 31 (1927) S. 763.

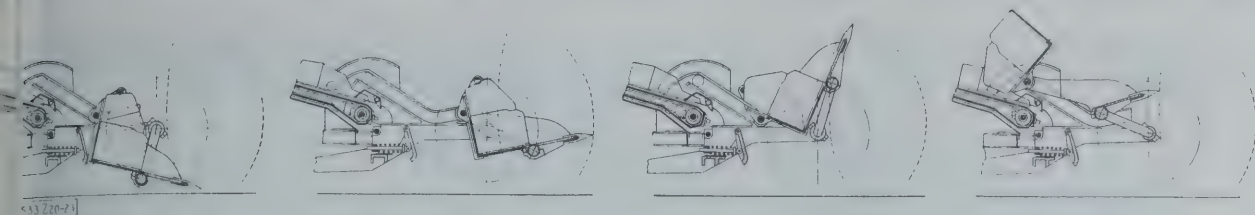


Abb. 21 bis 24
Ladevorgang bei der Myers Whaley-Schaufel

en, man muß sie daher mehrmals in der Schicht an
ne Orte fahren. Um diese Zeitverluste nach Mög-
lichkeit zu vermeiden, ist man bestrebt, die Lademaschine
als Gewinnungsmaschine auszubilden, die nach dem
Verladen des losen Haufwerks sofort mit dem Schrämen
beginnt. Als Hauptvertreter dieser vereinigten Ge-
winnungs- und Lademaschinen seien der Jeffrey-Lader
(Shortwaloader), die Schrä- und Lademaschine von
O'Toole und die Lademaschine von McKinlay genannt.

Der Jeffrey Shortwaloader ist mit drei über-
einander liegenden Schrämketten ausgerüstet, die am Kopf-
ende der Maschine in wagerechter Richtung angebracht sind
und seitwärts an die Maschine herangeklappt werden
können. Im Gegensatz zum O'Toole-Lader wird das
Schrämen und Laden nicht gleichzeitig, sondern hinterein-
ander ausgeführt. Beim Schrämen tritt nur der untere
Schrärmarm in Tätigkeit, während die beiden anderen Arme
geklappt werden. Gleichzeitig werden die Schußlöcher
gebohrt und besetzt, so daß bei Beendigung des Schrämens

der Kohle sofort geschossen werden kann. Für die Lade-
arbeit werden die oberen Schrärmarme über die unteren in
Stellung gebracht und gleichzeitig mit dem Förderband in
Tätigkeit gesetzt, Abb. 28. Alle drei Schrärmarme ziehen
nun die Kohle auf das ansteigende Schrägbünd. Bei gut
gehender Kohle schneiden sich die drei Arme, ohne daß
geschossen zu werden braucht, gleichzeitig in die Kohle
ein, reißen sie los und führen sie dem Förderband zu. Die
Maschine eignet sich besonders für das Verladen bei Rut-
schenbetrieb und bei Förderbändern im Strebau. Der
Lader ist 900 mm hoch, 3 m lang und hat ein 3,5 m langes
Förderband. Die Schrämtiefe beträgt 1,8 m.

Den Ladebetrieb kann man mittels des O'Toole-
Laders²⁸⁾ noch weiter vereinfachen. Eine etwa 15 m lange
Schrämkette unterschrämt die Kohle, die durch die wirk-
same Ausnutzung des Hangenddruckes ohne Schießen her-
einkommt²⁹⁾ und auf das parallel zur Schrämkette laufende

²⁸⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 608.

²⁹⁾ „Colliery Guardian“ Bd. 132 (1926) S. 567.

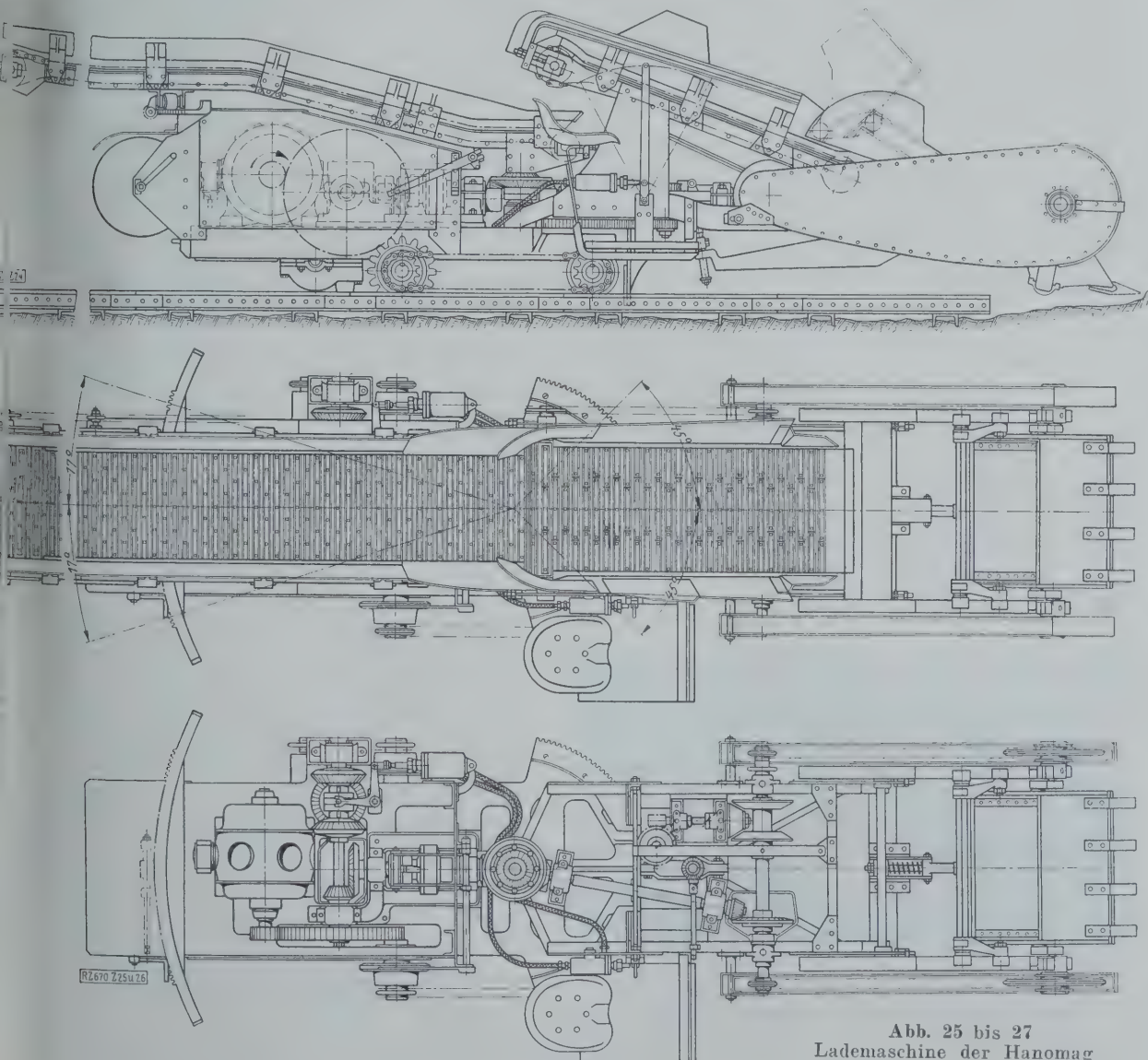


Abb. 25 bis 27
Lademaschine der Hanomag



Abb. 28
Jeffrey-Lader (Shortwaloader)

Förderband fällt. Der Lader wird in Richtung auf den Kohlenstoß durch gegen Druckwasserstempel gestützte Gewinnestangen vorgetrieben.

Der von McKinlay entworfene Drehschaufel-Lader stellt eine Verbindung von Gewinnungs- und Lademaschine für das Streckenauffahren dar, Abb. 29. Der Orstoß wird durch sich drehende Arme hereingewonnen, die auf zwei über den Grundriß der Lademaschine nach vorn hinausragende Wellen aufgesetzt sind. Auf den Armen sitzen mit Zähnen aus hochwertigem Stahl besetzte Querstücke in Zwischenräumen von 12 bis 25 cm. Bei der Drehung der Arme werden in die Kohle zwei sich teilweise überdeckende Zylinder eingeschnitten. Die zwischen den Zylindern stehenden Sektoren werden von einer wagerecht arbeitenden Schneidkette weggeschrämt. Die auf den Armen sitzenden Zähne schrämen nur in ihrer eigenen Spur. Quer zu den Armen angebrachte und sich mitdrehende Keilräder brechen die Kohle in großen Stücken heraus, die auf ein schnell laufendes Förderband auffallen.

Der Vortrieb der Lademaschine kann je nach der Härte der Kohle durch eine mittels Elektromotor angetriebene Öldruckpumpe geregelt werden und beträgt zwischen 7 und 15 cm/min³⁰⁾. Neben der großen Leistung und den geringen Kosten gegenüber dem Auffahren von Hand ist die weitgehende Schonung des Hangenden durch die Vermeidung des Schießens von Vorteil.

Die Untersuchungen des Carnegie-Instituts, Pittsburgh³¹⁾, haben ergeben, daß die unmittelbaren Ersparnisse durch das maschinelle Laden keineswegs ein Wertmesser für das mechanische Laden an sich sind. Der Hauptvorteil des mechanischen Ladens gegenüber Verladung von Hand liegt vielmehr in der Zusammenfassung des Abbaues, die durch die schnelle Leerförderung der einzelnen Arbeitsorte bedingt ist. Eine weitgehende Verminderung der Abbaukosten — die Gesamtkosten haben sich in einigen nordamerikanischen Steinkohlengruben, die sich vollkommen auf Lademaschinenbetrieb umgestellt haben, um 30 bis 50 vH

³⁰⁾ „Coal Age“ Bd. 29 (1926) S. 667.

³¹⁾ Mechanical loading for the coal mines of the Pittsburgh district, „Bulletin“ 23 (1926) S. 73.

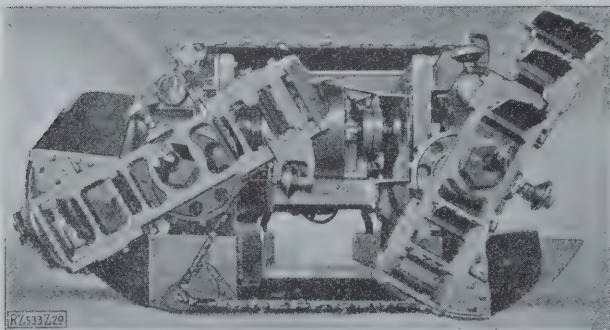


Abb. 29
Drehschaufel-Lader von McKinlay

vermindern lassen³²⁾ — wird dadurch erreicht, daß für bestimmte Tagesförderung eine bedeutend kleinere Vortung und wenige Abbauörter notwendig sind.

Die Förderkosten werden verringert, da die Zubehörlökomotiven für eine geringere Zahl von Arbeitsorten Wagen als bisher in der Schicht fördern können. Wichtig ist zur vollen Ausnutzung der Ladefähigkeit der Lademaschinen neben einer laufenden eingehenden Überwachung in unter Tage angelegten Werkstätten³³⁾ ein gut schnell durchgeführter Wagenumlauf, dem auch das Abbaufahren anzupassen ist³⁴⁾. Durch den schnellen Vorwärt werden die Druckwirkungen sich nicht so stark bemerkbar machen und dadurch kann auch ein leichter Ausbau gewählt werden. Alles in allem ergibt sich also eine erhebliche Ersparnis an Stoffen, Arbeit, Wetterführung, Unterhaltung usw. Die bisherigen Erfahrungen mit Lademaschinen im amerikanischen Steinkohlenbergbau ihre schnelle Einführung — im Jahre 1926 sind bereits 10 000 000 t Kohlen mittels Lademaschinen gewonnen worden — beweisen, daß die maschinenmäßige Ladearbeit sich auch unter verhältnismäßig schlechten Hangendbedingungen erfolgreich anwenden läßt³⁵⁾.

Die vorstehenden Ausführungen über die maschinenmäßige Ladearbeit unter Tage zeigen die große Leistungsfähigkeit der Lademaschinen und geben auch einige Beispiele von den Ersparnissen, die sich durch ihre Einführung bei richtig durchgeführter Betriebsorganisation reichlich lassen. Die Ersparnisse spiegeln sich auch in den hohen Schichtleistungen wieder, die für den amerikanischen Steinkohlenbergbau bei Anwendung von Lademaschinen im Mittel zu 17 bis 40 t auf den Hektar der Untertagebelegschaft angegeben werden³⁶⁾. Handelt es sich mit einer Einführung von Lademaschinen, so ist daher zur möglichststen Ausnutzung ihrer Leistungsfähigkeit eine weitgehende Änderung des Vorrichtungs- und Abbaubetriebes und vor allem auch des Förderbetriebs durchzuführen sein³⁷⁾. Es ist daher mit Recht behauptet worden, daß beim mechanischen Laden nur 10 vH der Schichtzeit auf der eigentlichen maschinenmäßigen Lade- und 90 vH auf richtiger Betriebsorganisation beruhen.

Die Aufgabe der maschinenmäßigen Verladung ist genau gleich mit der Anwendung schwerer Maschinen in der weiterverarbeitenden Industrie, und zwar der Art und Abführung von den Maschinen³⁸⁾. Die Bedeutung hiermit brachte den Betriebsingenieur zu dem Bewußtsein der wissenschaftlichen Betriebsführung. Es läßt sich auch die Aufgabe der Mechanisierung im Bergbau nicht durch bloßes Einstellen von Maschinen unter Tage lösen. Auch hierbei müssen Zeit- und Förderstudien, die mikroskopische Wiedergabe der einzelnen Arbeitsgänge führen und die Grundlage für eine planmäßige Betriebsführung geben. Nur so kann man die Lademaschine ähnlich wie die Schachtfördermaschine möglichst während der ganzen Schichtzeit ausnutzen.

[B 5]

³²⁾ „Mining and Metallurgy“ Bd. 6 (1925) S. 190.

³³⁾ „Coal Age“ Bd. 31 (1927) S. 767. ³⁴⁾ Desgl. S. 79. ³⁵⁾ Desgl.

³⁶⁾ „Mining and Metallurgy“ Bd. 8 (1927) S. 219.

³⁷⁾ „Coal Age“ Bd. 31 (1927) S. 667. ³⁸⁾ Desgl. S. 529. ³⁹⁾ Desgl.

^{38a)} „Coal Age“ Bd. 32 (1927) S. 375.

Aufgaben und Ziele der Hochspannungselektrotechnik

Von Erwin Marx, Braunschweig

Vorgetragen im Braunschweiger Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure

Die dringendsten Forschungsaufgaben der Hochspannungstechnik werden erörtert. Die Aufgaben beziehen sich hauptsächlich auf die kurzzeitigen Spannungsvorgänge bei Störungen. Die Lösung dieser Aufgaben soll die Betriebsicherheit elektrischer Anlagen erhöhen und ihre Baukosten vermindern. Die Notwendigkeit wird betont, Vorarbeiten für eine weitere Erhöhung der Betriebsspannung zu leisten.

Die Entwicklung von Hochspannungsanlagen ist so rasch vorwärts gegangen, daß nicht alle beim Bau auftretenden Fragen grundlegend geklärt werden konnten; man bemaß deshalb die Leitungen, Transformatoren und Geräte zunächst nach wenigen praktischen Ergebnissen, so daß sie normalerweise den Anforderungen genügen. Mit gelegentlichen Störungen fand man

im Laufe der Jahre ist die Betriebsicherheit durch Erfahrungen und wissenschaftliche Forschungen beträchtlich erhöht worden. Da aber die Leistungen wachsen, muß man immer höhere Spannungen anstreben; auch die Stromstärken erreichen immer größere Werte. Infolgedessen tauchen ständig neue Schwierigkeiten auf, und die Folgen einzelner Betriebsstörungen mit der Vergrößerung der Anlagen für Stromerzeuger und Strombezieher immer nachteiliger; die Betriebsicherheit erhält immer mehr allgemeine wirtschaftliche Bedeutung. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, an der wissenschaftlichen Erforschung aller Fragen der Hochspannungstechnik so angestrengt wie möglich zu arbeiten.

Forschungen über die elektrische Festigkeit bei verschiedenen Spannungsarten

Betrachtet man an zwei leitende Körper (Elektroden), zwischen denen sich ein Isolierstoff befindet, eine Spannung, so wird bei einem gewissen Spannungswert der Isolierstoff elektrisch durchgeschlagen. Es fließt dann von einer Elektrode zur andern ein meist starker Strom; der Isolierstoff hat an der durchgeschlagenen Stelle seine isolierende Eigenschaft verloren. Man bezeichnet den Spannungswert, bei dem der Durchschlag erfolgt, als Durchschlagsspannung. Von der Höhe der Durchschlagsspannung spricht man, wenn der elektrische Strom zwischen den Elektroden entlang der Oberfläche eines Isolierstoffes fließt. Die „Elektrische Festigkeit“ behandelt nun die Frage, bei welcher Spannung die elektrische Anordnung durchschlägt oder übertrifft, oder wie groß die elektrische Festigkeit einer Anordnung ist.

Die Höhe der Durchschlagsspannung eines zwischen Elektroden befindlichen Stoffes, eines Dielektrikums, ist abhängig

von der Beschaffenheit und dem Zustand des Dielektrikums, von der Gestalt und dem Abstand der Elektroden, von dem zeitlichen Verlauf der Spannung.

Elektrische Durchschläge treten in Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern auf. Die Durchschlagsspannungen sind bei Gasen am meisten, jedoch bei weitem nicht restlos geklärt. Man hat die weitgehend bekannte Theorie aufgestellt, daß sich in allen Gasen elektrisch geladene Teilchen befinden, auf die eine Spannung ausübt. Die Teilchen erhalten dadurch eine Geordnetheit, die um so größer ist, je höher die auf die Teilchen bezogene Spannung (elektrische Feldstärke) wird. Die Geschwindigkeit dieser geladenen Teilchen kann so groß werden, daß sie Gasmoleküle beim Zusammenstoß zertrümmern und infolgedessen immer neue elektrisch geladene Teilchen schaffen. Diese neuen Teilchen nehmen ebenfalls an den Bewegungen teil, und schließlich entsteht ein so großer Strom geladener Teilchen, von einer Elektrode zur andern, daß das Gas durchschlägt, d. h. durchschlägt. Der Durchschlag zeigt sich in Form eines leuchtenden Stromes geladener Teilchen als Lichtbogen. Nach dieser Theorie

ist es verständlich, daß die Durchschlagsspannung eines Gases von seiner Dichte abhängt. Eine einheitliche Anschauung darüber, wie man sich den Durchschlagsvorgang bei flüssigen und festen Stoffen vorstellen kann, besteht noch nicht. Die Klärung dieser Frage wäre sehr wichtig.

2. Zwischen zwei Elektroden, zwischen denen eine Spannung herrscht, besteht ein elektrisches Feld. Die Richtung und Größe der Feldstärke ist gegeben durch die Kraft, die in dem Feld auf einen sehr kleinen Körper ausgeübt wird, der mit der Einheit der Elektrizitätsmenge geladen ist. In Abb. 1 und 2 sind einige Feldlinien eingezeichnet. Die Richtung der Feldlinien gibt in jedem Punkte die Richtung der elektrischen Feldstärke an, die Dichte der Feldlinien entspricht der Größe der Feldstärke. Abb. 1 und 2 zeigen, daß der Verlauf des Feldes von der Gestalt der Elektroden abhängt.

Durch Versuche fand man das wichtige Gesetz, daß die Durchschlagsspannung bei gleichem Elektrodenabstand um so größer ist, je weniger sich die Feldstärke auf dem Wege von einer Elektrode zur andern ändert. Bei gegebenem Abstand ist also die Durchschlagsspannung am größten, wenn die Feldstärke zwischen zwei Elektroden gleich bleibt (homogenes Feld). Dieser Fall kann zwischen zwei großen parallelen Platten eintreten. Die Anordnung Abb. 1 muß für die elektrische Festigkeit weit günstiger sein, als die Anordnung Abb. 2, weil bei Abb. 1 die Feldstärke in dem Gebiet, in dem der Elektrodenabstand klein ist, angenähert gleich bleibt, während bei Abb. 2 unmittelbar an den Spitzen eine viel größere Feldstärke herrscht als in der Mitte zwischen den Spitzen. Bei gleichbleibender Elektrodenabstand wächst die Durchschlagsspannung mit wachsendem Elektrodenabstand, jedoch im allgemeinen nicht im gleichen Verhältnis.

3. Von großem Einfluß auf die Höhe der Durchschlagsspannung ist der zeitliche Verlauf der Spannung. Am meisten klargelegt sind die Vorgänge bei sinusförmiger Wechselspannung niedriger Frequenz, wie sie bei normalem Betrieb in Starkstromanlagen vorliegt, weil sich diese Spannungsart in ausreichend hohen Werten am einfachsten erzeugen und messen läßt. Im Betriebe treten aber Überschläge oder Durchschläge infolge von sinusförmiger Wechselspannung niedriger Frequenz kaum auf, sondern es sind meist Störungsvorgänge mit ganz anderem zeitlichen Spannungsverlaufe, die zu Durchschlägen und Überschlägen führen.

Als Beispiel für eine solche Störung seien die Vorgänge bei Gewittern betrachtet, die heute noch oft zu Betriebsunterbrechungen Anlaß geben¹⁾. Bei einem Gewitter sei auf einer, über einer Hochspannungsleitung befindlichen Wolke eine bestimmte Elektrizitätsmenge angehäuft. Dadurch werden auch auf der Hochspannungsleitung elektrische Ladungen gebunden, die der Leitung eine Gleichspannung gegen Erde geben. Diese Gleichspannung beansprucht die Isolatoren und kann zu Durchschlägen führen. Wenn die Leitung gleichzeitig mit Wechselspannung gespeist wird, überlagert sich die durch das Gewitter hervorgerufene Gleichspannung dieser Wechselspannung. Sobald die Spannung zwischen Wolke und Erde so hoch geworden ist, daß die Durchschlagfestigkeit der Luft überschritten wird, tritt zwischen Wolke und Erde ein Durchschlag (Blitzschlag) ein. Durch diesen Blitzschlag werden die auf der Wolke und der Erde sich gegenseitig bindenden Ladungen ausgeglichen. Der Blitz trifft die Leitung erfahrungsgemäß

¹⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 1688.

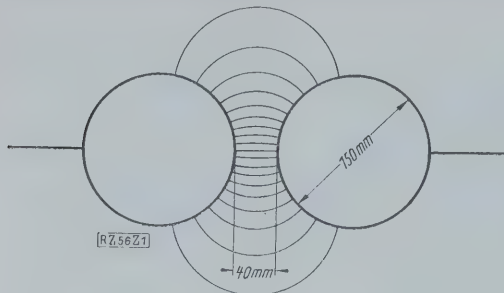


Abb. 1
Kugelelektroden

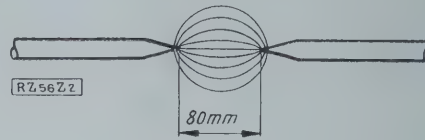


Abb. 2
Spitzenelektroden

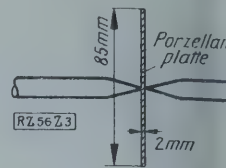


Abb. 3
Porzellanplatte zwischen
Spitzenelektroden

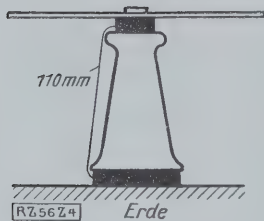


Abb. 4
Innenraum-Stützisolator

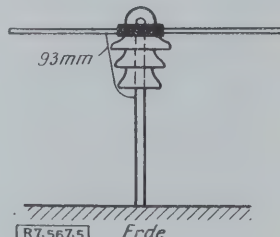


Abb. 5
Freileitungs-
Stützisolator

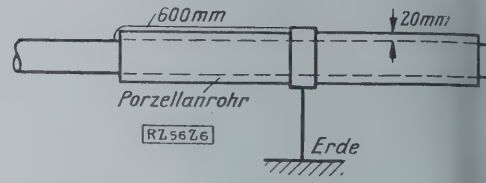


Abb. 6
Porzellan-
Durchführungsrohr

Abb. 1 bis 6

Anordnungen für Überslagversuche mit Wechselspannung und mit Spannungstößen

selten. Wenn er in einiger Entfernung von der Leitung zur Erde geht, werden durch den Ladungsausgleich die Gleichspannungsladungen auf der Leitung frei, sie laufen, wie Versuch und Rechnung zeigen, mit Lichtgeschwindigkeit als Wanderwelle auf der Leitung fort. Die Wanderwelle ergibt an allen Isolatoren, Apparaten, Transformatoren und Maschinen, die sie erreicht, eine plötzliche Spannungserhöhung, die man Spannungstoß nennt. Die Wanderwelle kann auch zu periodischen Schwingungen von meist sehr hoher Frequenz führen, wenn sie elektrisch schwingungsfähige Gebilde anstößt. An sich sind alle Teile elektrischer Anlagen schwingungsfähig, es werden jedoch nicht in allen Fällen durch die Wanderwellen hochfrequente Schwingungen entstehen, da die Dämpfung der Schwingungskreise oft groß ist. Bei solchem Vorgang können also neben der Wechselspannung drei weitere Spannungsarten entstehen: Gleichspannung, Spannungstöße, hochfrequente Schwingungen. Hierbei treten unter Umständen große Verschiedenheiten der elektrischen Festigkeit auf²⁾.

²⁾ Z. Bd. 68 (1924) S. 862; ETZ Bd. 46 (1925) S. 886; Hescho-Mitteilungen (Hermesdorf-Schomburg-Isolatoren G. m. b. H.) Heft 10 u. 17.



Abb. 7
Negative Gleitfunken auf einer Glasplatte

Zur Erklärung sollen die nachstehenden Vorrichtungen, die mit Wechselspannung und mit Spannungstößen ausgeführt wurden. An die in Abb. 1 bis 6 gestellten Anordnungen wird eine Wechselspannung gelegt, die allmählich bis zum Überslag gesteigert wird. Der Scheitelwert der Überslagspannung wird gemessen und in Zahlentafel 1 eingetragen. In der Spalte 1 wird angegeben, welche Spannung bei dem Durchschlag oder Überslag der betreffenden Anordnung gemessen wird. Mittel für jedes Zentimeter Elektrodenabstand oder Durchschlagweg in Luft) ergibt. Man wählt den Betrieb Anordnungen wählen, bei denen die Spannung je Zentimeter hoch ist, damit man schon bei großen Abständen große Durchschlagspannungen und damit eine große Sicherheit erhält. Denn der große Platzbedarf bei hohen Spannungen für sehr hohe Spannungstöße gibt sich in erster Linie dadurch, daß große Abstände zwischen den Leitern und zwischen Leiter und Erde erforderlich sind.

Die Sicherheit gegen Überslag ist bei den verschiedenen Anordnungen, Abb. 1 bis 6 sehr verschieden. Die Anordnung Abb. 1, sind günstig, da ein annähernd gleichmäßiges Feld vorliegt. Die Spitzen, Abb. 2, sind ungünstig, bei ihnen ein starkes Feld an den Spitzen herrscht, zeigt sich dadurch, daß an den Spitzen bereits bei niedriger Spannung Vorentladungen auftreten. Bei den anderen Versuchsanordnungen, Abb. 3 bis 6, tritt meist ein Überslag entlang der Oberfläche von Porzellan oder Glas auf. In den Fällen Abb. 3, 5 und 6 wird das Porzellan durch den Überslag auf Durchschlag hoch beansprucht. Der Elektrodenabstand ist, durch den festen Körper hindurch gemessen, viel kleiner als der Überslagweg. Deshalb sind die Anordnungen in der Luft überslaggefährlicher, also der feste Körper eine weit höhere elektrische Durchschlagfestigkeit als die Luft.

Am ungünstigsten bezüglich der Überslagspannung ist, wie Zahlentafel 1 zeigt, die Anordnung Abb. 6, das Durchführungsrohr. Auf dem Durchführungsrohr entstehen schon bei niedriger Spannung Gleitfunken, die die Oberfläche des Rohres fächerartig überziehen, (Abb. 7). Die Spannung, bei der die Gleitfunken entstehen, ist, genügt eine geringe weitere Spannungserhöhung, um den Überslag herbeizuführen. Die Gleitfunken wachsen rasch. Große Verlängerung des Durchführungsrohres würde nur eine geringe Erhöhung

³⁾ Vergl. Hescho-Mitteilungen Heft 21/22 S. 37 u. f.

schlagspannung mit sich bringen. Wir sehen, daß Anordnungen, bei denen frühzeitig Gleit-
 auftreten, besonders ungünstig sind.
 Weitere Versuche wurden mit Spannungsstößen aus-
 die dadurch entstanden, daß Kondensatoren mit
 spannung aufgeladen wurden und die auf-
 ferte Elektrizitätsmenge durch eine Kugelfunken-
 plötzlich in eine Leitung geschickt wurde⁴⁾.
 liefen in die Leitung Wanderwellen hinein, wie
 en bei der Besprechung der Gewitterstörungen
 erwähnt wurden. Durch die Wanderwellen
 Spannungsstöße in den Elektrodenanordnungen
 bis 6 erzeugt. Die Spannungsstöße wurden allmäh-
 steigert, bis der Überschlag eintrat. Der Scheitel-
 Spannungstoßes, der eben zum Überschlag aus-
 wurde gemessen und in Zahlentafel 1 ein-
 en.

Zahlentafel 1

Abb.	Elektroden- ab- stand cm	Scheitelwerte der Überschlagspannung				Verhältnis Stoß- spannung: Wechsel- spannung
		Wechsel- spannung kV	Stoß- spannung kV/cm	Wechsel- spannung kV	Stoß- spannung kV/cm	
1	4,0	111	27,8	111	27,8	1,0 ⁵⁾
2	8,0	53	6,6	124	15,5	rd. 2,3
3	8,7	33	3,8	51	5,9	„ 1,5
4	11,0	85	7,7	143	13,0	„ 1,7
5	9,3	83	8,9	137	14,7	„ 1,7
6	60	124	2,1	122	2,0	„ 1,0

ie Überschlagspannung bei Spannungsstößen ist,
 Zahlentafel 1 zeigt, meist größer als bei Wechsel-
 spannung von 50 Per./s, bei der Spitzenfunkentrecke
 rd. 2,3mal so groß wie bei Wechselspannung, weil
 im Durchschlagen der Funkenstrecke eine gewisse
 notwendig ist (Entladeverzögerung). Die Stoßspannung
 t in außerordentlich kurzer Zeit und steigt deshalb
 den Wert hinaus, der zum Überschlag genügen
 , wenn die Funkenstrecke dauernd an Spannung
 Auch bei den Isolatoren, Abb. 3, 4 und 5, sind aus
 gleichen Gründen die Überschlagspannungen bei
 Spannungsstößen höher als bei Wechselspannung. Die
 schlagspannung von Isolatoren ist bei Spannungs-
 ungefähr ebenso groß wie bei Wechselspannung;
 Isoliator wird durchgeschlagen, wenn die zum Über-
 erforderliche Spannung höher ist als die Durch-
 spannung. Da bei Spannungsstößen die Überschlag-
 wesentlich erhöht wird, besteht die Gefahr,
 ie die Durchschlagspannung übersteigt, daß also
 in Durchschlag des Isolators eintritt als ein Über-
 . Das findet man auch bei der Prüfung von
 Isolatoren mit Spannungsstößen⁶⁾ bestätigt, bei der viel
 Isolatoren durchgeschlagen als bei Wechselspannung.
 Isolatordurchschläge sind im Betrieb viel unan-
 mer als Überschläge; denn die Durchschläge zer-
 die Isolatoren, so daß sie ausgewechselt werden
 n, während nach dem Überschlag an einem Isolator
 etrieb oft ohne weiteres fortgeführt werden kann.
 Untersuchungen über die Vorgänge bei Spannungs-
 sind sehr schwierig, weil sich diese in außerordent-
 kurzen Zeiten (Größenordnung 10^{-8} s) abspielen.
 Erscheinungen bei Spannungsstößen sind deshalb noch
 geklärt. Die Höhe der Überschlagstoßspannungen
 n dem zeitlichen Verlauf der Stöße abhängig. Mit
 nchiedenen Anordnungen zur Erzeugung der Span-
 stöße werden oft abweichende Werte gemessen. Erst
 neuesten Zeit ist es durch den Kathodenoszillo-

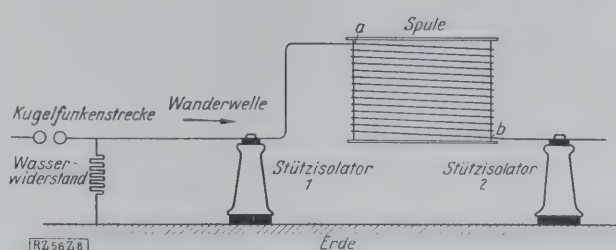


Abb. 8

Untersuchung einer Spule mit Spannungsstößen
 a Spulenansfang b Spulenende

graphen⁷⁾ möglich geworden, so kurzzeitige Vorgänge zu
 beobachten und zu photographieren. Da außer Span-
 nungsstößen auch Gleichspannung und Schwingungen
 hoher Frequenz bei Störungen auftreten können, ist es
 wichtig, daß die bisher bei Wechselspannung unter-
 suchten Gesetze der elektrischen Festigkeit auch bei
 diesen Spannungsarten erforscht werden.

Das Ziel dieser Untersuchungen ist einerseits, die
 Betriebssicherheit der Hochspannungsanlagen durch
 zweckmäßigen Bau aller Teile zu erhöhen und ander-
 seits Bau- und Werkstoff und Platz bei dem Bau von Ge-
 bäuden, Leitungen und Hochspannungsgeräten zu sparen.

Untersuchungen über den Verlauf von Störungen in Hochspannungsanlagen und Mittel zu ihrer Bekämpfung

Überspannungen in Hochspannungsanlagen führen
 Überschläge zur Erde oder zwischen den Leitern,
 Wicklungsdurchschläge in Transformatoren und Ma-
 schinen usw. herbei. Durch die Überschläge treten meist
 große Überströme auf, die schwere Folgen haben können,
 wenn sie nicht rechtzeitig unterbrochen werden. Über
 den Verlauf der Störungen ist wenig bekannt; denn sie
 treten sehr kurzzeitig auf, weil die Spannungswellen sich
 mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegen. Meist sind in den
 Anlagen nach den Störungen nur die Schäden (Licht-
 bogenspuren, Schmelzstellen, Explosionen usw.) fest-
 zustellen. Sehr wichtige Aufklärungen über den Stö-
 rungsverlauf erhält man durch statistische Aufzeichnungen
 über alle bei Störungen beobachteten Erscheinungen
 unter genauer Beachtung der Betrieb- und Netzverhält-
 nisse. Die in Deutschland gegründete „Studiengesell-
 schaft für Höchstspannungsanlagen“ hat sich um die
 Aufstellung und Auswertung solcher Aufzeichnungen
 große Verdienste erworben.

Die meßbare Ausbreitungsgeschwindigkeit der Elek-
 trizität kann man durch folgenden Versuch nachweisen:
 Auf die Versuchsanordnung nach Abb. 8 werden über
 eine möglichst lange gerade Leitung Spannungsstöße
 (Wanderwellen) übertragen. Die Leitung ist über einen
 großen Wasserwiderstand geerdet, damit die Stoßspan-
 nung sich nach dem Wanderwellenvorgang lang-
 sam gegen Erde ausgleichen kann und die Lei-
 tung keine Spannung gegen Erde behält. Die Wellen
 laufen von der Kugelfunkenstrecke aus über die Leitung
 zum Stützisolator 1 und durch die Windungen der Spule
 über den Stützisolator 2 zum Leitungsende, an dem sie
 zurückgeworfen werden. Bei langsamer Steigerung der
 Spannungsstöße durch Vergrößerung der Schlagweite der
 Kugelfunkenstrecke zeigen sich zunächst am Spulen-
 ansfang a und später am Spulenende b Überschläge von
 einer Windung zur anderen. Dies ist ein Beweis, daß
 zwischen zwei Punkten des Stromweges eine gewisse
 Zeit lang ein Spannungsunterschied auftritt, daß also
 die Wanderwellen die Leitung nicht unendlich rasch
 durchlaufen. Stellt man sich die Versuchspule als Trans-
 formatorwicklung vor, so zeigt der Versuch zugleich die
 besondere Gefährdung der am Anfang und am Ende der
 Wicklung liegenden Windungen durch Wanderwellen.
 Die Überschläge zwischen den Windungen würden einen
 Kurzschluß der Windungen herbeiführen und den Trans-
 formator betriebsunfähig machen. Deshalb verstärkt man

Z. Bd. 70 (1926) S. 1187; ETZ Bd. 46 (1925) S. 1298; Hiescho-Mittlg.
 Die Scheitelwerte beider Spannungsarten sind mit einer Kugel-
 strecke gemessen, deren Entladeverzögerung gleich null angenommen
 deshalb ergibt sich hier das Verhältnis 1,0.
 Z. Bd. 68 (1924) S. 862.

7) Archiv f. Elektrotechnik Bd. 15 Heft 4.

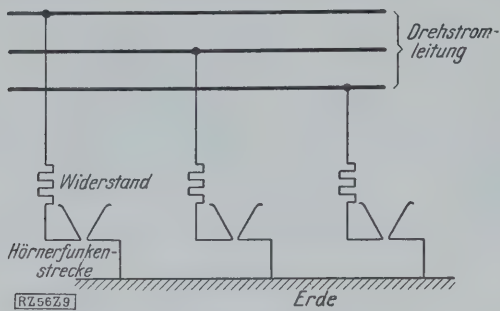


Abb. 9
Überspannungsschutz zwischen einer Drehstromleitung und Erde

bei Transformatoren die Windungsisolation am Anfang und oft auch am Ende der Wicklung.

Es gibt eine große Zahl von Schutzeinrichtungen gegen Überspannungswellen. Einige haben den Zweck, die steile Stirn der Wellen abzuflachen, so daß die Gefahr von Windungsdurchschlägen geringer wird; andre sollen die Höhe der Wanderwellen begrenzen und ihre elektrische Energie unschädlich machen.

Zur Abflachung von Wanderwellen werden oft Schutzdrosselspulen benutzt, die Stoßspannungen gegenüber einem hohen Widerstand zeigen und den Strom, der die elektrischen Ladungen befördert, verringern. Die Drosselspulen haben unzweifelhaft diese Schutzwirkung, sie können jedoch in gewissen Fällen Spannungserhöhungen zur Folge haben und nachteilig wirken, wie der folgende Versuch zeigt. Setzt man die Anordnung nach Abb. 8 allmählich immer höheren Spannungsstößen aus, so treten am Stützer 2, also hinter der Spule, Überschläge auf, während am Stützer 1 keine Überschläge beobachtet werden. Der Scheitelwert der Spannungsstöße ist demnach hinter der Spule höher als davor. Überbrückt man die Spule durch unmittelbare Verbindung der Punkte *a* und *b* und erzeugt wieder Spannungsstöße, so treten die meisten Überschläge am Stützer 1 auf.

Diese nachteiligen Folgen einer Drosselspule vermeidet man dadurch, daß man zu der Drosselspule einen Ohmschen Widerstand parallel schaltet.

Zur Begrenzung der Höhe der Wanderwellen werden meist Hörnerfunkenstrecken benutzt. Ihre Grundschaltung zum Schutze gegen Überspannungen zwischen einer Drehstromleitung und Erde zeigt Abb. 9. Wenn die Spannung eines Leiters gegen Erde zu hoch geworden ist, tritt ein Überschlag an der betreffenden Hörnerfunkenstrecke ein; dadurch wird der Leiter über den Widerstand und den Lichtbogen an der Hörnerfunkenstrecke mit der Erde verbunden; die elektrischen Ladungen, die die Überspannung hervorgerufen haben, werden zur Erde abgeleitet. Der Lichtbogen hat in der Luft einen starken Auftrieb; er wandert zwischen den Hörnern nach oben, wird länger und reißt ab. Die Widerstände vor den Hörnern sind notwendig, um den von einem Leiter zur Erde oder beim Überschlag von zwei Hörnern zwischen zwei Leitern fließenden Strom zu begrenzen.

Der Abstand zwischen zwei Hörnern wird so gewählt, daß bei Wechselspannung niedriger Frequenz ein Überschlag an den Hörnern erfolgt, ehe ein Isolator oder ein sonstiger Teil der Anlage überschlagen kann. Dadurch wird die Anlage gegen Überschläge infolge Erhöhung der Betriebswechselspannung geschützt; denn durch den Überschlag der Hörnerfunkenstrecke wird eine weitere Spannungserhöhung vermieden. Bei Spannungsstößen schützt dagegen die Hörnerfunkenstrecke nicht immer.

In der Schaltung, Abb. 10, wird zuerst durch Verbindung der Punkte 1 und 3 eine Wechselspannung an die über einen Widerstand angeschlossene Hörnerfunkenstrecke gelegt. Die Leitung führt von dem Punkt 3 außerdem zu einem Isolator. Steigert man die Wechselspannung allmählich, so erfolgt ein Überschlag an der Hörnerfunkenstrecke. Eine weitere Spannungsteigerung ist also nicht möglich. Der Lichtbogen an den Hörnern steigt auf, reißt ab und entsteht immer wieder, solange über den

Transformator die hohe Spannung zugeführt wird. Isolator treten weder Vorentladungen noch Überschläge auf. Nun werden durch Umschaltung von 1–3 an Spannungsstöße auf die gleiche Versuchseinrichtung gegeben. Bei immer höheren Stößen treten Überschläge an dem Isolator auf. Die Hörnerfunkenstrecke reicht nicht über. Das erklärt sich daraus, daß die Aufschlagspannung über den Widerstand auf die Hörnerfunkenstrecke über eine gewisse Spannung hinaus nicht gegen Überschläge an anderen Stellen der Anlage schützt, sondern nur den Überschlag vorher zum Überschlag gebracht hat. Die für Wechselspannung richtig eingestellte Hörnerfunkenstrecke schützt demnach beim Auftreten von Spannungsstößen nicht gegen Überschläge an anderen Stellen der Anlage. Man macht im Betrieb den Widerstand vor der Hörnerfunkenstrecke möglichst klein, erreicht aber trotzdem vollständigen Schutz gegen Wanderwellen.

Außer diesen beiden Schutzeinrichtungen gibt es eine große Zahl anderer, die aber alle keinen vollständigen Schutz gewähren. Es fehlt bis jetzt ein allgemeiner Überspannungsschutz.

Neben den Schutzeinrichtungen gegen Überspannungen gibt es sehr viele Anordnungen zum Schutz gegen Überströme, die den Zweck haben, die durch Überspannungen oder sonstige Störungen eingetretenen Kurzschlüsse in ihrer Wirkung zeitlich und örtlich zu begrenzen. Diese vielfältigen und wichtigen Einrichtungen können hier nicht näher eingegangen werden.

Oft werden Störungen durch unzweckmäßige Anordnungen hervorgerufen; deshalb ist ganz besonderer Wert zu legen, daß beim Bau der Anlagen die Entstehung von Überspannungen und Überströmen durch ausreichende Sicherheiten und durch sorgfältige Ausführung der Teile vermieden wird. Das bietet weit besseren Schutz als der Einbau vieler Schutzeinrichtungen, die ihrerseits wieder zu Störungen Anlaß geben können.

Bei der großen wirtschaftlichen Bedeutung störungsfreier Betrieb von Hochspannungsanlagen ist diese Aufgabe der Erforschung von Störungen ganz besonders wichtig. Zu ihrer Durchführung wird der Hochspannungsstrahlloszillograph von Rogowski und L. K. sich sehr gute Dienste leisten.

Das Ziel dieser Untersuchungen sind neue und bessere Mittel, Störungen zu verhindern oder unschädlich zu machen.

Vorarbeiten für weitere Erhöhung der Betriebsspannung

Es ist unmöglich, zu übersehen, wie die Elektrotechnik sich weiterhin entwickeln wird. Es steht jedoch fest, daß der Elektrizitätsverbrauch erheblich zunehmen wird, wenn sich die Strompreise infolge billigerer Erzeugung und Verteilung weiter herabsetzen lassen.

Man hat neuerdings vielfach die Elektrizitätsversorgung mit Fernheizwerken verbunden. Dadurch vorteilhaft werden, große Ausgleichleitungen zu den im Sommer die Benutzung von Wasserkraft im Winter dagegen in erster Linie den Verbrauch elektrischer Energie aus Dampfkraftanlagen ermöglichen. Es kann also sehr wohl nötig werden, Fernleitungen

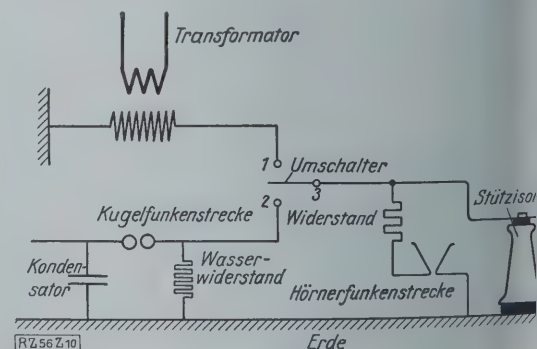


Abb. 10
Untersuchung einer Hörnerfunkenstrecke mit Wechselspannung und mit Spannungsstößen

größere Leistungen zu bauen, als sie heute im Betrieb.

Deutschland bestehen bereits Fernleitungen für Mit einer solchen Leitung mit zwei Stromkreisen sich etwa 200 000 kW über eine Entfernung von wirtschaftlich übertragen. Ob es innerhalb des Landes nötig wird, noch größere Leistungen zu übertragen und dementsprechend höhere Spannungen zu verwenden, steht nicht fest.

Beabsichtigt man jedoch in großem Umfang Austausch zwischen verschiedenen Ländern, so wird man mit noch höheren Spannungen rechnen müssen.

Es ergibt sich daraus für die Hochspannungstechnik die Aufgabe, die technischen Möglichkeiten für weitere Spannungserhöhungen zu prüfen und zu schaffen.

[B 56]

Die unmittelbare Erzeugung des Eisens

Die unmittelbare Erzeugung des Eisens sind Verfahren zu verstehen, die es ermöglichen, unter Umgehung des unreinigten Roheisens metallisches Eisen von solchem Reinheitsgrad darzustellen, daß man das Eisen ohne weitere Reinigungsverfahren weiter verarbeiten kann. In früheren Zeiten der noch handwerkmäßigen Darstellung des Eisens wendete man nur unmittelbare Verfahren an. Die Erze wurden mit Holzkohle in Rennfeuern in kleinen Schachtöfen, den Wolfsöfen, reduziert, und die gewonnenen Luppen konnten durch Ausschmieden weiterverarbeitet werden. Mit dem Beginn des Zeitalters der Eisenindustrie mußten diese alten Verfahren wegen der geringen Erzeugungsfähigkeit und Unwirtschaftlichkeit aufgegeben werden, obgleich das auf diesem Wege erhaltene Eisen von vorzüglicher Beschaffenheit war.

Die heutige Darstellung des Eisens, die zu der großen technischen Durchbildung des neuzeitlichen Hochleistungseisens mit seinen hohen Erzeugungszahlen geführt hat, geht den Weg über das Roheisen. Dies ist ein Umstand, der dazu zwingt, eine Reihe von Nachteilen mit in Kauf zu nehmen. Beim Hochofenverfahren müssen Zusetzen für die Schlackenbildung gegeben werden, ferner Schmelzwärme für das Roheisen und für die Schlacke aufwenden. Außerdem nimmt das Roheisen eine gewisse Fremdkörper auf, die bei der Überführung in das reine Eisen wieder entfernt werden müssen. Es ist deshalb in neuerer Zeit wieder Bestrebungen, die unter besonderer Berücksichtigung geringwertigen Eisens ohne Zuschläge zu reduzieren, um so auf einem anderen Wege zu verarbeitbarem Metall zu kommen, aber dabei in die Fehler der alten Rennverfahren zu verfallen.

Grundsätzlich sind zwei Richtungen dabei zu unterscheiden, einmal die Gewinnung des Eisens in flüssiger Form und zweitens in Form eines Eisenschwammes. In der ersten Richtung hat vor einigen Jahren der Franzose L. J. M. gearbeitet. In einem Drehrohröfen wollte er das Eisen nur bis zu Kohlenoxyd verbrennende Kohlen umwandeln, das Erz reduzieren und das gewonnene Eisen weiterverarbeiten. Die an das Verfahren geknüpften Hoffnungen sind jedoch nicht in Erfüllung gegangen zu sein. Der Weg der hier näher zu besprechenden Verfahren von Edwin, Wiberg, Bureau of Mines und Hornsey. Hier handelt es sich um ein Tiefdruck-Reduktionsverfahren ohne Verflüssigung des Eisens und der Gangart. Ein Verfahren, bei dem Kohlenstoff als auch Kohlenoxyd und Wasserstoff, die sogenannte unmittelbare und mittelbare Reduktion, verwendet wird.

Die unmittelbare Reduktion durch Kohlenstoff, die nach der Gleichung $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 3\text{CO} + 2\text{Fe}$ verläuft und endotherm ist, beginnt praktisch erst bei 700° und wird im Tiefdruckverfahren bis zur Sinterung des Erzes ausgenutzt werden. Diese Temperatur liegt je nach der Art des Erzes zwischen 900 und 1000°. Ein Sintern selbst darf nicht eintreten, da es den Zweck des Verfahrens stören würde. Das bei dieser Reduktion entstehende Kohlenoxyd kann weitere Reduktionsreaktionen ausüben und seine fühlbare Wärme an die Beschickung abgeben. Andererseits kann man es aber auch in einem geeigneten Abschnitt des Verfahrens mit zugeführter Luft verbrennen, um dadurch die Erze auf Reaktionstemperatur zu bringen und sie gegebenenfalls zu rösten.

Die Reduktion durch Kohlenstoff ist also eine Ausnutzung der gebildeten Gase möglich und kein Zusatz an Reduktionsmitteln erforderlich. Nachteilig an diesem Verfahren ist, daß der Schwefelgehalt der Erze zum Teil von dem Eisenschwamm aufgenommen wird. Der Aschengehalt der Kohle ist dann unbedenklich,

wenn die Asche nicht mit der Gangart zusammensintert. Ein etwaiger Phosphorgehalt des Erzes wird je nach der Temperatur außerdem zum größten Teil mit reduziert und geht an den Eisenschwamm.

Bei der mittelbaren oder der Gasreduktion hat die Reduktion durch Wasserstoff keine Nachteile. Anders liegen die Verhältnisse bei der Reduktion durch Kohlenoxyd, ein Verfahren, das durch die Gleichung $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 3\text{CO}_2 + 2\text{Fe}$ gekennzeichnet und schwach exotherm ist. Entsprechend dem Gleichgewicht zwischen Kohlenstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure vollzieht sich bei Temperaturen unter 1000° eine mit sinkender Temperatur stärker eintretende Spaltung des Kohlenoxyds unter Bildung elementaren Kohlenstoffs und Kohlensäure. Dieser Spaltungskohlenstoff ist äußerst reaktionsfähig und reduziert zum großen Teil den Phosphorgehalt des Erzes. Die Gasreduktion geht also hier in die unmittelbare Reduktion über, und man kann nur dann aus phosphorhaltigem Erz ein hochwertiges phosphorarmes Eisen erzeugen, wenn man die Reduktionsgase nur bis zu einer bestimmten Temperatur ausnutzt und ihnen bei etwa 800 bis 850° die Einwirkung auf das Erz entzieht. Man vermeidet hierdurch praktisch die unmittelbare Reduktion, verzichtet jedoch auf die vollständige Ausnutzung der Reduktionsenergie der Gase sowie auf die fühlbare Wärme.

In den Verfahren von Edwin und Wiberg wird die reine mittelbare Reduktion nun dadurch erreicht, daß man die abgezogenen Gase zum Entfernen von Staub und Wasserdampf wäscht, über glühendem Kohlenstoff regeneriert und so im Kreislauf dem Verfahren wieder zuführt.

Der Norweger Dipl.-Ing. Emil Edwin benutzt bei seinem Verfahren den aus der Stickstoffdarstellung bekannten Schönherr-Lichtbogenofen, um auf diese Weise reduzierende Gase rasch hoch zu erhitzen und sie dann über Eisenerz zu leiten. Der Weg des Erzes ist hierbei folgender: Das Roherz wird in einem Steinbrecher und einer Kugelmühle bis zu Erbsengröße zerkleinert, darauf in einem Röst- und Vorwärmeofen auf 800 bis 850° erhitzt. Von hier gelangt es in den eigentlichen Reduktions-Drehrohröfen; es ist hierbei Vorsorge getroffen, daß sich die oxydierende Gasphase des Röstofens nicht mit den reduzierenden Gasen des Reduktionsofens mischt. Nach vollendeter Reduktion kommt das Gut in eine wassergekühlte Schnecke und zum weiteren Zerkleinern in eine Kugelmühle. Auf einem Magnetscheider wird das zerkleinerte reduzierte Gut dann in Eisenschwamm, Zwischenerzeugnis und Berge getrennt. Der Eisenschwamm, der ungefähr 96 vH Eisen und 0,3 vH Kohlenstoff neben noch geringfügigen andern Verunreinigungen enthält, wird zu Preßlingen geformt, das Zwischenerzeugnis verwendet man wieder.

Der Weg des Gases führt von einem Gasbehälter über Gasmesser, Kapselgebläse zu einem Gasvorwärmer, der durch die fühlbare Wärme der abziehenden Gase geheizt wird. Hierauf strömt das Gas in den Schönherr-Hochspannungs-Lichtbogenofen, der im wesentlichen dadurch gekennzeichnet ist, daß in einem senkrecht stehenden eisernen Rohr, das oben eine Graphit- und unten eine Eisenelektrode hat, ein Lichtbogen brennt, der durch das tangential unter Druck eintretende Gas stark in die Länge gezogen wird. In der Mitte des Röhrenofens wird dem Gas zum Anreichern Rohöl oder Teer zugeblasen, wodurch ein hoher Gehalt an Wasserstoff gewährleistet wird. Mit ungefähr 1600° verlassen die Gase den Ofen und gehen zur vollständigen Regeneration durch einen Gaserzeuger über Koks und dann durch ein Kalkfilter. Mit etwa 1000° gelangen die Gase darauf in den Reduktions-Drehrohröfen, worin sie mit dem Erz in Reaktion treten. Durch eine Staubkammer kommen die Gase, nachdem sie ihre Wärme an den Vorwärmer abgegeben haben, über einen Gaswascher und Desintegrator zum Gasbehälter zurück.

Den oberhalb des Reduktions-Drehrohröfens angeordneten Fortschaukelungs-Röstofen (Vorwärmer- und Röstofen mit beweglichem Herd, beheizt man mit Überschuß-

gas aus dem Gasbehälter. In der ausgeführten Versuchsanlage war jedoch dazu Hilfsgas erforderlich. Außerdem war bei diesem Versuchsofen der Norsk-Staal eine elektrische Widerstandsheizung des Reduktions-Drehrohrofens notwendig, weil sich die durchströmenden Gase zu rasch abkühlten. Bei den Versuchen mit Erzen von Dunderlandsdal, die bisher nicht wirtschaftlich zu verwerten waren, stellte sich der Energieverbrauch für Hochspannungsofen und Heizung des Drehrohrofens auf 7327,4 kWh für 1 t metallisches Eisen. Der entsprechende Koksverbrauch betrug 312 kg, an Öl wurden 44,32 kg verbraucht. Der aus den Schwammpreßlingen in elektrischen Öfen hergestellte Stahl war von ganz vorzüglicher Reinheit und sehr guten mechanischen Eigenschaften.

Das Verfahren des schwedischen Bergingenieurs Martin Wiberg ist ebenfalls ein Gasreduktionsverfahren mit Gasumlauf. Der wesentliche Unterschied gegenüber dem Edwin-Verfahren liegt jedoch darin, daß Wiberg nur einen Teil des Gases absaugt und im Kreislauf zurückführt, den Rest aber mit zugeführter Luft verbrennt und damit die Beschickung unmittelbar vorwärmt und röstet.

Bei der ausgeführten Anlage verwendet man an Stelle des Drehrohrofens einen 7 m hohen Schachtofen. Die zerkleinerten Erze wandern in dem senkrechten Schacht nacheinander durch die Zonen der Vorwärmung, des Röstens und der Reduktion. An der Ofensohle wird dann der gebildete Eisenschwamm abgezogen. Die Gase kommen durch zwei seitwärts vom Schacht angeordnete, mit Holzkohlen beschickte und durch gewöhnliche Flambogen geheizte Karburatoren, in denen sie regeneriert und auf ungefähr 1300 ° erhitzt werden. Dann streichen sie den Schacht hoch und reduzieren das entgegenkommende Erz, worauf in einer Höhe von 3 m ein Teil der Gase abgesogen und dem Wascher und Karburator zugeführt wird. Von einer Ausnutzung der fühlbaren Wärme der Gase an dieser Stelle hat man bei der Versuchsanlage aus Platzmangel abgesehen. Dem Rest der Gase wird aus besonderen Düsen Verbrennungsluft zugeführt und die verbrannten Abgase entweichen an der Gicht mit ungefähr 200 °.

Im Falle, daß es sich um Erze handelt, die bei der Reduktion zerfallen und im Schachtofen unbrauchbar wären, ist das Verfahren auch in Verbindung mit drei hintereinander liegenden Drehrohröfen vorgesehen. Das Verfahren ist dasselbe, im ersten Ofen hinter dem Karburator findet die Reduktion statt, an seinem Ende wird ein Teil der Gase abgesogen, der Rest bewirkt im zweiten Ofen eine Vorreduktion. Beim Übergang in den anschließenden dritten Ofen wird das Gas durch Luft verbrannt, wodurch das Erz geröstet, aufgelockert und erhitzt wird. Die magnetische Aufbereitung des ausgetragenen Eisenschwammes und seine Weiterverarbeitung ist dieselbe, wie bei dem Edwin-Verfahren. Jedoch konnte bei dem Versuchsschachtofen der gewonnene Schwamm ohne weiteres im Siemens-Martin-Ofen mit Roheisen zusammen verschmolzen werden. Der gewonnene Stahl: Werkzeug- und Federstahl, konnte als gut bezeichnet werden.

Das Wiberg-Verfahren scheint wärmetechnisch günstigere Ergebnisse als das von Edwin zu zeigen, andererseits ist hier jedoch die Gasführung unsicher, weil sie nicht zwangsläufig erfolgt. Wegen zu großer Verschiedenheit der vorliegenden Unterlagen ist eine Abwägung beider Verfahren noch nicht möglich.

Grundsätzlich andere Wege geht das Verfahren des Bureau of Mines. Erz und Magerkohle werden hier zerkleinert in einem Drehrohrföfen durch Innenheizung erhitzt und das Erz reduziert. Bei dem Verfahren handelt es sich also um eine unmittelbare Reduktion und damit verbunden ist der Nachteil einer stärkeren Verunreinigung des Eisenschwammes durch Schwefel und Phosphor. Von Vorteil ist die außerordentlich einfache Anlage, die im wesentlichen aus einem schräg stehenden Drehrohrföfen mit einem weiten und einem engen Teil besteht, der auf der einen weiten Seite durch eine Ölgläseflamme beheizt wird, während er auf der entgegengesetzten Seite beschickt wird. Trotz der oxydierenden Flamme hat man in der Beschickung doch stets eine reduzierende Atmosphäre durch den zugegebenen gleichmäßig verteilten Kohlenstoff. Der gebildete Eisenschwamm kühlt unter Luftabschluß ab und wird magnetisch geschieden.

Die ausgeführte Versuchsanlage erzeugt in 24 h 3,5 t Eisenschwamm von 35 bis 65 vH Eisen, je nach dem verwendeten Erz, und etwa 1 vH Kohlenstoff. Der Kohlenverbrauch beträgt nach Aufbereitung der noch Kohle ent-

haltenden Berge 65 vH der Erzeugung. Als Nachteil zeigt sich in einzelnen Fällen herausgestellt, daß die Gase sich nicht von dem Schwamm magnetisch trennen, was auf besondere physikalische Eigenschaften des zurückzuführen ist. Eine Anlage von 200 t Tagesleistung ist in Amerika im Bau.

Einen ähnlichen Grundsatz verfolgt der Engländer Hornsey mit seinem Verfahren. Hier liegen drei Drehrohröfen übereinander. Im ersten Ofen wird das Erz Abgase erhitzt und geröstet, im zweiten, der mit einer Heizung ausgerüstet ist, wird Kohle hinzugegeben, reduziert, im dritten wird das Gut gekühlt und gelangt zum Magnetscheider. Nähere Angaben über das Verfahren liegen nicht vor; eine Anlage von 200 bis 250 t Tagesleistung ist im Bau.

Nach den vorliegenden Angaben ist ein näherer Vergleich nur möglich zwischen den Verfahren von Edwin und des Bureau of Mines. Edwin errechnet für eine Anlage von 25 000 t Eisenschwamm Jahreserzeugung 1 Mill. M. Errichtungskosten und 62,50 M. Selbstkosten 1 t Schwamm. Das Bureau of Mines will mit einer Anlagekapital von 210 000 M. täglich 100 t Schwamm stellen zu einem Selbstkostenpreis von 50 M/t. Die Angaben erscheinen jedoch noch recht unsicher.

Im Vergleich mit dem Hochofen ist vor allem festzustellen, daß die unmittelbaren Verfahren nur für besonders geeignete Erzsor ten durchführbar sind. Es hat sich gezeigt, daß die deutschen Erze durchweg eine sehr niedrige Sinterungstemperatur haben, während sie hingegen für einen Drittel Koks gemischt bei 1100 ° noch nicht sintern. Nur das unmittelbare Verfahren würde sich als geeignet für deutsche Verhältnisse eignen, jedoch kommt hinzu, daß in diesem Falle der Eisenschwamm sich nur dann leicht vollständig von der Gangart trennen läßt, wenn die verwendeten Erze kristallinisch sind und nicht etwa feinkörnig wachsen. Hierzu wären in Deutschland nur die Dillinger Erze geeignet. Die beschriebenen Verfahren sind also für Deutschland nur in sehr beschränktem Maße anwendbar. Im übrigen bleibt das Hochofenverfahren als das uns durchaus noch maßgebend, und es wäre darauf hinzuwirken, es noch weiter zu verbessern. [N 805 f]

Berlin Dipl.-Ing. M. H. Kraus

Die Friedensbrücke zwischen Kanada und den Vereinigten Staaten von Amerika

Am Ausfluß des Niagara aus dem Eriesee ist eine neue Brücke, die „Friedensbrücke“, erbaut und am 1. Oktober eröffnet worden. Sie verbindet die Städte Buffalo in New York der Vereinigten Staaten und Fort Erie, Ontario in Kanada. Die Brücke selbst ist rd. 1300 m lang, die Länge einschließlich der Auffahrtbogen beträgt 1700 m. Die Fahrbahn ist 11 m breit, die beiden seitlichen Gehwege sind je 1,85 m breit. Zugrundegelegt ist eine Verkehrsfläche von 3000 Fahrzeugen stündlich in einer Richtung und 1000 gleichzeitig in der andern. Diese eigentümliche Rechnungsweise beruht auf der Erfahrung, daß der Verkehr hier seine Spitzenwerte nie gleichzeitig in beide Richtungen erreicht.

Besonderer Wert wurde auf gute Beleuchtung gelegt einmal weil der Hauptverkehr in den Abendstunden sich geht, ferner weil die Brücke über die Landschaft führt, die man gut überwachen will. 56 Lampen mit Lichtstrom von je 4000 Lumen beleuchten die Auffahrtbogen, 66 „Bilux“-Lampen derselben Stärke den übrigen Teil der Brücke; die „Bilux“-Lampen der Firma Philips sind so eingerichtet, daß die Beleuchtung in Längsrichtung der Straße stärker ist als in der Querrichtung; dadurch wird eine gleichmäßige Beleuchtung über die ganze Länge der Straße erreicht. Die Lampen befinden sich 4,30 m über der Straße. Der elektrische Strom wird über zwei Transformatoren für je 15 kV auf die Brücke geführt, die an beiden Brückenden stehen und amerikanische und das kanadische Netz angeschlossen sind. Auf diese Weise werden Unterbrechungen in der Stromversorgung nach Möglichkeit vermieden. Es ist Vorsorge getroffen, daß der Lichtstrom der Lampen von 4000 auf 6000 Lumen ohne Schwierigkeit erhöht werden kann, falls es sich als nötig erweisen sollte. [N 805 f]

Zur Theorie der Gasübertragung bei Diesellokomotiven

Von Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Lomonossoff, Kiew

Aus dem Russischen übersetzt von Dr.-Ing. E. Mrongovius, Berlin

Aufstellung einiger grundlegender Gleichungen, die für alle Übertragungsarten mit Gas verwendbar sind

Der Gedanke, die Leistung von einem Verbrennungsmotor auf die Treibräder mittels Zylinder und Triebwerkes zu übertragen, entstand aus dem Wunsch, vorhandene Dampflokomotiven umbauen zu können. Der Gedanke ist an und für sich sehr einfach. In den Dampfzylindern soll irgendein Gas arbeiten, das auf einen Anfangsdruck von 10 bis 15 at mittels eines Dieselmotor getriebenen Kompressors verdichtet wird. Benutzt man für eine solche Übertragung atmosphärische Luft, was die einfachste Lösung wäre, so haben wir einen Sonderfall dieser Übertragungsart, der bei Verdichtungs- und andern Werkzeugen bereits die beste Verbreitung gefunden hat. Der wesentlichste Mangel dieser Übertragungsart ist der Wärmeverlust in langen Rohrleitungen. Dieser Verlust fällt auf einer Lokomotive fort, da hier die Druckleitungen nur sehr kurz sind. Ein Entwurf einer solchen Wärmelokalomotive wurde im Jahre 1910 von dem Engländer Dunlop ausgearbeitet¹⁾.

Denselben Weg beschritten in den Jahren 1911/14 Kolonnaer Maschinenfabrik in Rußland und die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, wobei zur Erwärmung der Luft die Auspuffgase des Dieselmotors verwendet wurden. Zur Zeit bauen die MAN und die Lokomotivfabrik Eßlingen eine Druckluftlokomotive für die Deutsche Reichsbahn²⁾. In Italien baut Zarlatti eine solche Lokomotive, die mit einem Gemisch aus Dampf und Luft arbeitet, und in Österreich baut Cristiani eine Druckluftlokomotive, die mit reinem Dampf als Übertragungsmittel arbeitet.

Zuerst wurde zugunsten einer solchen Übertragung geurteilt, daß eine weitgehende Entwicklung des Druckluftlokomotivbaues ohne große Ausgaben nur durch Umbau der vorhandenen Dampflokomotiven möglich ist und dies sei nur möglich bei Anwendung einer der Druckluftlokomotivmaschine ähnlichen Übertragung. Diese Übertragung ist jedoch nur richtig bei reiner Dampfübertragung. Bei der Anwendung einer Gasübertragung werden die Abmessungen der Zylinder sowie auch die des Dieselmotors größer als bei Dampf; es kann somit von einem Umbau der Lokomotiven in Diesel-Gaslokomotiven nicht die Rede sein.

Jedoch besteht eine Erwägung, die unbedingt zu Gunsten von Diesellokomotiven mit dampflokomotivähnlicher Übertragung spricht. Jeder Dieselmotor verwertet nur ein Drittel der freigewordenen Wärme, während ein Teil in den Abgasen verlorengeht und das letzte Drittel vom Kühler vernichtet werden muß. Bisher schien es, daß bei jeder andern Übertragung die letzten zwei Drittel der Wärme nicht ausgenutzt werden können und der Rest verlorengeht. Bei der in Frage kommenden Gasübertragung muß das in die Lokomotivzylinder eintretende Gemisch vorgewärmt werden. Geschieht das mit dem Abgas und dem Kühlwasser, so kann auf diese Weise ein Teil der sonst verlorenen Wärme verwertet werden. Dieser Umstand erklärt die Beachtung, die zur Zeit in allen Ländern der Frage der Gasübertragung geschenkt wird. Leider wird hierbei die theoretische Seite der Frage meist unbeachtet gelassen. Dies ist der Beweggrund, weshalb der Verfasser sich veranlaßt sah, den Aufsatz zu veröffentlichen.

Der Dieselmotor mache n_D Uml./min, die Treibräder n_r Uml./min. Die Aufgabe der Theorie jeder Diesel-lokomotiv-Übertragung besteht dann in der Feststellung der Größen:

$$\nu = \frac{n_D}{n_r} \dots \dots \dots (1)$$

$$\eta_n = \frac{N_r}{N_D} \dots \dots \dots (2),$$

worin ν das Übersetzungsverhältnis, N_r die Leistung am Umfang der Treibräder, N_D die Leistung an der Dieselmotorwelle und η_n der Wirkungsgrad der Übertragung ist.

Die Arbeit eines jeden Gases in Zylindern, die denen der Dampflokomotive ähneln, ist im Grunde genommen ähnlich der Arbeit des Dampfes in den gleichen Zylindern, die durch vielfache Versuche an Dampflokomotiven weitgehend untersucht ist. Man kann daher zur Untersuchung einer Gasübertragung die gleichen Grunderwägungen anwenden wie bei Dampftrieb.

Eines der wichtigsten Gesetze des Dampftriebes ist die Tatsache, daß die am Umfang der Treibräder entwickelte Zugkraft verhältnismäßig dem mittleren indizierten Druck p_i ist. Das gilt für jede Dampflokomotive. Für die Zugkraft am Radumfang gilt:

$$Z_r = \eta M p_i \dots \dots \dots (3),$$

worin η der mechanische Wirkungsgrad und M ein Festwert ist. Für M gilt die Gleichung

$$M = m \frac{d^2 l}{2 D},$$

worin m die Anzahl der Niederdruckzylinder, d deren Durchmesser in cm, l der Kolbenhub in cm und D der Durchmesser der Treibräder in cm ist. Diese Gleichung kann ohne weiteres für Lokomotiven mit Gasübertragung verwendet werden. Der Einfachheit halber soll

$$\eta p_i = p_m$$

angenommen werden, dann ist

$$Z_r = M p_m \dots \dots \dots (4),$$

worin der mittlere wirkliche Druck p_m in den Lokomotivzylindern eine Funktion der Füllung und der Geschwindigkeit ist. Dieser Umstand ist das Ergebnis der Gasdrosselung in den Ein- und Auslaßkanälen, deren Wirkung nach dem Satz von Borda mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst.

Andererseits gilt für jede Lokomotive mit Dieselmotorantrieb:

$$Z_r = A \nu p_e^{2a}) \dots \dots \dots (5),$$

worin

$$A = f m_D \frac{d_D^2 l_D}{4 D}$$

ein Festwert des Antriebmotors, ν das Übersetzungsverhältnis, d. h. das Verhältnis zwischen den Drehzahlen des Dieselmotors und der Räder, während p_e der mittlere Druck in den Dieselmotorzylindern ist, berechnet aus der Leistung am Umfang der Treibräder. In der Gleichung für A ist f die Anzahl der Arbeitshübe jedes Kolbens für eine Umdrehung des Antriebmotors, m_D die Kolbenzahl, d_D der Kolbendurchmesser, l_D der Kolbenhub und D der Durchmesser der Treibräder.

Aus Gl. (4) und (5) erhält man

$$\nu = B \frac{p_m}{p_e} \dots \dots \dots (6),$$

worin

$$B = \frac{M}{A} = \frac{2}{f} \frac{m}{m_D} \left(\frac{d}{d_D} \right)^2 \frac{l}{l_D} \dots \dots \dots (7)$$

eine für die gegebene Lokomotive unveränderliche Größe ist. Für den Sonderfall der Dampflokomotive gilt:

$$f = 2, B = 1, p_m = p_e, \nu = 1.$$

Gl. (6) zeigt, daß bei jeder Lokomotive mit Gasübertragung die Übersetzung verhältnismäßig ist dem Verhältnis zwischen dem mittleren Druck p_m in den Lokomotivzylindern zu dem in den Dieselmotorzylindern p_e , bezogen auf den Umfang der Treibräder. Dies ist das erste Gesetz der Gasübertragung.

¹⁾ The Engineer“ Bd. 113 (1912) S. 38, Bd. 114 (1912) S. 93.
²⁾ Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 635.

^{2a)} Z. Bd. 68 (1924) S. 198.

Wird der mittlere Druck im Dieselmotorzylinder p_D , wie bei ortfesten Anlagen, aus der Leistung an der Kurbelwelle berechnet, so erhält Gl. (6) eine etwas andre Fassung. Der mittlere Druck p_e , auf die Welle bezogen, ist im Falle des Antriebes aller Hilfsmaschinen von einem Hilfsmotor mit dem Druck p_D durch folgende Gleichung verbunden:

$$\frac{p_e}{p_D} = \eta_n \quad \dots \dots \dots (8),$$

worin η_n der Wirkungsgrad der Übertragung ist. Wir können daher sagen, daß

$$\nu = \frac{B}{\eta_n} \frac{p_m}{p_D} \quad \dots \dots \dots (9)$$

ist. Die Werte von p_m und p_D sind von null bis zu einem Höchstwert veränderlich. Daher kann auch das Übersetzungsverhältnis ν von null bis unendlich verändert werden. Mit andern Worten: die Gasübertragung ist in bezug auf ihre Anpassungsfähigkeit nicht ungünstiger als die elektrische Übertragung.

Das zweite Gesetz des Dampfetriebes besteht darin, daß während einer mehr oder weniger langen Zeitspanne die Dampfmaschine der Lokomotive nicht mehr Dampf verbrauchen kann, als der Kessel erzeugt. Man kann natürlich während einer verhältnismäßig kurzen Zeit bei dem Kessel Anleihen vornehmen, aber in der darauf folgenden Zeitspanne muß diese Anleihe zurückerstattet werden. Somit bleibt das Gesetz in Kraft, daß zwischen der Arbeit des Kessels und der Arbeit der Dampfmaschine ein gewisses Gleichgewicht vorherrschen muß.

Bei einer Diesellokomotive mit Gasübertragung bestehen die gleichen Verhältnisse, nur tritt an Stelle des Kessels der Gasbehälter oder, richtiger gesagt, alle diejenigen Maschinen, die das in den Lokomotivzylindern arbeitende Gas erzeugen. Daher kann dieses Gesetz in Anwendung auf Diesellokomotiven mit Gasübertragung folgende Fassung erhalten: Während einer mehr oder weniger langen Zeitspanne können die Lokomotivzylinder nicht mehr Gas verbrauchen, als der Hauptmotor erzeugt. Dieses Gesetz kann mathematisch durch die Gleichung

$$L = L_D \quad \dots \dots \dots (10)$$

ausgedrückt werden, worin L die von den Lokomotivzylindern in 1 h verbrauchte Gasmenge in m^3 und L_D die in 1 h erzeugte Gasmenge in m^3 ist. Dies ist das zweite grundlegende Gesetz der Diesellokomotive mit Gasübertragung.

Hieraus ergeben sich drei sehr wichtige Folgerungen. Die Größe L kann durch die Gleichung

$$L = \frac{2 m n_{rh} G_H}{\gamma}$$

ausgedrückt werden, worin γ das spezifische Gewicht des Gases, G_H der Gasverbrauch für einen Kolbenhub in kg, m die Anzahl der mit Frischgas zu füllenden Zylinder,

$$n_{rh} = 60 n_r = \frac{1000 V}{\pi D}$$

die Umlaufzahl der Treibräder in 1 h ist, wenn V die Fahrgeschwindigkeit in km/h bedeutet. Der Wert G_H hängt ab von der Füllung der Lokomotivzylinder, der Geschwindigkeit und der Auspuffspannung. Für die ideale Maschine, d. h. für eine Maschine, deren Zylinder absolut wärmeundurchlässig sind, die keine schädlichen Räume haben und bei der keine Kompressionen stattfinden, ist

$$G_H = \frac{\pi d^2}{4} \varepsilon l \gamma;$$

hieraus folgt:

$$\frac{G_H}{\gamma} = \frac{\pi d^2}{4} \varepsilon l.$$

Hierbei ist ε der Füllungsgrad. Beim Vorhandensein eines schädlichen Raumes λ und einer Kompression σ , ausgedrückt in Teilen des Kolbenhubes, gilt die Gleichung:

$$G_H = \frac{\pi d^2}{4} l [(\varepsilon + \lambda) \gamma_\varepsilon - (\sigma + \lambda) \gamma_\sigma] \quad \dots \quad (11)$$

worin γ_ε das spezifische Gasgewicht im Augenblick des Füllungsabschlusses und γ_σ im Augenblick des Beginns der Kompression ist.

In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse etwas anders. Das in die Lokomotivzylinder eintretende Gas kommt beim Eintritt in die Zylinder in Berührung mit den soeben die Außenluft abgekühlten Zylinderwandungen und den kalten Wandungen des Schiebers, wodurch ein gewisser Abkühlung des Gases, d. h. ein gewisser Leistungsverlust, eintritt. Außer der abkühlenden Wirkung der Zylinderwandungen kommt noch der Undichtheitsverlust durch den Schieber, die Stopfbüchsen und den Kolbenring hinzu. Dieser Verlust ist um so größer, je näher der Arbeitsgemisch einem idealen Gas kommt. Dieser Stand führt zu der Erwägung, daß die gleichen Verhältnisse, die bei Dampflokomotiven mit Erfolg zur Bekämpfung der zusätzlichen Dampfverluste angewendet werden, d. h. Überhitzung, Verbundwirkung, Stumpfsche Gleichstromwirkung, auch für Lokomotiven mit Gasübertragung empfohlen werden können. In der Hinsicht ist der Standpunkt von Zarlatti, der seinen sämtlichen Entwürfen eine Verbundmaschine beilegt, als richtig anzuerkennen. Jedoch noch zu bemerken wäre es, bei einer Diesellokomotive mit Gasübertragung eine Stumpfsche Gleichstrommaschine zu probieren. Versuche an Dampfmaschinen, darunter an Dampflokomotiven, zeigten, daß die Werte des Undichtheitsverlustes und des Verlustes infolge Abkühlung der Zylinderfüllung und von der Kolbengeschwindigkeit abhängig sind. Andererseits ist der theoretische Verlust auch von der Geschwindigkeit abhängig, da bei steigender Geschwindigkeit das Indikatordiagramm verzerrt wird, auch die Größen γ_ε und γ_σ beeinflusst.

Wir sind nun berechtigt, die Gleichungen aufzu-

$$G_H = c \frac{\pi d^2}{4} l \varepsilon \gamma_1 \quad \dots \dots \dots$$

und

$$c = f(\varepsilon, V, p_1, p_2)$$

worin p_1 der Eintrittsdruck und p_2 der Gegendruck. Diese Funktion kann nur durch Versuche festgestellt werden. Wird als arbeitender Körper in der Diesellokomotive Dampf benutzt, so können Versuchsergebnisse an Dampflokomotiven auch ohne weiteres auf eine solche Lokomotive übertragen werden. Wird jedoch irgendein anderes Gas verwendet, so können die Versuchsergebnisse an Dampflokomotiven nur für die vorläufige Berechnung verwendet werden, die dann mit Hilfe von Versuchen nachgeprüft werden muß. Man kann jedoch annehmen, daß in der Anwendung der Versuchsergebnisse bei Dampflokomotiven mit hoch überhitztem Dampf auf Diesellokomotiven kaum wesentliche Fehler entstehen können.

Aus dem zweiten Gesetz der Gasübertragung (10) folgt

$$L_D = \frac{1000 V}{\pi D} 2 m c \frac{\pi d^2}{4} l \varepsilon = 1000 M c \varepsilon V$$

oder

$$\varepsilon V = \frac{L_D}{1000 M c} \quad \dots \dots \dots$$

Wären die Werte c und L_D Festwerte, so würde Gl. (12) die einer gleichseitigen Hyperbel sein. In Wirklichkeit ist

$$c = f(\varepsilon, V, p_1, p_2),$$

also veränderlich, und der Wert L_D kann in Abhängigkeit von den Arbeitsverhältnissen des Dieselmotors, nach dem Gutdünken des Lokomotivführers, in recht großen Grenzen verändert werden. Wir sind daher berechtigt zu sagen, daß bei beliebigen L_D die Füllung der Lokomotivzylinder ε mit der Fahrgeschwindigkeit V gewisse hyperbolische Beziehungen verbunden ist, daß bei der Diesellokomotive mit Gasübertragung bei gegebenen L_D mit wachsender Geschwindigkeit, wie auch bei jeder Dampflokomotive, die Füllung ε verkleinert werden muß. Dies ist die erste Folgerung aus dem zweiten Gesetz.

Die zweite Folgerung ergibt sich aus der Erwägung, daß die Zugkraft mit der Füllung steigt. Ist daher die Füllung für einen gegebenen Wert von L_D mit der Geschwindigkeit durch ein hyperbolisches Gesetz verbunden, so ist auch die Zugkraft für den gleichen Wert L_D mit der Geschwindigkeit durch ein hyperbolisches Gesetz verbunden.

geschwindigkeit V in hyperbolischer Abhängigkeit ver-
 a. Werden auf diese oder jene Weise bei gegebenen
 p_e die Beziehungen

$$c = f(\varepsilon, V) \\ Z_r = \varphi(\varepsilon, V)$$

elt, so ist die Feststellung der Beziehung

$$Z_r = \varphi_1(V)$$

ilfe von Gl. (13) nicht schwierig. Es besteht also
 den Wert von L_D zwischen Z_r und V eine hyper-
 Beziehung. Dies ist die zweite Folgerung aus
 zweiten Gesetz.

Wir kommen nun zur dritten Folgerung des zweiten
 Ges. Für jede Kompressoranlage ist die in 1 h er-
 Luftmenge

$$L_D = v_D N_D,$$

N_D die Leistung in PS, an der Hauptwelle gemessen,
 und v_D , die von 1 PSh erzeugte Gasmenge in m^3 , bei
 gegebenen Endkompressionsdruck ein Festwert ist.
 folgt aus dem zweiten Gesetz der Gasübertragung,
 auf Grund von

$$L = L_D,$$

leichung:

$$L_D = v_D N_D = \frac{1}{\gamma} \frac{G}{N_r} N_r,$$

G = Gasverbrauch in kg/h .

ehen wir nun durch

$$v_r = \frac{1}{\gamma} \frac{G}{N_r}$$

verbrauch des Arbeitsgemisches durch die Lokomotiv-
 er in m^3 für 1 PSh, bezogen auf den Umfang der
 räder, so gilt die Gleichung:

$$v_D N_D = v_r N_r.$$

n ergibt sich der Wirkungsgrad der reinen Gasüber-
 ng (d. h. ohne Hilfsmaschinenantrieb):

$$\eta_n = \frac{N_r}{N_D} = \frac{v_D}{v_r}.$$

en jedoch die Hilfsmaschinen von der Hauptwelle an-
 ben, so gilt

$$\frac{N_r}{N_D} = \eta_n \eta_b = \frac{v_D}{v_r}$$

$$\eta_n = \frac{1}{\eta_b} \frac{v_D}{v_r} \dots \dots \dots (14),$$

$$\eta_b = \frac{N_D - N_b}{N_D},$$

N_b die für die Hilfsmaschinen erforderliche Lei-
 ist.

Die Gleichung $L = L_D$ ist nur richtig, wenn das
 Gemisch nicht vorgewärmt wird. Bei Vorwärmung
 ert sich das Volumen der verdichteten Luft nach
 Gay-Lussacschen Gesetz, bezogen auf die absoluten
 eraturen, d. h. im Druckgasbehälter werden in 1 h

$$L_r = L_D \frac{T_r}{T_D} = v_D N_D \frac{T_r}{T_D}$$

as vorhanden sein. Hieraus folgt

$$\eta_n \eta_b = \frac{v_D}{v_r} \frac{T_r}{T_D}.$$

nan

$$\frac{T_r}{T_D} = \Theta,$$

d

$$\eta_b \eta_n = \frac{v_D}{v_r} \Theta \dots \dots \dots (15).$$

e Kompressoren liefern in der Regel bei 7 bis 9 at
 ruck und $200^\circ C$ etwa $8 kg$ Luft für 1 PSh^{a)}. Da
 auf Grund der Zustandsgleichung

$$p v = 29,3 T$$

ergl. Ostertag, Kompressoren, 1919 S. 100 bis 110.

bei diesem Druck ein Volumen von etwa $0,17 m^3$ einnimmt,
 so liefert der Verdichter:

$$v_D = 0,17 \cdot 8 = 1,4 m^3/PSh.$$

Die besten Dampflokomotiven mit Überhitzung verbrauchen
 für 1 PSh bei etwa 8 at Überdruck und bei einer Tempe-
 ratur des überhitzten Dampfes von $350^\circ C$ etwa $9,50 kg/h$
 Dampf^{a)}. Nach der Gleichung

$$\gamma_r = \frac{10\,000}{\frac{47,1 T}{p} - 160}$$

gilt unter diesen Verhältnissen

$$\gamma_r = 2,7 kg/m^3,$$

daraus folgt

$$v_r = \frac{9,5}{2,7} = 3,5 m^3/h.$$

Man kann daher sagen, daß auch bei andern Gasen
 der gleiche Wert von v_r gelten wird, so daß

$$\eta_n = \frac{v_D}{v_r} \Theta = \frac{1,4}{3,5} \cdot \frac{273 + 350}{273 + 200} = 0,52.$$

Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Augsburg,
 baut zur Zeit einen besonderen Dieselmotorkompressor für
 eine von der Deutschen Reichsbahn der Lokomotivfabrik
 Eßlingen in Auftrag gegebene Lokomotive. Nach den vor-
 läufigen Versuchen ergibt dieser Kompressor

$$v_D = 2,2 m^3/PSh;$$

wenn diese Zahl durch Streckenversuche bestätigt wird,
 so wird bei 7 at Überdruck und einer Temperatur von
 $350^\circ C$

$$\eta_n = \frac{2,2}{1,6} \cdot 0,52 = 0,82.$$

Es muß jedoch beachtet werden, daß dieser Wert auch
 bei dem MAN-Dieselmotorkompressor im noch neuen Zu-
 stande nur dann vorhanden sein wird, wenn es gelingt,
 ohne besonderen Brennstoffverbrauch die Luft von 200°
 bis $350^\circ C$ zu erhitzen, widrigenfalls wird der Wirkungs-
 grad η_n geringer sein.

Eine weitere Erhöhung von η_n ist nur durch Ver-
 ringerung des Gasverbrauchs der Lokomotivzylinder mög-
 lich. Bei einem Druck von 12 at und einer Temperatur
 des Dampfes von etwa $400^\circ C$ gelang es bei einer russi-
 schen Verbundlokomotive (Achsfolge 1 D 1), den Wert
 $\frac{G}{N_r}$ bis $7 kg/h^6$) zu vermindern, was bei $\gamma = 4,1$ einen Wert
 von $v_r = 1,7$ ergibt. Bei 7 at Überdruck ist jedoch ein
 solcher Wert von v_r nicht möglich. Läßt man den Kom-
 pressor die Luft bis 12 at Überdruck verdichten, so sinkt
 v_D , und es entstehen vor allem Schwierigkeiten mit der
 Luftvorwärmung. Wenn es gelingen würde, den Ver-
 brauch v_r bei 7 at auf nur $2,5 m^3/h$ herabzusetzen, so würde
 dies einen Wirkungsgrad von $\eta_n = 1,14$ ergeben.

Für eine solche Erhöhung der Werte von v_r und η_n
 sind die ungünstigen Arbeitsverhältnisse des Gases in
 den Lokomotivzylindern hinderlich, da die Zylinder-
 abmessungen durch das Umgrenzungsprofil beschränkt
 sind. Dieser Umstand beschränkt den Wirkungsgrad von
 Dampfmaschinen, und ich halte daher die Hoffnungen
 mancher Anhänger der Gasübertragung auf die Erreichung
 von Wirkungsgraden größer als 1 für wenig begründet.
 Hierzu müßten die Lokomotivzylinder von Grund auf
 umgebaut werden, und sie müßten die Möglichkeit er-
 halten, unter den Verhältnissen zu arbeiten wie die besten
 ortfesten Maschinen. Bei den stets wachsenden Abmessun-
 gen der Lokomotive ist dies gänzlich unmöglich. Bei ort-
 festen Maschinen ist die 20fache Dampfdehnung üblich,
 während man sich auf Dampflokomotiven mit 1,7- bis
 4facher Dehnung begnügen muß.

Ich glaube daher, daß in der Wirklichkeit mit Gas-
 übertragung bei Diesellokomotiven Wirkungsgrade von
 $\eta_n = 0,7$ bis 1,0 erreicht werden, d. h. bei einem Wir-

^{a)} Lomonosoff, Опыты 1912 bis 1914, 1925 S. 339, Abb. 948.
^{b)} Schule, Technische Thermodynamik, I (1929) S. 224.
^{c)} Lomonosoff, Опыты 1912 bis 1914, 1925 S. 231.

kungsgrade des Dieselmotors von $\eta_D \sim 0,34$ und einem Verlust für die Hilfsmaschinen der Lokomotive von etwa 8 vH der Gesamtwirkungsgrad der Lokomotive

$$\eta = 0,92 \eta_n \eta_D = 0,22 \text{ bis } 0,31$$

betragen wird. Diese Zahl kann auch auf andre Weise berechnet werden. Der Wirkungsgrad eines idealen Dieselmotors beträgt etwa 0,5. Der Wirkungsgrad eines idealen Kompressors $\frac{T_1}{T_1 - T_2} = \sim 2,5$. Der höchste Wirkungsgrad einer idealen Maschine, die nach dem praktisch idealen Kreisprozeß unter den Arbeitsverhältnissen einer Lokomotiv-Dampfmaschine arbeitet, beträgt etwa 0,2¹⁾. Man kann daher im besten Falle einen Wirkungsgrad von $\eta = 0,25$ erreichen.

Gelingt es, die in den Abgasen abgeführte Wärme zu verwerten, so wird $\eta_0 = \frac{3}{2} 0,25 = 0,37$. Gelingt es auch, die im Kühlwasser abgeführte Wärme zu verwerten, so wird $\eta_1 = 2 \cdot 0,25 = 0,50$. Alle diese idealen Zahlen gelten bei Vermeidung jeglicher Verluste. Berücksichtigt man jedoch die Verluste mit 30 vH, so erhält man $\eta = 0,7$, $\eta_1 = 0,18$ bis 0,35. Diese Berechnung ist trotz ihrer schemaartigen Form außerordentlich bemerkenswert insofern, als sie die schwächste Stelle des Gedankens der Diesel-Druckgaslokomotive zeigt, nämlich das Bestreben, für die Expansion die dampflokomotivähnliche Maschine

¹⁾ Lomonossow, Паровозы, 3, 3^{III}, 3^F 1924 S. 130.

Stül- und Kipperscheinungen bei elastischen Ringen

Wenn man einen elastischen Ring (einen rotations-symmetrischen Wulst von beliebigem Meridianschnitt, z. B. aus Gummi) umzustülpen, d. h. seinen innersten Parallelkreis nach außen und seinen äußersten nach innen zu bringen sucht, so bemerkt man einen elastischen Widerstand, der offenbar davon herrührt, daß die Längsfasern des Ringes hierbei teils verlängert, teils verkürzt werden müssen. Die Theorie dieser Ringstülpungen, die u. a. für die Berechnung von Flanschen wichtig sein mag, wurde ursprünglich¹⁾ nur für unendlich kleine Umstülpwinkel entwickelt und ist unter gewissen, in der technischen Elastizitätstheorie auch sonst üblichen Annahmen dann allgemein²⁾ auf beliebig große Umstülpwinkel für die beiden Fälle erweitert worden, daß die Umstülpmomente entweder gleichmäßig in sämtlichen Meridianschnitten oder nur in einzelnen, zyklisch symmetrischen Meridianschnitten wirken. Man findet, daß bei gleichmäßiger Umstülpung stets eine neutrale, d. h. an der Umstülpung unbeteiligte, Faser vorhanden ist und daß jeder Ring außer seiner ursprünglichen Form beim Umstülpen noch mindestens eine und höchstens drei weitere Gleichgewichtsformen durchläuft, von denen aber höchstens noch eine stabil sein kann. Beispielsweise ist bei Ringen mit einer äquatorialen Symmetrieebene die ganz umgestülpte Form eine — stabile oder labile — Gleichgewichtslage.

Anstatt durch Drehmomente in den Meridianschnitten kann man die Umstülpung auch durch radial von innen nach außen wirkende Pressungen hervorrufen. Hierbei ist besonders bemerkenswert der Fall, daß der Ring eine äquatoriale Symmetrieebene hat, in der auch die Kräfte gleichmäßig radial ausstrahlend verteilt sind. Es zeigt sich dann, daß, sobald die den Ring erweiternden Kräfte ein gewisses Maß übersteigen, die ungestülpte Ringform labil wird und plötzlich in eine mehr oder weniger vollständig umgestülpte Form übergeht, eine Erscheinung, die ähnlich beim geraden Stab bekannt ist und dort als Kippung bezeichnet wird. Die Theorie dieser Ringkippen ist zuerst³⁾ für äquatorialsymmetrische, neuerdings⁴⁾ für ganz beliebig gestaltete Ringe durchgeführt worden. Ihre Mannigfaltigkeit ist erheblich größer, als man von vornherein erwartet: es können bis zu vier Kippplasten erster Ordnung auftreten; insbesondere setzt das Kippen

zu verwenden, deren thermische Unvollkommenheiten der wichtigste Grund für den Übergang von der Lokomotive zur Diesellokomotive ist.

Hierbei ist es gleichgültig, welches Gas verwendet wird. Sobald die Anfangs- und Endtemperaturen gegeben sind, bestimmt der zweite Hauptsatz der Thermodynamik den Wert des wärmetechnischen Wirkungsgrades, den die günstigsten Verhältnisse erzielt werden können bei Durchführung des Carnotschen Kreisprozesses. Ebenso legt die Thermodynamik bei gegebenen Abgasen der Zylinder, d. h. bei gegebenen Expansionsbedingungen, die Grenze der möglichen Annäherung an den praktisch idealen Carnotschen Kreisprozeß fest. Diese Grenzen müssen bei Dampflokomotiven berücksichtigt werden, ebenso gelten sie auch für Diesellokomotiven mit Gasströmung. Leider werden diese Tatsachen von vielen Forschern nicht berücksichtigt.

Hiermit will ich nicht sagen, daß die Gasströmung für Lokomotiven unverwendbar ist. Im Gegenteil, wie bereits erwähnt, hat diese Übertragungsart großen Vorteil, nämlich die Möglichkeit einer Ausnutzung der in den Abgasen und in dem Kühlwasser abgeführten Wärme. Andererseits sehen wir auch, daß diese Übertragungsart einen großen Mangel hat, nämlich die Vermeidung der thermisch ungünstigen Lokomotivzylinder.

Diese Übertragungsart ist eine von den technischsten Lösungen der Diesellokomotivfrage, aber nicht die einzige, mit andern nicht zu vergleichende, wie zu erwarten wird.

und das Rückkippen mit zunehmender Be- und dann Entlastung im allgemeinen bei verschiedenen Lasten eintritt; und es kann sogar vorkommen, daß ein umgestülpter Ring beim Entlasten überhaupt nicht mehr von seiner ursprünglichen, sondern in eine ganz andere Gleichgewichtslage zurückkehrt.

Gleichartige Kipperscheinungen wie bei der Umstülpung einer Innenlast lassen sich auch bei radialer Außenlast bei einer gewissen Axialbelastung nachweisen, die als Kraftringpaar bezeichnet wird, und können, was (2) Kolbenringen) technisch wichtig ist, auch schon bei anderen Eigenschaften im Ringe hervorgerufen werden.

Stuttgart

R. Gram

Zucker aus Trockenschnittzeln

Unter dieser Überschrift wird in Z. Nr. 31 über ein Verfahren der Zuckergewinnung aus getrockneten Rüben berichtet, das von dem landwirtschaftlichen Institut der Universität Oxford empfohlen wird und eine Umwälzung in der Zuckerindustrie herbeiführen soll. Dieses Verfahren hat aber durch die Beschreibung in der Zeitschrift „The Engineer“ eine unverdiente Beachtung gefunden. Von dem Verfasser der Zeitschrift wird die Zuckerrübe zunächst durch Trocknen haltbar gemacht und dann erst den Zucker daraus zu gewinnen, sind vor Jahrzehnten in Deutschland angestellt worden, aber ohne Erfolg. Neuerdings hat ein Italiener, de Vecchis, diese Versuche wieder aufgenommen und glaubt, besonders günstige Verhältnisse in Italien, damit einen Erfolg erzielen zu können; er fußt dabei aber auf einer genauen Kenntnis der bisherigen Zuckertechnik und hat sich daher sehr dagegen gewandt, daß sein Verfahren mit den praktischen Plänen und Arbeitsweisen des Oxforder Instituts in Verbindung gebracht wird.

Sowohl der Trockner, den das Institut empfiehlt, als auch besonders das Auslaugverfahren, die getrockneten Rüben und die Vorschläge zur Verarbeitung der gewonnenen Säfte sind praktisch unbrauchbar, was die Angaben über die Güte der damit zu erzielenden Trockensäfte, Säfte und Zucker sind unbewiesen und offenbar falsch. Es muß daher davor gewarnt werden, die Angaben des Oxforder Instituts als Grundlage für den weiteren Ausbau der Rübenzuckerindustrie zu nehmen. sich eingehender über diese Frage unterrichten will, die nötigen Angaben in den Aufsätzen, die von dem de Vecchis im „Centralblatt für die Zuckerindustrie“ (1927) S. 331 und 888 veröffentlicht sind. [D 770]

Dormagen

Dr. H. Claas

¹⁾ M. Westphal, Z. Bd. 41 (1897) S. 1036.

²⁾ R. Grammel, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 3 (1923) S. 429.

³⁾ „ „ „ „ „ „ „ Bd. 3 (1923) S. 438.

⁴⁾ „ „ „ „ „ „ „ Bd. 7 (1927) S. 198.

Der Umbau von Wasserturbinen Erzielung größerer Wirtschaftlichkeit

Otto Albrecht und Dr. Robert Haas, Rheinfelden

Der Hand eines Umbaues wird gezeigt, wie durch Ersatz der veralteten Anlage trotz geringfügiger Aenderung der Wasserkammern die Leistung wesentlich zu erhöhen ist. Die Wirtschaftlichkeit ist durch Zahlen belegt.

Allgemeines

Bei den Kraftübertragungswerken Rheinfelden war es schon, durch die Auswechslung veralteter Turbinen gegen neuerer Bauart von höherer Leistung und besserem Wirkungsgrad einen erheblichen wirtschaftlichen Erfolg zu erzielen. Dabei konnte man durch die Tüchtigkeit des Personals diesen Vorteil erreichen, ohne daß an den gegebenen, beschränkten Raumverhältnissen der Wasserkammern wesentliche Änderungen nötig wurden. Da ein solches Vorgehen unter gegebenen Umständen dazu dienen kann, kostspielige Umbauten veralteter Wasserkraftanlagen in neue, ergiebiger bedeutend zu steigern, so sollen diese Beispiele im folgenden beschrieben werden.

Das Kraftwerk Rheinfelden wird seit dem Jahre 1898 in erster Versuch einer ausgebauten Wasserkraft in ihrem Umfange betrieben. In dieser Anlage wird Wasserkraft des Rheines in 20 Turbineneinheiten genutzt. Als Wirkungsgrad der Turbinen wurde zu jener Zeit auf Grund von Messungen 67 vH als Grenzwert angenommen, der im Laufe der Zeit bei einigen Turbinen durch Verbesserung der Laufräder auf 76 vH gebracht wurde.

Vor etwa drei Jahren standen die Kraftübertragungswerke Rheinfelden vor der Frage, bei einer ihrer Maschinen an Stelle eines alten einen neuen Stromerzeuger zu beschaffen. Es lag nahe, bei dieser Gelegenheit auch die veraltete Turbine durch eine solche neuzeitlicher Bauart und dabei mit besserer Leistung zu ersetzen. Daß dies bei dem derzeitigen Stande der Turbinentechnik möglich war, hatten die unter günstigen Verhältnissen bereits ausgeführten Umbauten der Turbinen in den schweizerischen Wasserkraftwerken Chèvrol-Baden, Ruppoldingen und Wynau gezeigt. Wir betrauten daher verschiedene Turbinenfirmen des Inlandes und der Schweiz mit der Aufgabe, bei möglichst geringen baulichen Änderungen der Wasserkammer einen Turbinensatz zu liefern, der ein Höchstmaß an Leistung und Wirkungsgrad zu erreichen. Dieser Forderung wurde am vollkommensten durch ein Angebot der Ateliers des Charmilles S. A., Schweiz entsprochen, die dann auch den Auftrag zur Ausführung einer Turbine als Versuchsanlage erhielt.

Der zunächst umzubauende Maschinensatz wurde am 1. Oktober des Jahres 1925 stillgesetzt. Nach Abbruch dieser Maschine und nach Fertigstellung der baulichen Änderungen in der Turbinenkammer konnte am 1. Januar 1926 mit der Aufstellung der Turbine und am 15. Februar mit der Aufstellung des Stromerzeugers begonnen werden. Zu dem vereinbarten Zeitpunkt am 15. April 1926 wurde die umgebaute Anlage in Betrieb genommen. Die Anlage entsprach den Erwartungen, so daß die Kraftübertragungswerke Rheinfelden im gleichen Jahre noch eine weitere Turbineneinheit nebst Stromerzeuger in Auftrag geben konnten, die am 1. April 1927 in Betrieb kam.

Technisches

Zunächst ist in Abb. 1 und 2 ein Schnitt durch Wasserkammer und Saugrohr mit der Anordnung der Turbine dargestellt, wie sie vor dem Umbau war. Die alte Turbine, nach Bauart der Francis-Turbinen mit vier Laufrädern auf senkrechter Welle, hatte bei 3,2 m Gefälle, 55 Uml./min und 28,4 m³/s Schluckfähigkeit 840 PS Leistung, mit einem Wirkungsgrad von 69,3 vH entspricht. Dieser Leistung entsprach auch der Stromerzeuger.

Abb. 3 und 4 veranschaulicht im Schnitt die Anordnung des neuen Turbinensatzes einschließlich des Stromerzeugers, der entsprechend der erhöhten Leistung und veränderten Umdrehungszahl ebenfalls erneuert und der AEG, Berlin, in Auftrag gegeben wurde.

Die neue Turbine ist als Propellerturbine mit kegelförmigem Leitrad und nur einem Laufrad mit 107 Uml./min ausgeführt worden. Bei dieser Bauart konnte die Schluckfähigkeit gegenüber der alten Turbine auf 36 m³/s und damit die Leistung auf 2100 PS erhöht werden. Der Stromerzeuger ist für eine Dauerleistung von 2300 kVA und einen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,7$ bemessen.

Aus dem Vergleich der Abbildungen geht hervor, daß nur geringe bauliche Änderungen im Innern der Wasserkammer vorzunehmen waren.

In Abb. 3 und 4 ist der Einbau der Turbine, wie man ihn bei einer ganz neuen Anlage etwa ausgeführt hätte, durch gestrichelte Linien angedeutet. Wenn man an die bestehenden Verhältnisse der Kammer nicht gebunden gewesen wäre, hätte man den spiralförmigen Wassereinlauf für die Turbine und auch das Saugrohr so ausbilden können, daß noch höhere Leistungen erreicht worden wären.

Die durch den Umbau der Turbine bei den verschiedenen Gefällhöhen erreichte Mehrleistung, gemessen in kW am Stromerzeuger, geht aus folgender Zahlentafel hervor:

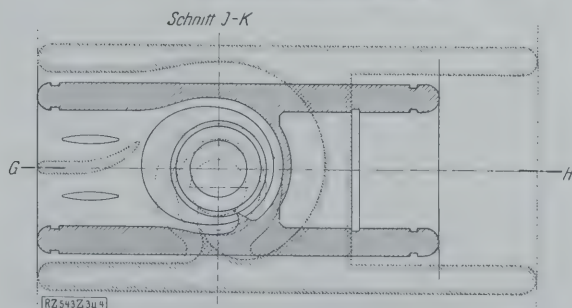
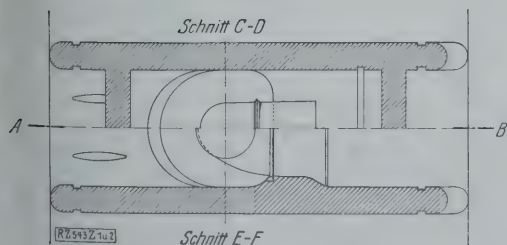
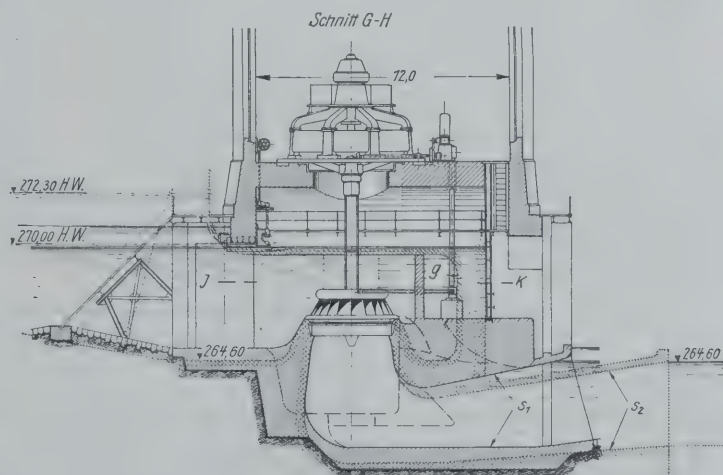
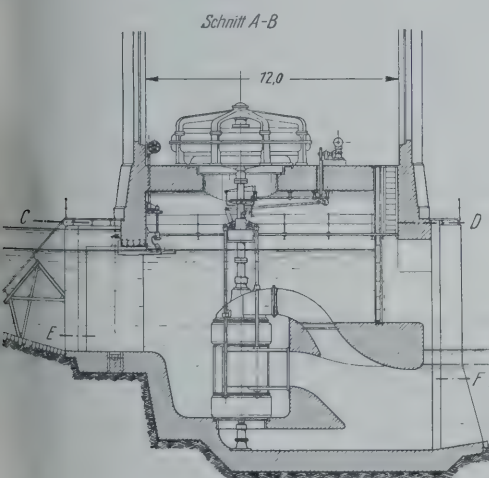


Abb. 1 und 2
Anordnung der alten
Turbineanlage

Abb. 3 und 4. Die neue Anlage. Die gestrichelten Linien (σ , σ_2) zeigen an, wie die Anlage ausgeführt worden wäre, wenn man nicht durch die räumlichen Verhältnisse beengt gewesen wäre.

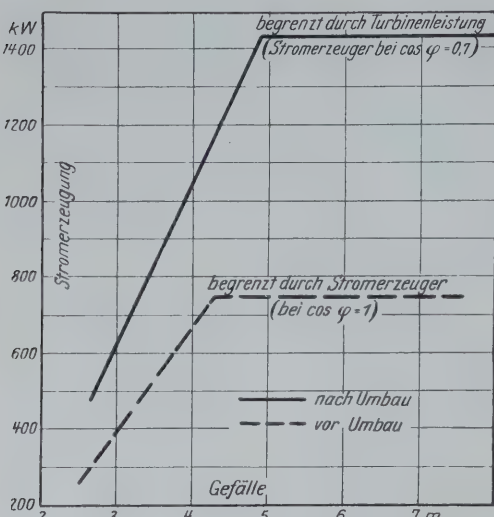


Abb. 5
Vergleich der Leistungen vor und nach dem Umbau

Gefälle in m:	6,0	5,0	4,5	4,0	3,0
Leistung					
vor dem Umbau: kW	750	750	750	670	400
nach dem Umbau: kW	1440	1440	1270	1050	625
Leistungsgewinn: kW	690	690	520	380	225

Diese Werte sind in Abb. 5 zeichnerisch dargestellt.

Wirtschaftliches

Bei der Frage, wie viel durch diese Mehrleistung einer umgebauten Turbine gegenüber dem früheren Zustande gewonnen wird, sind verschiedene Zeitabschnitte je nach den Gefällverhältnissen in Betracht zu ziehen, und zwar:

1. bei Niedrigwasser von weniger als 30 cm am Pegel Basel ergab sich für unsere besonderen Verhältnisse, bei denen noch eine Wasserteilung mit den elektrochemischen Betrieben in Rheinfelden in Betracht kommt, das folgende:

Wir dürfen bei diesen Wasserständen keine größeren Wassermengen als früher entnehmen, es kommt uns also nur der erhöhte Wirkungsgrad zu gut, der eine Verbesserung um 10 vH bedeutet. Für den ganzen Maschinensatz zusammen ergeben sich bei einem Gefälle von 5,2 m folgende Wirkungsgradverhältnisse:

vor dem Umbau:	
Turbine	$\eta = 0,76$
Stromerzeuger	$\eta = 0,955$ bei $\cos \varphi = 1$
ganze Maschineneinheit	$\eta = 0,726$
nach dem Umbau:	
Turbine	$\eta = 0,86$
Stromerzeuger	$\eta = 0,93$ bei $\cos \varphi = 0,7$
ganze Maschineneinheit	$\eta = 0,80$

Für die Niedrigwasserzeit ergibt sich hiernach bei Vollbelastung der Einheit und bei gleichem Wasserverbrauch 135 kW Leistungsgewinn.

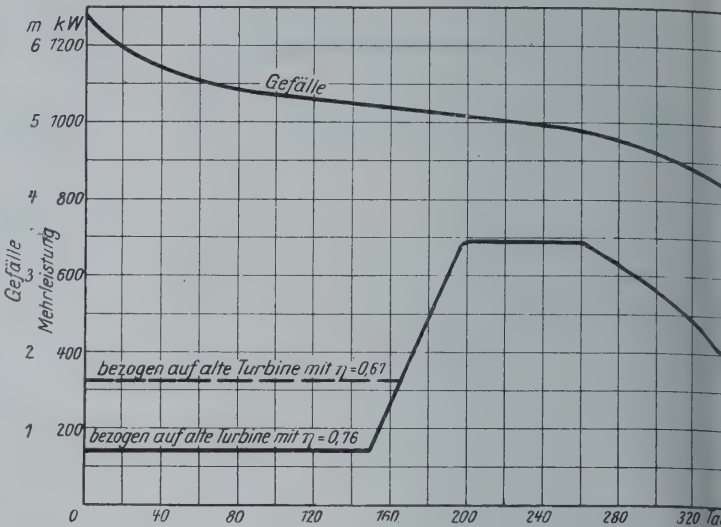


Abb. 6
Häufigkeitswerte der Mehrleistung

2. Bei Wasserständen von 30 cm bis 100 cm am Pegel Basel:

Während dieses Zeitraumes ist die verfügbare Wassermenge durch den Querschnitt des Oberwasserkanals begrenzt.

Der Gewinn an Leistung durch den Umbau erhöht sich in diesem Zeitraum auf 690 kW.

3. Bei Wasserständen von mehr als 1 m am Pegel Basel:

Der Mehrgewinn an Leistung kommt erst bei Wasserständen von mehr als 1 m am Pegel Basel zu voller Geltung. In Abb. 6 sind die verfügbaren Gefälle und die Mehrleistung bei den verschiedenen Gefällhöhen zeichnerisch dargestellt, und zwar als Häufigkeitswerte nach Anzahl der im Jahr im Durchschnitt einer zehnjährigen Beobachtungszeit. Der Inhalt der Fläche stellt den jährlichen Gewinn an kW-Tagen für jede Maschineneinheit dar. Daraus ergibt sich, daß mit einer umgebauten Turbine 131 135 kW im Jahr oder bei täglich 24stündigem Betrieb entsprechend einer völligen Ausnutzung der theoretisch möglichen Leistung 3,147 Mill. kWh und bei 76 % Ausnutzung 2,51 Millionen kWh gewonnen werden können.

Gegenüber einer der ganz alten Turbinen mit einem Wirkungsgrad von 67 vH, wie sie ursprünglich vorhanden waren, ergibt sich auf gleicher Grundlage eine jährliche Mehrleistung von 161 060 kW-Tagen oder von 3,866 Millionen kWh bei voller Ausnutzung.

Die Lieferfirma gewährleistete für die neue Turbineneinheit bei 5,2 m Gefälle eine Leistung von 2100 PS, sowie folgend einen Wirkungsgrad mit der üblichen Toleranz von 2 vH:

bei $\frac{8}{8}$ Last:	84 vH
„ $\frac{7}{8}$ „	83 „
„ $\frac{6}{8}$ „	77 „

Zahlentafel 1. Abnahme-Versuche

Ver- such Nr.	T a g	Uhr	Servo- motor Hub mm	Oberwasser- spiegel m	Unterwasser- spiegel m	Netto- ge- fälle H m	Strom- erzeuger- Leistung kW	Wirkungs- grad des Strom- erzeugers vH	Leistung an der Turbinen- welle PS	Wasser- menge Q m³/s	B Le Q E
1	21. Oktober 1926	10 ⁰⁰ bis 10 ⁰⁸	111	270,968	265,368	5,600	36	46	106,4	—	
2	„	10 ¹⁴ „ 10 ²²	191	270,877	265,388	5,489	803	92,65	1178,7	—	
3	„	10 ²⁶ „ 10 ³⁴	271	270,789	265,507	5,282	1382	95,1	1976,4	—	
4	„	10 ³⁸ „ 10 ⁴⁶	347	270,720	265,622	5,098	1530	95,35	2182,0	—	
5	„	10 ⁴⁸ „ 10 ⁵⁶	381	270,703	265,596	5,107	1522	95,35	2170,6	—	
6	„	11 ⁰⁰ „ 11 ⁰⁸	310	270,764	265,521	5,243	1525	95,35	2174,9	—	
7	„	11 ¹⁰ „ 11 ¹⁸	234	270,846	265,406	5,440	1170	94,55	1683	—	
8	„	11 ²⁰ „ 11 ²⁸	154	270,925	265,336	5,589	454	88,5	697,7	—	
9	„	13 ⁴⁰ „ 14 ⁰⁴	194	270,821	265,433	5,388	792	92,55	1163,8	24,31	1
10	„	14 ²² „ 14 ³⁰	210	270,795	265,444	5,351	960	93,65	1394,1	—	
11	„	15 ²⁰ „ 15 ⁴⁴	210,5	270,791	265,474	5,317	948	93,6	1377,4	26,69	18
12	„	16 ³⁰ „ 16 ⁵⁴	244	270,739	265,517	5,222	1177	94,55	1693	30,57	21
13	„	17 ¹⁰ „ 17 ³⁴	266	270,764	265,493	5,271	1348	95,05	1928,8	32,57	22
14	22. Oktober 1926	14 ⁰⁴ „ 14 ²⁸	108	270,857	265,573	5,284	0	0	19	13,31	2
15	„	14 ⁴⁸ „ 15 ⁰⁸	304	270,658	265,719	4,939	1400	95,15	2001	34,74	23
16	„	15 ²² „ 15 ⁴⁴	343	270,634	265,715	4,919	1440	95,2	2057,1	36,31	24
17	„	16 ¹⁸ „ 16 ³⁸	381	270,598	265,792	4,806	1420	95,2	2028,6	37,91	25
18	„	16 ⁵⁴ „ 17 ¹⁶	153	270,778	265,647	5,131	329	84	532,7	18,33	15

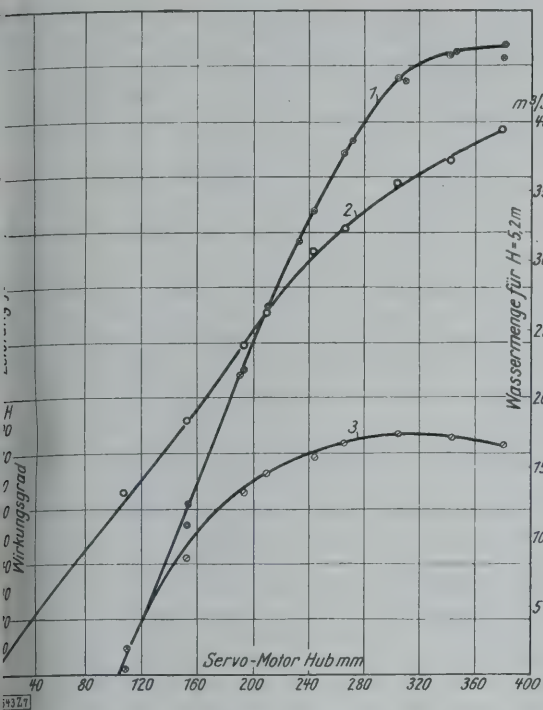


Abb. 7

Abnahmeversuche beim Umbau der Turbine 7 im Kraftwerk Rheinfelden

Linie 1 gemessene Leistung
" 2 gemessene Wassermenge
" 3 erreichter Wirkungsgrad bei den verschiedenen Öffnungen des Leitrades, ausgedrückt in entsprechendem Hub des Servomotors

Die Wassermessungen für die Abnahmeversuche, die dieur Bitterli, Rheinfelden, mit einer neuen tschreibenden Meßeinrichtung, von A. Ott, Kempten, ge-t, ausführte — wobei jeweils in einer Senkrechten örtlichen Verhältnissen entsprechend gleichzeitig 12 Flügeln die Geschwindigkeiten gemessen wurden — en im Zusammenhang mit den Leistungsmessungen am nerzeuger die in Zahlentafel 1 angegebenen Werte.

Diese Ergebnisse sind in den Schaulinien Abb. 7 und 8 mngestellt.

Im Schaubild, Abb. 8, sind auch die Wirkungsgrade und rittsverluste für eine ohne Rücksicht auf die bestehen-örtlichen Verhältnisse errichtete neue Anlage einge-en.

Die vorstehenden Versuchsergebnisse haben gezeigt, daß gewährleisteten Wirkungsgrade und Leistungen über-itten sind.

is 22. Oktober 1926

in-nungs-grad	Turbinen-leistung für H=5,20 m	Wasser-menge für H=5,20 m	Austritts-geschwin-digkeit am Saugrohr	Austrittsverlust	
				$v^2/2 g$	$v^2/2 g \cdot 100$
H	PS	m³/s	m/s	m	vH
-	95,2	—	—	—	—
-	1086,9	—	—	—	—
-	1930,5	—	—	—	—
-	2247,8	—	—	—	—
-	2230,2	—	—	—	—
-	2148,2	—	—	—	—
-	1572,8	—	—	—	—
-	626,1	—	—	—	—
64	1103,4	23,882	1,128	0,0648	1,25
-	1335,5	—	—	—	—
8	1332,2	26,394	1,248	0,0794	1,53
54	1681,9	30,506	1,442	0,106	2,04
26	1890	32,351	1,53	0,1193	2,3
03	18,55	13,204	0,624	0,0199	0,38
47	2161,7	35,644	1,685	0,1447	2,78
38	2235,8	37,333	1,765	0,1538	3,05
51	2283	39,433	1,865	0,1772	3,41
53	543,5	18,453	0,872	0,0388	0,75

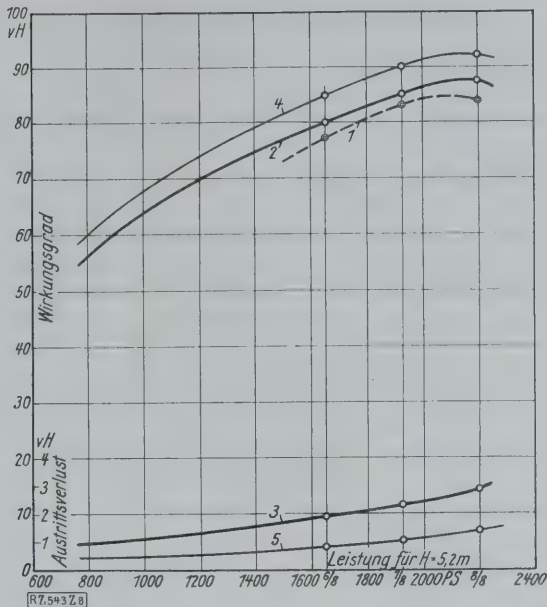


Abb. 8

- Linie 1 gewährleisteter Wirkungsgrad
" 2 erreichter Wirkungsgrad bei den vorhandenen ungünstigen Einbauverhältnissen (offene Wasserkammer und kurzes Saugrohr nach s₁, Abb. 3 und 4)
" 3 Austrittsverlust bei der vorhandenen Ausführung des Saugrohrs nach s₁, Abb. 3 und 4
" 4 erreichbarer Wirkungsgrad bei Ausführung eines Spiralgehäuses nach g und des Saugrohres nach s₂, Abb. 3 und 4
" 5 erreichbarer Austrittsverlust bei einer Ausführung des Saugrohrs nach s₂, Abb. 3 und 4

Die Wirtschaftlichkeit des Umbaues läßt sich an Hand der folgenden Angaben beurteilen:

Es betrugen die Kosten:

Abbruch der alten Anlage und bauliche Änderungen an den Turbinenkammern . . .	41 227 M
Turbinenanlage einschließlich betriebsfertiger Aufstellung	86 346 „
Stromerzeuger einschließlich Aufstellung und Änderung der Schalteinrichtungen und Verbindungsleitungen	144 950 „
dennach Gesamtkosten des Umbaues einer Maschineneinheit	272 523 M

Rechnet man jährlich mit 15 vH der Anlagekosten für Verzinsung, Tilgung und Unterhaltung der Anlage, so entspricht dies einer jährlichen Ausgabe von etwa 40 880 M.

Bei völliger Ausnutzung der Mehrleistung würde man rd. 3,1 Mill. kWh gewonnen haben; wenn man diese mit je 1,6 Pfg. bewertet, so ist der Mehrertrag im Jahre rd. 50 000 M. Hierdurch allein wird also der Umbau des Maschinensatzes verzinst und abgeschrieben.

Hätte nicht wie in diesem Falle durch die vertragliche Wasserteilung und die engen Maße des Oberwasserkanals eine starke Beschränkung der Wasserausnutzung stattgefunden, so wäre mit der umgebauten Turbinenanlage ein viel größerer Gewinn an elektrischer Arbeit zu erzielen, und zwar dadurch, daß die durch den Umbau gewonnene Mehrleistung desto länger ausgenutzt werden kann, je kleiner die ursprüngliche Ausbaugröße der Turbinenanlage gegenüber der verfügbaren Wasserkraft bemessen war. Dabei wäre als äußerster Grenzfall denkbar, daß bei einer alten Turbinenanlage von nur der Hälfte der ständig verfügbaren Leistung der Wasserkraft die durch Umbau gewonnene Mehrleistung während des ganzen Jahres ausgenutzt werden könnte.

Unter dieser Voraussetzung wäre der höchsterreichbare Gewinn bei einer völligen Ausnutzung der Mehrleistung von 690 kW während des ganzen Jahres 6,044 Mill. kWh.

Bei einem erzielbaren Preis von 1,6 Pfg./kWh hätte man hierbei einen jährlichen Mehrertrag von rd. 96 700 M gegenüber 40 880 M jährlicher Ausgabe erreichen können.

Der Stand der Siebnormung

Im Auftrage des Siebnormenausschusses verfaßt von
Dr.-Ing. Förderreuther, Berlin.

Gründung des Siebnormenausschusses. Die Notwendigkeit der Normung von Drahtgeweben für Prüfsiebe war im Laufe des Jahres 1924 mit zunehmender Entwicklung der Kohlenstaubbeförderung zur Bestimmung der Feinheit von Kohlenstaub, wofür Schlamm- und Spülverfahren mehr oder minder versagten, besonders dringend geworden. Aus diesem Grunde beantragte der Kohlenstaubausschuß des Reichskohlenrats beim Deutschen Normenausschuß die Gründung eines Siebnormenausschusses, die auch am 4. November 1924 beschlossen wurde. Die bisherigen Ergebnisse der Ausschubarbeiten sind hier wiedergegeben.

Maßgebende Größen für Siebe. Als erste Aufgabe wurde die Normung von Geweben für Prüfsiebe in Angriff genommen. Als Werkstoff konnte nur Metalldraht in Frage kommen, da bei Seidengazegeweben genaue Größenbestimmungen des Gewebes unmöglich sind. Aus dem gleichen Grunde wurde als Webart glattes Gewebe mit quadratischer Maschenweite gewählt.

Die wichtigste Größe für ein Siebgewebe ist die Maschenweite. Die verwendete Drahtdicke kann bei Innehaltung derselben Maschenweite nicht ganz ohne, aber doch von nur geringem Einfluß sein. Die in jedem Siebgewebe unvermeidlichen Fehler in der Größe von Maschenweiten, meist als Fehlmaschen bezeichnet, sind jedoch sicher von großer Bedeutung. Die Maschenzahl als solche, bezogen auf lineare Ausdehnung oder Fläche, läßt kein Urteil über die Größe des durchgehenden Kornes zu; denn die Maschenzahl kann in beiden Fällen, Fläche oder Länge, auch eingehalten werden, wenn dickerer oder dünnerer Draht benutzt wird, und ferner auch, wenn ein Teil der Maschenweiten kleiner, der andre dafür um so größer ist.

Siebbezeichnung. Da bisher Siebgewebe allgemein nach Maschenzahl auf 1 cm² bezeichnet und angeboten wurden und diese Benennung weitestgehend eingeführt war, wurde beschlossen, die sich aus den festgelegten Größen ergebende Maschenzahl auf dem Normblatt mit aufzuführen. In Amerika, das gerade auf diesem Gebiete manche bahnbrechende Vorarbeit geleistet hat, werden die Siebgewebe außerdem auch noch mit Nummern bezeichnet. Diese Nummern der amerikanischen Normung geben einen ungefähren Anhaltspunkt, wieviel Maschen auf 1 Zoll lineare Länge entfallen. Statt des Zollmaßenmaßes wird nach den Beratungen im Deutschen Normenausschuß das metrische Maß zugrundegelegt werden, und diese Bezeichnungsweise nach Nummern, bezogen auf 1 cm lineare Länge, wurde für Prüfsiebe ebenfalls übernommen.

Im übrigen jedoch fußt die ganze Normung der Drahtgewebe für Prüfsiebe auf der Festlegung der Größen für Maschenweite und Drahtdicke, woraus sich die übrigen Größen, Gewebenummer, Maschenzahl auf 1 cm², Lichtquerschnitt usw. von selbst ergeben. Auf die Einführung weiterer Begriffe, wie Freimaschenzahl, wurde verzichtet.

Aufbau der Normenreihe für Siebgewebe. Der Siebnormenausschuß stand vor der Aufgabe, zwischen zwei Arten des Aufbaues der Normenreihe zu wählen. Die eine Art, auf der auch die amerikanische Normung fußt, beruht auf einer genauen mathematischen Abstufung der einzelnen Maschenweiten der aufeinanderfolgenden Siebe; z. B. wird in Amerika von 1 mm Maschenweite ausgegangen und die Maschenweite jedes nächstfolgenden Siebes durch Vervielfachung oder Teilung mit dem

Faktor $\sqrt[4]{2}$ berechnet. Wenn man dabei nicht so fein abstufen und nur jedes zweite Sieb benutzen will, so nimmt man als Abstufungsfaktor $\sqrt{2}$ oder bei jedem vierten Sieb den Faktor 2. Da nun die Zahl $\sqrt[4]{2}$ keineswegs eine ganze, runde Zahl ist, müssen auch die damit berechneten Maschenweiten Zahlen mit einer Reihe von Dezimalstellen werden. Dasselbe gilt natürlich auch von den Drahtdicken, wobei sich dann Maße ergeben, die nicht handelsüblich sind.

Ein zweiter deutscher Vorschlag von Barthelmeß, Neuß a. Rh., ging dahin, diese mathematische Abstufung in der Maschenweite fallen zu lassen und statt dessen einen gleichbleibenden Lichtquerschnitt, d. h. ein gleichbleibendes Verhältnis zwischen Gesamtsiebfläche und der Summe der freien Flächen aller Maschen beizubehalten, wobei sich gleichzeitig ein bestimmtes Verhältnis von Maschenweite zu Drahtdicke ergibt. Der von Barthelmeß ausgearbeitete Vorschlag ergibt unter Beibehaltung eines Lichtquerschnittes von 36 vH sehr einfache Beziehungen der einzelnen Größen zueinander und liefert gleichzeitig Werte mit verhältnismäßig runden Zahlen. Die von ihm vorgeschlagene Normenreihe für Prüfsiebe wurde von den Nummern 4 bis herab zu den feinsten ziemlich unverändert an-

genommen. Sie umfaßt Prüfsiebgebilde von 1,5 mm bis zu 0,06 mm Maschenweite und ist auf dem Norm DIN 1171 niedergelegt.

In dieser Reihe gelten folgende Beziehungen:

m = Siebnummer = Maschenanzahl auf 1 cm Länge =
 M = Maschenanzahl auf 1 cm² = m^2

$$l = \text{lichte Maschenweite} = \sqrt{\frac{L}{M}} = \frac{6}{\sqrt{M}} = \frac{6}{m}$$

$$L = \text{Lichtquerschnitt} = 36 \text{ vH}$$

$$d = \text{Drahtdicke} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{L}{M}} = \frac{4}{\sqrt{M}} = \frac{4}{m}$$

Drahtdicke zu Maschenweite verhalten sich also wie

Die Abhängigkeit der Werte untereinander ermöglicht also, wenn man außer dem Lichtquerschnitt (36 vH) eine Größe, z. B. die Siebnummer, als bekannt voraussetzt, alle übrigen Abmessungen, die für das Siebgewebe bedeutend sind, leicht zu berechnen. Die sich aus diesen einfachen Beziehungen der einzelnen Größen zueinander aus den sich ergebenden glatten Zahlen und handelsüblichen Abmessungen bietenden Vorteile überwiegen nach Ansicht des Siebnormenausschusses die sehr theoretische Bedeutung der mathematischen Zahlenreihe der einzelnen Maschenweiten, wie sie in Amerika festgelegt sind.

Nur bei den gröbsten drei Sieben Nr. 1 bis 3 des schlagens Barthelmeß ergab sich bei der gewählten rechnerischen verhältnismäßigkeit zu große Drahtdicken. Sie wurden daher in das Normblatt DIN 1171 nicht aufgenommen. Für diese Siebgrößen sollen Blechsiebe mit stanzten runden Löchern oder Maschensiebe aus Feindrähten benutzt werden. Versuche zur Erprobung dieser Siebart laufen, sind aber noch nicht abgeschlossen. Die Normung eines feineren Siebes als Nr. 100 wurde ebenfalls vorläufig außer Betracht gelassen, da für so feines Siebgewebe noch Herstellungsschwierigkeiten bestehen.

Im übrigen ist die deutsche Normenreihe so abgefaßt, daß auch bei Inanspruchnahme der zulässigen Durchschnittsabweichungen die Größen der Maschenweiten aufeinanderfolgender Siebe einander nicht mehr überdecken können, im Gegensatz zur amerikanischen Norm, wo dies bei den feineren Sieben bedauerlicherweise der Fall ist. Das Siebergebnis wird dadurch wesentlich beeinflusst, bei feineren Drahtgeweben die Herstellungsgenauigkeit nicht das erwünschte Maß erreicht hat, mußte von der Ausschließung einer solchen Überdeckung bei Inanspruchnahme der zulässigen Größtabweichung vorerst Abstand genommen werden.

Zulässige Abweichungen (DIN 1171). Die Drahtdicken wurden Abweichungen zugelassen, die bei Berechnung des Durchschnittswertes bei dem feinsten 5 vH und bei den gröberen Sieben 3 vH Abweichung gegen den Sollwert ergeben. In einer zweiten Spalte sind Größtabweichungen, bis zu denen einzelne Drähte Abweichungen zeigen dürfen. Der Mittelwert könnte ja trotz Vorhandenseins einer Anzahl von dickeren Drähten wieder durch Verwendung einer entsprechenden Anzahl dünnerer Drähte die vorgeschriebene Größe gebracht werden. Daher schien eine solche Vorschrift mit der Festlegung, vielmehr überhaupt ein Draht in seiner Größe abweichen darf, im Hinblick auf die Bedeutung. Um jedoch auch hier das Vorkommen solcher Abweichungen möglichst einzuschränken, wurde außerdem auch die Häufigkeit von Einzelfehlern in der Drahtdicke noch dadurch beschränkt, daß die Häufigkeit der Größtabweichungen auf 6 vH begrenzt wurde.

Derselbe Gedankengang lag auch bei der Festlegung der zulässigen Abweichungen für die lichten Maschenweiten zugrunde. Auch hier wurde ein Durchschnittswert für die zulässigen Abweichungen festgelegt, um den die lichten Maschenweiten von dem Sollwert der Zahlentafel abweichen dürfen. Dieser Durchschnittswert ergibt sich, wenn man sowohl in der Kette als im Schuß eines Gewebes, sei es auf ganze Erstreckung des Siebgewebes oder eine bestimmte Länge, sämtliche lichten linearen Maschenweiten ausmisst und beidemal die Summe der Längen dieser Maschenweiten durch die Zahl der gemessenen Maschenweiten teilt; die Maschen sollen quadratisch sein.

Die vorgeschriebene Durchschnittsgröße der lichten Maschenweiten kann auch erreicht werden, wenn der untersuchten Anzahl von Maschenweiten ein Teil Maschen zu groß und andre dafür um so kleiner ausfallen sind. Andererseits aber haben eingehende Untersuchungen von Rammeler, Freiberg, und dem Verfasser gezeigt, daß gerade Fehler in der Größe der Maschenweiten die größten Fehlerquellen eines Siebergebnisses sind, daß vor allen Dingen schon eine geringe Anzahl von besonders großen Fehlmaschen ein Siebergebnis stark beträchtigen oder überhaupt wertlos machen kann.

die Fehlmaschen als sogenannte Gassen im Sieb auf, die fast immer in der Kette liegen und sich das ganze Gewebe hindurchziehen. Es war daher nicht verwunderlich, vor allem die großen einzelnen Fehlmaschen zu finden. Bei den Amerikanern sind bei den feinsten Sieben noch Einzelfehlmaschen zulässig mit einer Abweichung bis zu 60 vH, und die Häufigkeit ihres Vorkommens ist nicht einmal beschränkt.

Abb. 1 läßt sich ersehen, daß bei Inanspruchnahme der zulässigen Fehlermöglichkeiten für die Maschenweite bei der amerikanischen Siebnormung im Bereich der feinsten Siebe zwischen zwei aufeinanderfolgenden Normen kaum mehr ein Unterschied besteht, daß es leicht möglich ist, daß das nächstfeinere Sieb eine Maschenweite hat, als das vorhergehende. Damit ist das in Amerika übliche Verfahren erklärt, Siebe durch Verschiebung zu eichen. Es mag ja vielleicht auch bei den Amerikanern für die so reichlich bemessene Grenze zulässigen Abweichungen noch ein weiterer Grund sprechen haben, der darin liegt, daß auf diese Weise die dort bestehenden verschiedenen Normensieb unter einen Hut gebracht werden sollen.

Der deutsche Siebnormenausschuß schienen sowohl den Verbrauchern als auch den Herstellern diese zu großen Fehlermöglichkeiten zu groß. Bei den Sieben Nr. 4 bis 6 wurden daher als äußerste Grenze einer zulässigen Abweichung 10 vH und bei den feinsten Sieben vom Sollwert der Normenreihe festgelegt. Die Möglichkeit der Inanspruchnahme dieser zulässigen Größtabweichungen wurde nach den Untersuchungen Rammlers und des Verfassers über den Einfluß von Siebgewebefehlern auf das Siebresultat auf 6 vH beschränkt, weil der heutige Stand der Herstellungstechnik wohl eine laufende Einkerbung der Anzahl der vorkommenden Größtabweichungen, aber nicht die Verminderung der Größtabweichungen selbst gestattet. Der diesbezüglich von Verbraucherseite erzielte Zustand ist erst erreicht, wenn die Herstellmöglichkeiten so weit vervollkommen sind, daß die unteren Werte des jetzt noch nötigen Bereiches für die Abweichungen selbst als „größte Abweichung“ angesehen werden können. In diesem Falle würde sich die Festlegung der oben erwähnten „zulässigen Anzahl“ der Größtabweichungen erübrigen. Bei der Prüfung eines Siebgewebes, die sich unmöglich auf die Ausmessung der im Siebgewebe vorhandenen Maschen beruhen kann, hat sich die Übung herausgebildet, nur wirklich großen Fehlmaschen zu prüfen, ob sie die zulässige Größtabweichung überschreiten. Die kleinen Maschen sind für das Siebresultat als solches von Bedeutung; sie werden bei der Prüfung eines Siebgewebes, außer bei der Festlegung des Mittelwertes der Maschenweiten, nicht weiter berücksichtigt.

Um den Prüfenden bestimmte Anhaltspunkte zu geben, auf welchen Bereich die zulässige Anzahl der Größtabweichungen bezogen werden soll, ist im Normblatt Nr. 1000000 zahlenmäßig in Hundertteilen des Sollwertes die Maschenweiten angegeben. Praktisch werden also bei der Prüfung der lichten Maschenweiten eines Siebes nach der Ermittlung ihres Mittelwertes die zu prüfenden Maschenweiten aufgesucht und ausgemessen, und wird zunächst festgestellt, ob sich in dem Gewebe befinden, die das Höchstmaß an Abweichung überschreiten, und ferner, ob die Anzahl der noch in den Bereich der größten zulässigen Abweichungen fallenden Maschen die Angabe auf Normblatt DIN 1171, also nicht überschreitet. Von dem Ergebnis dieser Prüfung ist abhängig, ob ein Sieb als normgemäß oder nicht normgemäß bezeichnet werden darf.

Die Prüfung der Siebe und Siebgewebe. Als alle hat sich der Siebnormenausschuß auf das Staatliche Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem, Abteilung für Siebwerke, geeinigt, da dieses Amt im besonderen für die Siebwerkeprüfungen eigene Einrichtungen angeschafft hat, ein genaues und dabei doch verhältnismäßig rasches Verfahren auch der feinsten Siebe gestattet. Bei solchen Prüfungen muß natürlich unterschieden werden zwischen Untersuchungen an Siebgeweben, die bereits auf einem Rahmen gespannt sind und als Einzelprüfung bezeichnet werden, und zwischen Prüfungen von Siebgeweben, die noch als größeres Stück aus dem Webtuch oder gar als Rolle mit dem Webtuch zur Prüfung eingeliefert werden (Einzelprüfung). Während es bei der Einzelprüfung eine Entscheidung gibt, ob normgemäß oder nicht, kann bei der Rollenprüfung das Gewebe noch als normgemäß bezeichnet werden unter der Bedingung, daß z. B. ein fehlerhafter Teil des Gewebes herausgeschnitten und nicht verwendet wird. Die Prüfkosten für Einzelprüfungen betragen

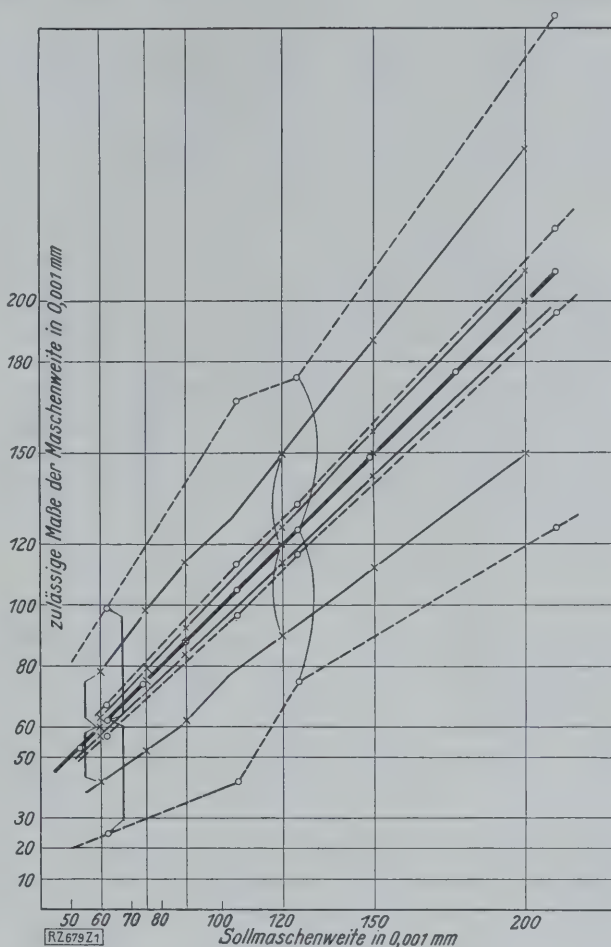


Abb. 1
Vergleich der deutschen und der amerikanischen Siebnormung für das Gebiet der feineren Prüfsiebe
x deutsche Werte o amerikanische Werte

zur Zeit bei den Sieben der Normenreihe DIN 1171 je nach der Feinheit 20 bis 30 M. Für Siebtuche wird eine Grundgebühr wie für Einzelprüfungen und dazu ein weiterer Aufschlag von je 2 M für die ersten 10 m und von je 1 M für jedes weitere Meter erhoben.

Die weiteren Aufgaben des Siebnormenausschusses werden nun dahin gehen, auch für gröbere Siebe als 1,5 mm Maschenweite Bestimmungen festzulegen. Für größere Maschenweiten sollen, wie erwähnt, nicht mehr Drahtgewebe, sondern gelochte Bleche benutzt werden, die sich bei dem größeren Lochdurchmesser nicht allzu schwer einwandfrei herstellen lassen und dann in ihrer Maschenweite praktisch unveränderlich sind, während bei den gröberen Geweben, bei denen das Verhältnis von Drahtdicke zu Maschenweite ständig sinken muß, um die Gewebe nicht allzu schwer zu machen, die Verschiebung einzelner Drähte und damit die Veränderung der Maschenweite beim Gebrauch nicht unberücksichtigt bleiben darf. Bisher herrscht keine Klarheit darüber, ob für solche gelochten Bleche quadratische, kreisrunde oder rechteckige Löcher zu wählen sind; Untersuchungen über die Wirkung der Lochform auf das Siebresultat sind im Gange.

Als weitere Aufgabe kommt dann noch die Normung der Gebrauchsiebe in Betracht. Es muß nämlich unterschieden werden zwischen Prüfsieben, die von einem vorhandenen Gut eine genaue Kennzeichnung der Kornzusammensetzung geben sollen, und zwischen Siebgeweben, die benutzt werden, um ein Korn von einer bestimmten mittleren Feinheit auszusieben. Im letzteren Falle wird sich eine feinere Abstufung der Siebgewebe als notwendig erweisen, während im ersteren Fall eine Zwischenschaltung von Siebgeweben durch die dann eintretende Überschneidung der Maschenweiten, s. Abb. 1, nur Scheinergebnisse haben würde. Gebrauchsiebwerke sollen jedenfalls dieselbe Richtnummer bekommen, die das entsprechende Prüfsiebwerk trägt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die wichtigste und grundlegende Arbeit durch die Festlegung des Normblattes DIN 1171 geleistet ist. [M 679]

R U N D S C H A U

Wissenschaftliche Tagungen

Die 32. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Kiel

Die Jahresversammlung des VDE fand vom 30. Juni bis 3. Juli statt und war von etwa 1200 Fachgenossen aus allen Teilen Deutschlands und dem Ausland besucht. Die Vormittage waren Vorträgen von allgemein wichtigem Inhalt gewidmet, die im Stadttheater stattfanden; an den Nachmittagen wurden Fachsitzungen in der Universität abgehalten, in denen über Neuerungen auf den verschiedenen Teilgebieten der Elektrotechnik berichtet wurde. Außerdem waren durch den Ortsausschuß für die Nachmittage technische Besichtigungen vorbereitet, die sich eines regen Zuspruchs erfreuten. Über die geselligen Veranstaltungen sei nur erwähnt, daß der Ortsausschuß sich in dankenswerter Weise bemüht hatte, den Besuchern ein abwechslungsreiches Programm zu bieten, und daß die Bemühungen mit vollem Erfolg gekrönt waren.

Der Vormittag des 1. Juli brachte zunächst die Eröffnungsansprache des Vorsitzenden,

Ministerialdirektor Geh. Oberpostrat Dr.-Ing. E. h. Craemer. Nach einleitenden Worten, die der Begrüßung der Anwesenden sowie dem Gedenken der im vergangenen Jahre Verstorbenen dienten, gab Dr. Craemer zunächst einen Überblick über die Änderungen in der wirtschaftlichen Lage der elektrotechnischen Industrie, die seit der vorhergehenden Jahresversammlung eingetreten sind. Obwohl eine merkbare Besserung der Konjunktur in vielen Zweigen der Industrie zu verzeichnen ist und auch auf konstruktivem Gebiet große Fortschritte gemacht sind, darf man sich doch keinem allzu großen Optimismus in der Beurteilung der für die nächste Zukunft zu erwartenden Entwicklung hingeben. Denn der Aufschwung ist keineswegs in allen Industrien vorhanden und, wo er vorherrscht, durchaus nicht überall gleichmäßig stark. Wir dürfen nicht vergessen, daß unsere Lage nach zwei Richtungen hin zu den schwersten Bedenken zwingt. Einmal ist unsere Ausfuhr durch die hohen Auslandszölle in unerträglichem Maß erschwert, und auch die bisher abgeschlossenen Handelsverträge haben uns gerade auf dem Gebiete der Elektrotechnik wenig Vorteile gebracht; andererseits gibt die ungeheure Belastung der Industrie durch Steuern und Abgaben Veranlassung zu ernster Besorgnis. Auch die Ergebnisse der Weltwirtschaftskonferenz werden von vielen Seiten als belanglos bezeichnet; demgegenüber ist jedoch zu sagen: Angestrengte geistige Arbeit hervorragender Männer hat noch immer zur Förderung der Menschheit beigetragen, und so wird gewiß auch diese Veranstaltung nicht ohne Segen für das allgemeine und damit auch für das deutsche Wirtschaftsleben bleiben.

Dann kam der Vortragende auf die wissenschaftlich-technischen Forschungsergebnisse zu sprechen, zunächst auf dem Gebiete der elektrischen Wellen (neue Lautsprecher, Unterwasser-Schallübertragung, Anwendung ultravioletter Strahlen u. a. m.). Auf dem Gebiete der Fernmeldetechnik sind Fortschritte hauptsächlich in der Entwicklung der Fernkabelnetze und des Selbstanschlußbetriebes in den Fernsprechnetzen zu verzeichnen. Das deutsche Fernkabelnetz wurde durch eine Reihe wichtiger Anschlußstrecken an nachbarstaatliche Netze erweitert; auch die Verlegung der modernsten zur Zeit bestehenden Seekabelverbindung Deutschland-Dänemark fällt in das letzte Jahr. Große Fortschritte wurden in der Konstruktion der Seekabel sowie bei Landkabelstrecken durch den Einbau von Verstärkern und Echosperren erzielt.

In der Telegraphie wurde die Tonfrequenztelegraphie weiter entwickelt und die Zahl der gleichzeitig über dieselbe Leitung geleiteten Telegramme von 6 auf 12 erhöht; ferner wurde eine Schaltung für Unterlagerungstelegraphie entwickelt, die den neuzeitlichen Anforderungen an Betriebssicherheit entspricht. In der Verwendung der Elektrizität im Eisenbahnsicherungswesen sind ebenfalls Fortschritte gemacht worden. Der Vortragende wies dann ausführlich auf die zahlreichen Neuerungen hin, die die Entwicklung der Funktechnik im Laufe des Jahres gebracht hat.

Auf dem Gebiete des Starkstroms sind es vor allem wärmewirtschaftliche Fragen, Fragen des Verhaltens der Werkstoffe, besonders bei hohen Drücken und Temperaturen, sowie Aufgaben der Kraftspeicherung, an deren Lösung gearbeitet wurde. Sehr deutlich zeigt sich der Zug zum Heraustreten aus dem engen Kreise der reinen Eigenwirtschaft und zum Verketteten von Erzeugungsstätten auf

der Grundlage der Kohle; so entwickeln sich Braunkohl-Brikettwerke zu Elektrizitätswerken, Zechen zu chemischen Fabriken und Gaswerken für Fernversorgung, und die Kraftwerke schließen sich an die Landesversorgungsnetze an. Der Austausch der in Süddeutschland zur Verfügung stehenden Wasserkraft gegen die in Nordwestdeutschland erzeugte Energie ist durch Fertigstellung der 200 km 380 kV-Leitung vom Goldenbergwerk nach Rheinau gefördert worden. Durch den Bau dieser Leitung wird Deutschland im Leitungsbau mit an die erste Stelle gerückt.

In der Kabeltechnik ist es gelungen, die Durchfestigkeit bedeutend zu steigern; 30 kV- und 60 kV sind bereits verlegt, und die Herstellung von 100 kV steht in allernächster Zeit in Aussicht. Im Elektromotorenbau standen wiederum die großen Stromerzeuger im Vordergrund des Interesses, ebenso die großen Blindstrommaschinen und Umformer für Netzkupplung. Die elektrische Zugförderung auf der Deutschen Reichsbahn nahm planmäßigen Fortgang.

Die Fortschritte der Elektrotechnik auf dem Gebiete der Industrieanlagen sind gekennzeichnet u. a. durch die Aufstellung der seinerzeit größten deutschen Turbinenanlage auf der Zeche Minister Stein, durch Neuerung im Antrieb von Papiermaschinen, durch weitere Verbreiterung von Elektroschmelzöfen und elektrischen Brennöfen.

Die Landwirtschaft steht noch immer unter dem Druck der Geldknappheit und ist mit Bestellungen sehr zurückhaltend. Die Entwicklung der für die Landwirtschaft besonders geeigneten Kurzschlußmotoren mit Anlaßschleife hat gute Fortschritte gemacht. Der Ersatz von Schmelzsicherungen durch selbsttätige Sockel- und Schalter hat sich mehr und mehr durchgeführt. Auch die Verwendung des Elektro-Futterdämpfers und des elektrischen Heißwasserspeichers findet wachsende Beachtung. Bedeutsam ist die Schaffung der „Arbeitsgemeinschaften“ zur Überwachung der Starkstromanlagen auf dem Lande. Der Verband in Verbindung mit andern Körperschaften arbeitet für die Verwendung im Haushalt. Die Anzahl neuer Geräte sowie von Vorrichtungen, die zu bedeutenden Stromersparnis sowie Steigerung der Arbeitssicherheit mit sich bringen, herausgebracht worden.

Zum Schluß sprach der Vortragende die Überzeugung aus, daß auch das kommende Jahr weitere bedeutende technische Fortschritte bringen wird.

An die Ausführungen von Ministerialdirektor Craemer schloß sich der Hauptvortrag dieses Tages an, den der Sekretär Dr.-Ing. E. h. Feyerabend, Berlin, hielt. Thema

50 Jahre Fernsprecher in Deutschland

hielt. Ausgehend von dem Hinweis auf die Einführung des Fernsprechers in Deutschland durch den Generalpostdirektor Stephan, seit der im November dieses Jahres 50 Jahre vergangen sind, betonte der Vortragende zunächst den Unterschied zwischen der Erfindung des Fernsprechers und der Schaffung des Fernsprechwesens. Die Erfindung des Fernsprechers wird in dem größten Teil der Welt dem Amerikaner Graham Bell zugeschrieben, doch ist dies historisch nicht richtig. Denn der erste, der die Aufgabe gelöst hat, die Sprache mit Hilfe elektrischer Ströme über die Ferne zu übertragen, war der deutsche Lehrer Philipp Reis, der im Jahre 1860, also 16 Jahre vor Bell, den Apparat anfertigte, mit dem dieses Ziel erreicht wurde. Diese bedeutsame Erfindung fand jedoch keine Beachtung; sie kam, wie der englische Physiker Sir P. Thompson gesagt hat, zu früh auf die Welt. Der Streitbare Verdienst Bells ist es, dem Fernsprecher die klassisch einfache Form gegeben zu haben, die sich bis auf den heutigen Tag erhalten hat, und so seine praktische Verwendung ermöglicht zu haben. Deswegen muß man, wenn auch nicht als den Erfinder des Fernsprechers, doch als den Schöpfer des Fernsprechwesens ansehen.

An der Hand von genauen, von der Firma Siemens angefertigten Nachbildungen der Reisschen Appareate zeigte der Vortragende, daß die Übertragung der Sprache mit diesem Gerät durchaus möglich ist, was zu dem Zeitpunkt in den Prozessen um die Bell-Patente von dem amerikanischen obersten Richter bestritten wurde. Bei der Vorführung war die Wirkung der Reisschen Geräte, die heute verfügbaren Verstärker und Lautsprecher ersetzen, stark, daß die in einem der Garderobenräume im Reichstag gesprochenen Worte im ganzen Zuschauerraum deutlich hörbar waren. Damit war der Beweis für die Eignung des Reisschen Apparates zur Übertragung gesprochenen Wortes erbracht.

weiteren Verlauf seiner Ausführungen gab der Vortrager eine Übersicht über die Entwicklung des Mikro- an der Hughes, Edison und Berliner führend bewahren, und des Bellschen Fernsprechers, unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung im Rahmen des deutschen Fernsprechwesens. Die Entwicklung des Fernsprechwesens in Deutschland ging anfangs sehr langsam vor sich, da sich das Publikum zuerst nicht für die Sache verhielt. Im Betriebe der Reichspost wurden bald eine große Anzahl von Fernsprechern zur Verfügung entlegener Orte mit dem Reichstelegraphennetz beschloß, doch dauerte es bis zum Jahre 1881, ehe sich, dank den Bemühungen Stephans und Rathenaus, eine größere Anzahl privaten Teilnehmern entschloß, sich des Fernsprechs zu bedienen. Von da an ging die Entwicklung des Fernsprechwesens in Deutschland mit raschen Schritten vorwärts.

Dieser Bericht muß sich darauf beschränken, von den sehr anregenden Ausführungen von Dr. Feyrer nur kurz das Hauptsächlichste zu erwähnen. Sie betonen die Entwicklung der Umschalteneinrichtungen, der Batterieanordnung und des Selbstanschlußbetriebes. Einführung des Selbstanschlusses, der, amerikanischen Ursprunges, von Siemens & Halske weiter ausgebaut ist, steht Deutschland an der Spitze aller europäischen Länder und übertrifft auch, was das Verhältnis zur Anzahl der Anschlüsse betrifft, die Vereinigten Staaten. Deutschland sind rd. 400 000 Teilnehmer, d. s. 25 vH, an Anschlüsse angeschlossen, in Amerika nur 15 vH. Vollständige Umstellung auf den Selbstanschlußbetrieb im Gebiete der Deutschen Reichspost voraussichtlich 10 bis 12 Jahre beanspruchen.

Ein andern bedeutsamen Fortschritt brachte der Erwerb oberirdischen Leitungen durch unterirdisch verlegte Kabel. Hierdurch ist die Betriebssicherheit erhöht, das Bild bedeutend verbessert und die Anlagekosten sind herabgesetzt worden. Auf dem Gebiete der Ferntelefonie wird die Verwendung der Pupinspulen und neuerdings der von Röhrenverstärkern einen großen Fortschritt gebracht und es möglich gemacht, auf jede Entfernungsweite in Europa und noch weit darüber hinaus die Sprache frei zu übertragen. In dem Ausbau des Fernkabelnetzes steht Deutschland unter den europäischen Staaten an einer führenden Stelle. Die Gesamtlänge der deutschen Fernkabel ist seit 1920 von 298 km auf 7000 km im Jahre 1926 angewachsen. Den Schluß des Vortrages bildeten statistische Angaben über die Ausbreitung des Fernsprechwesens in verschiedenen Ländern und Städten.

Auf diesen Vortrag folgte der Bericht des General-Schirp über die Tätigkeit des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit der letzten Jahresversammlung, insbesondere über die der Jahresversammlung vorgelegten Entwürfe und Normen aus dem Gebiet der Elektrotechnik. Anschließend wurden geschäftliche Angelegenheiten (wie Ersatzwahlen zu Vorstand und Ausschuß) behandelt, worüber ist zu erwähnen, daß Generaldirektor Max Neumeier, Dortmund, Mitglied des Vorstandes des Vereines Deutscher Ingenieure, zum Vorsitzenden des VDE gewählt wurde.

Am Vormittag des 2. Juli war der noch nicht vollständig gelösten Frage der

Spitzendeckung in Großkraftwerken

Die Wichtigkeit dieses Problems wurde den Betrachtern schon durch das Modell des Belastungsgebietes der Gegend für 1926 vor Augen geführt, das in der Vorhalle des Gebäudes aufgestellt war. Die Deberspitzen zeigen eine Belastung von 90 kW (9 h) und 300 000 kW (17 h), wogegen die mittlere Belastung von 6 bis 24 h nur etwa 140 bis 160 kW betrug.

Als erster behandelte dieses Thema der Generaldirektor der Aktiebolaget Vaporackumulator, Stockholm, Dr.-Ing. Ruths. Seit den ersten Jahren nach dem Kriege, betonte der Vortragende aus, in denen die Belastungen der Großkraftwerke künstlich niedergehalten wurden, trat sich ein bedeutendes Anwachsen der Spitzen gegenüber der Grundbelastung bemerkbar gemacht. Wenn gleich die Technik in der Verbesserung der Wärmewirtschaftlicher Betriebsmittel hervorragende Fortschritte gemacht hat, so sind diese jedoch für die Frage der wirtschaftlichen Spitzendeckung von gänzlich nebensächlicher Bedeutung. Die üblichen Hochdruckkessel haben so gut wie gar kein Übervermögen, und die vielstufigen Turbinen sind gegen Lastschwankungen empfindlich und nicht geeignet, in Betrieb genommen zu werden. Es kommt für die Spitzendeckung nicht darauf an, wirtschaftlich arbeitende, billige Betriebsmittel zu schaffen. Denn deren Be-

nutzungsdauer ist so gering — die oberen 50 vH der Höchstleistung ergeben einen Energieverbrauch im Jahre, der nur etwa 3 bis 5 vH der gesamten jährlichen Energieerzeugung beträgt —, daß der Brennstoffverbrauch für die Spitzendeckung gegenüber dem gesamten Brennstoffverbrauch eines Kraftwerks vernachlässigt werden kann. Die Stromerzeugungskosten während der Spitze werden fast ausschließlich durch den Kapitaldienst bestimmt, während der Einfluß der Brennstoffkosten ganz verschwindend ist.

Von diesem Gesichtspunkt aus wurden verschiedene Wege zur Spitzendeckung betrachtet mit dem Ergebnis, daß der Ruths-Speicher mit Spitzenturbine bei weitem das geeignetste Mittel zur Spitzendeckung darstellt²⁾. Bei der Ruths-Speicheranlage wird der überschüssige im Kessel erzeugte Frischdampf, der nicht zum Betrieb der Grundlastturbine gebraucht wird, selbsttätig in den Dampfspeicher übergeführt, um jederzeit zum Antrieb der an den Speicher angeschlossenen Spitzenturbine zur Verfügung zu stehen. Der Ruths-Speicher ermöglicht dadurch auch die Füllung der Taler der Kesselbelastung; während der Zeiten niedriger Belastung können mehrere Kessel zum Speisen der Speicher in Betrieb gehalten werden. Die Anlagekosten betragen 120 bis 140 M/kW der zu deckenden Spitzenleistung, d. h. im allgemeinen nur etwa die Hälfte der Anlagekosten eines neu zu erbauenden Dampfkraftwerkes.

Schließlich wurde an der Hand von Beispielen ausgeführter Anlagen die Verwendbarkeit des Ruths-Speichers erläutert.

Anschließend an diesen Vortrag sprach Prof. Dr.-Ing. E. h. Ernst Reichel, Charlottenburg, über hydraulische Speicherung. Im Eingang erwähnte der Vortragende die Tatsache, daß es nur wenige Wasserkraftwerke gibt, bei denen eine Aufspeicherung der natürlich zufließenden Wassermengen möglich ist, die also Spitzenkraftwerke mit natürlichem Zufluß darstellen; in den meisten Fällen muß man das überschüssige Wasser unausgenutzt abfließen lassen. Um dann die während der Nachtstunden überflüssige Energie zu verwenden und dadurch die Grundbelastung zu erhöhen, kann man mit dem Abfallstrom Pumpen antreiben und das Wasser in ein benachbartes hochgelegenes Speicherbecken pumpen, dem es zur Deckung der Spitzenbelastung wieder entnommen wird³⁾. Um die Speicherbecken klein zu halten, wird man nach einem möglichst großen Gefälle streben, man ist also an bergige Gegenden gebunden.

Der mechanische Wirkungsgrad der Speicheranlagen ist gering; er beträgt 40 bis 60 vH. Die Anlagekosten der zusätzlichen Speicher betragen bei Wasserkraftanlagen mit natürlichem Zufluß je nach Größe des Beckens und der örtlichen Verhältnisse etwa 60 bis 240 M/kW . Bei Dampfkraftwerken stellen sich die Anlagekosten im allgemeinen höher; bei dem Plan des Kommunalen Elektrizitäts-Werkes Mark in Hagen, für das die Errichtung eines hydraulischen Speicherwerkes auf einem vom Kraftwerk nur 500 m entfernten Hügel geplant wird, rechnet man mit 370 M/kW . Zum Schluß brachte der Vortragende noch Angaben über verschiedene im Bau befindliche und geplante hydraulische Speicheranlagen.

Es folgte ein Vortrag von Reg.-Baumeister a. D. Berdelle, Berlin, über den Belastungsausgleich durch elektrische Speicherbatterien, die älteste Form der Energiespeicherung in Kraftwerken. Von den vielen im Lauf der Zeit aufgestellten Akkumulatorenbatterien verschwand ein großer Teil während des Krieges und der Inflationszeit, und in den folgenden Jahren fehlten die Mittel zur Neubeschaffung. Später, als die Notwendigkeit des Spitzenausgleiches erkannt wurde, griff man in vielen Fällen auf die Akkumulatoren zurück. Bei richtiger Bemessung der Batterie stellen sich die Anschaffungskosten auf etwa 365 bzw. 400 M/kW für Gleichstrom- bzw. Drehstromspeicherung.

Die Vorzüge der Akkumulatorenspeicherung liegen in ihrer Einfachheit, hohen Überlastbarkeit, dauernden Betriebsbereitschaft, der Möglichkeit, die günstigste Ausnutzung der gesamten Erzeugungs- und Verteilungsanlagen herbeizuführen, geringen Ausbesserungskosten und schließlich noch in der Unabhängigkeit von örtlichen Verhältnissen, die es gestattet, die Batterie jeweils am günstigsten Punkte des Verteilnetzes aufzustellen. An dem Beispiel eines mittleren Elektrizitätswerkes wurde dargelegt, daß sich durch die Anlage einer Speicherbatterie gegenüber dem Einbau eines Spitzen-Dampfkraftwerkes beträchtliche Ersparnisse erzielen lassen.

Als letzter sprach Obering. M. Gercke, Augsburg, über Spitzendeckung mit Großdieselmotoren. Nachdem man mit Dieselmotoren mittlerer Leistung als Ma-

²⁾ s. a. Z. Bd. 66 (1922) S. 509 u. f.

³⁾ Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 1161 u. f.

schinen für Spitzendeckung und augenblickliche Bereitschaft gute Erfahrungen gemacht hatte, entschlossen sich die Hamburgischen Electricitätswerke, A.-G., für ihr Werk Neuhoof eine Großdieseldynamo zu verwenden. Dies ist die erste Großdieselanlage zur Spitzendeckung⁴⁾. Sie hat sich bisher vorzüglich bewährt und ist in jeder Beziehung einwandfrei gelaufen. Während der normalen Arbeitszeiten dauert es etwa 4 min nach Empfang des Signals zur Inbetriebsetzung, bis der Maschinensatz an das Netz angeschlossen werden kann. Die Anlagekosten betragen hier einschließlich des Gebäudes und des gesamten Zubehörs etwa 300 M/kW. Bei Verwendung von raschlaufenden kompressorlosen Dieselmotoren erniedrigen sich diese auf rd. 200 M/kW. An einem Beispiel wurden die durch ein Dieselmotoren-Spitzenwerk erzielten Ersparnisse erläutert und gezeigt, daß sich in dem betrachteten Falle die Anlage in etwa 5 1/4 Jahren voll bezahlt macht. Zum Schluß wurden Richtlinien für den Bau von Dieselanlagen aufgestellt.

An der Aussprache, die sich an den Vortrag anschloß, beteiligten sich Ministerialdirektor Dr. Gleichmann, Berlin, Direktor Peucker der Elektrowerke, Berlin, Oberingenieur Gleichmann, Berlin, Direktor Rehmer der Bewag, Berlin, Direktor Mattersdorf, Hamburg. Die Aussprache ergab, daß die verschiedenen Mittel zur Kraftspeicherung alle zum Ziele führen; doch wird man im Einzelfall genau erwägen müssen, welcher Art der Speicherung der Vorzug zu geben ist, und die Wahl wird je nach den örtlichen und Betriebsverhältnissen und einer Reihe anderer Umstände verschieden ausfallen.

Das Programm der Nachmittagssitzungen war sehr reichhaltig. Es umfaßte die Gebiete der Kraftwerke, Kraftübertragung, Maschinen und Transformatoren, Industrieanlagen, Fernmeldetechnik, Elektrophysik, Installations-technik. Die Vorträgen berichteten in knapper Form über die neuesten Fortschritte in Industrie und Forschung.

Von den technischen Besichtigungen ist zu sagen, daß sie Gelegenheit boten, verschiedenartige Werke, wie die Deutschen Werke A.-G., Anschütz & Co., Neumühlen, Kraftwerk Wik, Schleusenanlage Holtenu und Funkspracheinrichtung Friedrichsort, Fried. Krupp Germaniawerft, A.-G., und auch einige Kriegsschiffe zu besichtigen.

[N 678]

Wgm.

⁴⁾ s. Z. Bd. 70 (1926) S. 818 u. 1109.

Maschinenteile

Bemessung leichter Vorgelegewellen

Man ist in bezug auf konstruktive Durchbildung und Beanspruchung von Lagern, Kupplungen usw. in den letzten 25 Jahren einen großen Schritt vorwärts gekommen, während merkwürdigerweise die Berechnungsunterlagen für Wellen sich in ihrer alten Form bis heute erhalten haben. So kommen z. B. für ein leichtes Vorgelege, sei es nun ein Abtrieb von einer Haupttransmission, ein kleiner Gruppenantrieb oder ein Motorvorgelege, als Unterlagen für die Bemessung der Wellen neben Erfahrungswerten in den meisten Fällen die beiden Tafeln in Betracht, die in jedem technischen Handbuch zu finden sind. Nur in besonderen Fällen, z. B. bei Trieben mit hoher Umlaufzahl oder ungünstiger Lage, wird man auf Biegung und Verdrehung nachrechnen. Diese beiden Tafeln¹⁾, die schon vor mehr als 25 Jahren aufgestellt sind, galten ursprünglich nur für gewöhnliches Walzeisen und werden heute für Stahlgewellen angewandt, obwohl diese gegenüber dem alten Werkstoff etwa 50 vH höhere Festigkeit aufweisen. Allerdings besagt eine Fußnote, daß leichte und kurze Triebwerkwellen wesentlich höher beansprucht werden können, was jedoch meistens, wie die Erfahrung lehrt und die Anlagen zeigen, unterbleibt.

Für die erste Zahlentafel ist eine gleichmäßige Verdrehungsbeanspruchung von $k_d = 120 \text{ kg/cm}^2$ für alle Wellendurchmesser zugrundegelegt, obwohl nach Bach unter Berücksichtigung der Föppl'schen Überlegung schon für besten Stahl und richtungswechselnde Belastung für $k_d = 600 \text{ kg/cm}^2$ zugelassen ist²⁾. Mit Rücksicht auf die freie Wellenlänge zwischen zwei Lagern und der aus Riemen- und Seilzügen sich ergebenden Wellendurchbiegung jedoch wurde die zulässige Verdrehungsbeanspruchung derart niedrig gehalten. Der Wellendurchmesser gemäß der Tafel

entspricht der Formel $d = 14,4 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$.

Die zweite Tafel ist auf dem Gedanken aufgebaut, daß für lange Transmissionsstränge die Gefahr von Verdrehungsschwingungen besteht — tatsächlich können bei periodischen Kraftschwankungen Unterschiede der Umlauf-

zahlen von 10, 15 vH und mehr zwischen den beiden S enden auftreten. Diese so zu dämpfen, daß sie sich auswirken können, hat man eine größte zulässige Drehung der Welle von $\frac{1}{4}^\circ$ auf 1 m Länge fest. Die Werte dieser Tafel entsprechen der Formel

$$12 \sqrt[4]{\frac{N}{n}}.$$

Wie die Überlegung zeigt, nimmt mit L werdendem Wellendurchmesser die Verdrehungsbeanspruchung ebenfalls ab, derart, daß eine Welle mit Dmr. laut Tafel nur mehr mit $k_d = 43 \text{ kg/cm}^2$ belastet. Nachdem nun aber die langen Transmissionsstränge seltener werden, von den Gruppen- und Einzelantrieben weise verdrängt werden und für leichte Vorgelege, um die es sich hier handelt, die Tafel von vornherein scheidet, tritt daher die Daseinsberechtigung der Tafel und mehr in den Hintergrund; denn leichte, kurze V leitungen mit ihren kleinen umlaufenden Massen auch bei hohen Drehzahlen nicht zu Verdrehungsschwingungen. Die Resonanzschwingungen jedoch können durch kurze Lagerabstände unterbunden werden.

Es sind bereits Arbeiten im Gange, die die bis jetzt teils theoretisch erfolgte Behandlung der Welle durch Auswertungen von Dauerversuchen, die von g Bedeutung sind, ergänzen sollen. Ob und wieweit d herigen Ansichten über Biege- und Verdrehungsbeanspruchung aufrecht erhalten bleiben können, wird sich nach zeigen. Da jedoch der Zeitpunkt der Veröffentlichung noch nicht festliegt, sei durch nachstehende Überlegung versucht, einen vorläufigen Ausweg zu finden.

Es hat sich erst eine der Triebwerke bauenden de Firmen entschlossen, in ihren Katalogen Berechnungslagen anzugeben, die für Stahlgewellen zeitgemäß beim Beanspruchungen zulassen. Die Tafel bringt Zahlen, ein Wert für k_d von 315 kg/cm^2 zugrunde gelegt ist, na

Formel $d = 9,6 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$.

Zum Vergleich hiermit sei angegeben, wie sich verene andre Länder zu der Frage der Wellenberechnung s. In Holland hat die Hoofdkommissie voor de Norma in Nederland versucht, die beiden Gedanken des größt lässigen Verdrehungswinkels und der größten zulä Verdrehungsbeanspruchung zu vereinigen in der l

$$d = 11,4 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$$

und damit brauchbare Werte erhalten.

Für sehr leichte und stoßfreie Triebe ohne ne werte Biegungsbeanspruchung können die Werte der bis zu 60 vH überschritten werden. Im ersten Fall eine Welle von 25 mm Dmr. für $k_d = 80 \text{ kg/cm}^2$, im z Falle 130 kg/cm^2 zugelassen.

In Amerika nimmt man auf den Verdrehungs keine Rücksicht, ja, man geht mit der zulässigen drehungsbeanspruchung nach unseren Anschauungen weit. Es gibt drei Tafeln, deren Übertragungswert wie 4 : 6 : 10 verhalten, mit $k_d = 170$, $k_d = 270$ und 420 kg/cm^2 für schwere und schwerste, normale und Beanspruchungen. Es sei dahingestellt, ob derartig anspruchungen nicht die Lebensdauer der Wellen zu verkürzen; aber andererseits Anlagen zu schaffen, die für die Ewigkeit bestimmt sind, dies jedoch ihrer St nach zu sein scheinen, ist unter den heutigen wirt lichen Verhältnissen ein Luxus.

Es ist natürlich nicht gleichgültig, ob eine Wel 200 oder 2000 Uml./min bei gleicher Verdrehungsbea chung läuft; denn im letzten Fall, unter gleichen Be verhältnissen, altert die Welle zehnmal schneller. Hi werden später die im Gange befindlichen Untersuch Auskunft geben.

In Abb. 1 ist die neue deutsche Berechnungsa den alten deutschen sowie amerikanischen und holländ für normale und größte Belastungen verglichen.

Der Maßstab der Ordinate ist zwecks größerer lichkeit unterteilt, für 25 bis 40 mm Wellendurchmes er fünfmal größer als für 40 bis 70 mm Wellendurch Alle Werte gelten für $n = 100 \text{ Uml./min}$.

Den wirtschaftlichen Vorteil der neuen Berec gegenüber der bisherigen zeigt das folgende Beispiel Vorgelege, 5000 mm lang, in Hängelagern mit 500 mm ladung, soll bei ruhigem Betrieb 22 PS mit 300 Un übertragen.

Nach der alten Tafel 2 (zulässiger Verdrehungs $\frac{1}{4}^\circ$) ergibt sich ein Wellendurchmesser von 65 mm, d dieses Maß den DINormen nicht entspricht, auf 70 m ändert wird. Dies macht nicht viel aus, da die g Lagerbauart für diese Bohrungen verwendet wird Lagerentfernung ergibt sich nach der Hütte mit 200 2500 mm, je nach Lage der Scheiben.

¹⁾ „Hütte“, 25. Aufl., II. Bd. S. 129 u. 130.²⁾ „Hütte“, 25. Aufl., I. Bd. S. 550.

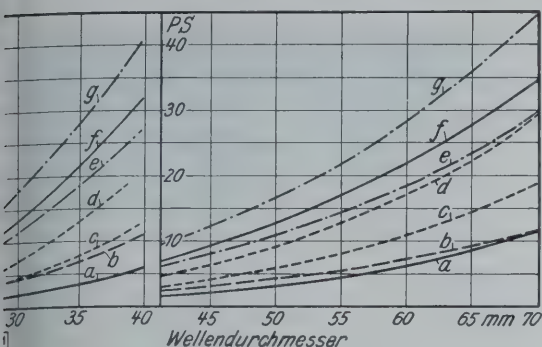


Abb. 1
verschiedene Berechnungsarten leichter Vorgelegewellen
normalen und größten Belastungen und $n = 100$ Uml./min
a Werte der deutschen Tafel für gleichbleibenden
Verdrehungswinkel $1/40$
b Werte der deutschen Tabelle für gleichbleibende
Verdrehungsbeanspruchung $k_d = 120 \text{ kg/cm}^2$
c normale holländische Beanspruchungen
d höchste
e normale amerikanische Beanspruchungen
f neue deutsche Tafel
g höchste amerikanische Beanspruchungen.

nach der neuen Tafel, die $k_d = 315 \text{ kg/cm}^2$ zuläßt, findet
man einen Wellendurchmesser von 40 mm, für diesen ergibt
sich ein Lagerabstand mit 1500 bis 1750 mm.
In dem einen Fall braucht man also für eine Welle
von 40 mm Dmr. und 5000 mm Länge 150 kg, für drei Hänge-
lager von 70 mm mit 500 mm Ausladung rd. 140 kg, ins-
gesamt 290 kg, oder bei einem nach unten abgerundeten
Wellendurchmesser von 60 mm ergibt sich entsprechend 210 kg
Transmissionen.

Demgegenüber braucht man im zweiten Fall für eine
Welle von 40 mm Dmr. und 5000 mm Länge 49 kg, für
Hängelager dazu von 500 mm Ausladung rd. 61 kg,
insgesamt 110 kg Transmissionen.

In nach den althergebrachten Tafeln bemessener leicht-
ellenstrang kostet rd. 100 vH, mehr als notwendig
um die ausreichende Betriebsicherheit zu erhalten.
Kommt noch die laufende Ersparnis an Energie und
bei leichter Bemessung erzielt wird.

in-Karlshorst [M 531]
Dipl.-Ing. v. Tauffkirchen-Wiedemann.

Energieumformer

Schwingengerät für medizinische Zwecke

Der Verwendungszweck des im folgenden beschriebenen
Gerätes liegt auf medizinisch-hygienischem Gebiet. In ihm
werden sehr rasch aufeinanderfolgende Stöße (Pulsa-
tionen) von regelbarer Stärke durch unmittelbaren Antrieb,
ohne Übertragung durch Bewegungsmechanismen, her-
gerufen. Ich hatte an der Technischen Hochschule Char-
burg Gelegenheit, die Konstruktion, die von Dr. med.
H. W. (Berlin) ausgearbeitet worden ist, auf ihre Wir-
kungsweise hin zu untersuchen.

Das Gerät, Abb. 2, besteht im wesentlichen aus einem
zylindrischen Gußstück, oben glockenartig geformt, unten
röhrenförmig, das mit Zu- und Abflußstutzen versehen ist
und durch eine 3 mm dicke, sehr elastische Gummimembran,
über den oberen Teil gespannt ist, abgedeckt wird.
Durch den Abflußstutzen wird an eine gewöhnliche Druckwasser-
leitung angeschlossen, der andere Zapfen erhält einen $1\frac{1}{2}$ m
langen Schlauch, der das abfließende Wasser aufnimmt und
abführt. Das Mundstück enthält in seinem oberen Teil
symmetrisch zur Achse angeordnete Bohrungen a von
40 mm Dmr., die den glockenförmigen Hohlraum des Guß-
stückes an seiner höchsten Stelle mit dem Außenraum ver-
binden. Das Druckwasser indessen, das vom Zuflußstutzen
in den Hohlraum gelangt, tritt durch diese Bohrungen
ins Freie, sondern wird durch die darüber gespannte
Membran b gezwungen, diese zu heben, um über den obersten
Rand des Mundstückes bei c in den weiten, nach unten
röhrenförmig verengten Abflußquerschnitt zu gelangen.

Wird das Gerät an eine gewöhnliche Wasserleitung an-
geschlossen, so beginnt die Membran zu schwingen. Er-
reicht man die normale, etwa 3 mm dicke Gummimembran
mit dünneren, äußerst dehnbaren Gummi, dessen Bewe-
gungen man dank der größeren Amplitude bequem mit den
Augen beobachten kann, so zeigt sich folgendes bis zum
Einstreten der Schwingungen. Bei vorsichtigem Öffnen des
Ventils tritt zunächst der Raum unter der Mem-
bran mit Wasser (indem die Luft über den Rand bei c in

den Abfluß entweicht). Bei steigendem Drucke wird sodann
der gewölbte Teil der Membran immer stärker nach außen
gedrängt, schließlich tritt ein kritischer Punkt ein, wo der
mittlere Teil abgehoben wird, die Membran ihre Ruhelage
verläßt und in rasche Schwingungen gerät, die sich als
Auf- und Abwärtsbewegungen mit großer Amplitude und
Stärke darstellen.

Eine nähere Betrachtung der wesentlichen Teile des
Gerätes zeigt, daß das Zustandekommen der Membranbewe-
gung durch Ventilwirkung zu erklären ist. Die Membran,
die im Ruhezustand auf dem kreisförmigen Rande c auf-
liegt, trennt den durch die vier Bohrungen a gebildeten Zu-
flußquerschnitt von der Öffnung des Abflußstutzens; das
durch a unter die Membran tretende Druckwasser kann nur
dann in den Abfluß gelangen, wenn die Membran sich hebt
und bei c einen ringförmigen Spaltquerschnitt freigibt,
dessen Größe unmittelbar verhältnismäßig der Membran-
erhebung zunimmt. Der Abflußquerschnitt ist also ent-
sprechend der Membranbewegung veränderlich, während der
Querschnitt der zufließenden Wassermenge gleichbleibt. Soll
genau so viel Wasser abfließen wie zufließt, so müssen
beide Querschnitte gleich sein. Eine einfache Rechnung
zeigt, daß diese Bedingung für eine Membranerhebung
 $x = 0,33 \text{ mm}$ erfüllt ist. Wird x durch Drucksteigerung
(Regeln am Wasserhahn) vergrößert, so muß die bei c in 1 s
überfließende Wassermenge plötzlich größer werden als die
bei a eintretende, d. h. bei c tritt gegenüber a eine Druck-
verminderung ein, die Membran fällt zusammen. Dadurch
sinkt x unter den Wert 0,33 mm, es tritt von neuem Druck-
erhöhung ein, die Membran wird hochgeschleudert usw.

Zur Nachprüfung der angeführten Überlegungen wur-
den umfangreiche Versuche angestellt, aus denen die Rich-
tigkeit der vorgetragenen Auffassung hervorgeht. Insbe-
sondere läßt sich durch Versetzen der Öffnungen a leicht
nachweisen, daß keinesfalls eine „Strahlwirkung“ vorliegt,
d. h. daß Strahldruck als Schwingungserreger nicht in Frage
kommen kann. Änderungen in der Form des Mundstückes
haben auf die Ausbildung der Ventilwirkung nur dann
einen Einfluß, wenn sich nicht an den Druckwasserraum
unmittelbar der ganze Abflußquerschnitt anschließt, so daß
das Druckwasser sofort Atmosphärendruck annehmen kann.

Mit Hilfe einer Versuchseinrichtung war es möglich,
den zeitlichen Verlauf der Membranbewegung filmphotogra-
phisch festzuhalten. Abb. 3 und 4 zeigen die Bewegung des
Membran-Mittelpunktes in Abhängigkeit von der Zeit als
Begrenzung einer hellen Fläche auf dunklem Grunde.

Aus der darüber gezeichneten Schwingungslinie einer
geeichten Stimmgabel läßt sich die Frequenz der Membran-
Schwingung ermitteln. Sie beträgt für Abb. 3 110 Per./s,
für Abb. 4 52 Per./s. Die Aufnahme nach Abb. 3 stellt eine
Schwingung mit sehr kleiner Amplitude (bei geringem
Druck) dar, Abb. 4 entspricht dem normalen Betrieb bei
vollem Druck. Die 16 Aufnahmen, die insgesamt gemacht
wurden, zeigen im wesentlichen die Form der Abb. 4, nur
unterschieden durch Frequenz und Größe der Ausschläge.

Die annähernd reine Sinusschwingung von Abb. 3 ent-
spricht dem, was man (nach dem oben Gesagten) zunächst
erwarten sollte; daß sie nur bei sehr kleiner Amplitude er-
halten wird und daß die normale Schwingung die ver-
wickelte Form von Abb. 4 annimmt, erklärt sich daraus, daß
wir es nicht mit einem ebenen, starren Ventilteller zu tun
haben, sondern mit einer körperlichen, überall dehnbaren
Membran.

Die Versuche werden unter Berücksichtigung weiter-
gehender mehr theoretischer Fragen zur Deutung der Schwin-
gungsform, insbesondere zur Klärung der energetischen Zu-
sammenhänge zwischen Erregung und aufnehmendem Ener-

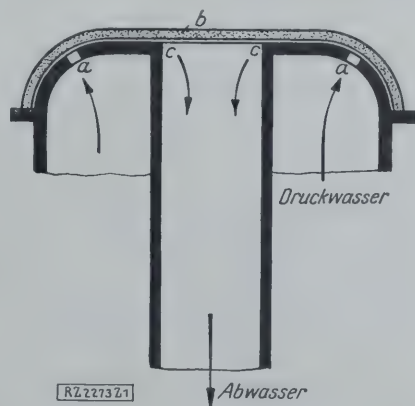
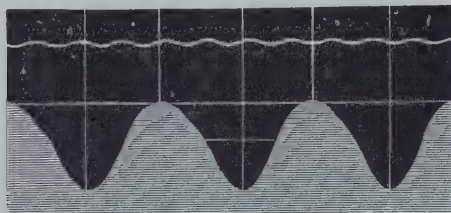


Abb. 2
Schema eines durch
Druckwasser
betriebenen
Schwingengerätes

- a symmetrisch zur
Achse angeordnete
Bohrungen
- b elastische Membran
- c oberer Rand des
Mundstückes

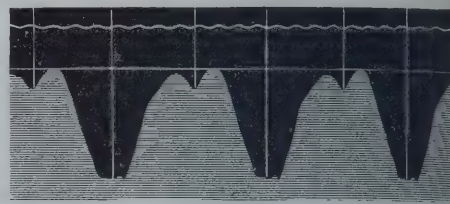
[RZ 2273 Z 1]



[RZ2273Z2]

Abb. 3. 110 Per/s

Bewegung des Membranmittelpunktes in Abhängigkeit von der Zeit, aufgetragen als Begrenzung einer hellen Fläche auf dunklem Grunde



[RZ2273Z3]

Abb. 4. 52 Per/s

giespeicher (der Membran) gegenwärtig fortgesetzt. Über den praktischen Teil der Konstruktion läßt sich sagen: Der Vorteil der Anordnung besteht darin, daß die Druckwasserenergie einer gewöhnlichen Wasserleitung unmittelbar in pulsierende Auf- und Abwärtsbewegungen von sehr rascher

Folge (50 bis 100 Per./s) umgesetzt werden kann. einen Aufsatz ist es möglich, die Bewegung der Membran auf einen Kolben zu übertragen, der die äußere Arbeit leistet.

Berlin [M 2273]

Dipl.-Ing. H. J. Günter

Kleine Mitteilungen

Zwischenüberhitzung durch Frischdampf

In nächster Zeit wird die erste amerikanische Turbine, die mit Zwischenüberhitzung durch Frischdampf arbeitet, im Crawford Avenue-Kraftwerk in Betrieb genommen werden. Es handelt sich um eine 90 000 kW-Turbine der General Electric Co., deren Hochdruckteil 35 000 kW und deren Niederdruckteil 55 000 kW leistet. Der Anfangsdruck beträgt 38,5 at, die Anfangstemperatur 385 °. Der aus dem Hochdruckteil austretende Dampf wird durch Frischdampf wieder auf 240 bis 250 ° überhitzt. Der wesentliche Vorteil dieses Verfahrens ist die Ersparnis an Anlage- und Ausbesserungskosten sowie die völlig gleichmäßige Temperatur des überhitzten Dampfes, die nur von der Satteldampf-temperatur des Frischdampfes abhängt. Ein Nachteil ist die verhältnismäßig geringe Überhitzung; da aber in diesem Falle der Dampf bis zur letzten Stufe im Überhitzungsgebiet bleibt und auch in der letzten Stufe die Satteldampf-grenze kaum unterschreitet, so genügt diese geringe Überhitzung und die wirtschaftlichen Vorteile überwiegen den thermischen Nachteil. („Power“ 23. August 1927 S. 288) [N 805 b]

Einzyylinder-Großdieselmotor

Die Fiat-Werke, Turin, haben seit mehr als Jahresfrist auf ihrem Prüfstand einen Einzyylinder-Großdieselmotor im Betrieb, der als doppeltwirkende Zweitaktmaschine mit Luftspritzung arbeitet und bei 840 mm Zyl.-Dmr., 1000 mm Hub und 150 Uml./min bis zu rd. 2000 PS leisten soll. Das Kennzeichen der Bauart ist die Steuerung der durch die Zylinderschlitze eintretenden Luft mittels eines Doppelsitzventiles, das gegebenenfalls durch ein selbsttätiges Ventil ersetzt werden soll, während die günstige Führung der Luft im Zylinder durch entsprechende Neigung der Spülluftkanäle sowie der Kolbenböden erreicht werden soll. Die Laufbüchse des Zylinders besteht aus vier Teilen. In den obersten und den untersten davon sind die aus Stahlguß hergestellten Deckel so tief eingesetzt, daß die verdichteten Enden der Laufbüchsen der unmittelbaren Einwirkung der Hitze entzogen werden. Die Erfahrungen mit diesem Versuchsmotor sollen bis jetzt gut sein. Der mechanische Wirkungsgrad beträgt allerdings nur rd. 75 vH, doch wird das damit erklärt, daß der Motor alle Hilfsmaschinen selbst antreibt. („The Engineer“ 2. September 1927 S. 261*) [N 805 c] H.

Große Diesellokomotive

Bei Fried. Krupp A.-G., Essen, ist zur Zeit für die Boston und Maine-Eisenbahn eine Diesellokomotive im Bau, die Anfang des nächsten Jahres zur Ablieferung kommen soll. Die 2 D 2-Lokomotive wird durch einen kompressorlosen, nicht umsteuerbaren Viertaktmotor von 1400 PS mit sechs Zylindern angetrieben, der auf die vier Treibachsen über eine hydraulische Anfahrkupplung und ein vierstufiges Zahnradgetriebe mit besonderer Umsteuerung für die Rückwärtsfahrt wirkt. Die Zugkraft bei der ersten Schaltstufe des Getriebes soll 23 t, die größte Fahrgeschwindigkeit 96 km/h betragen. Die Lokomotive, die auf zwei Drehgestellen läuft, ist also sowohl für Güter- als auch für Personenzüge geeignet. [N 805 h]

1 E 1-Lokomotive mit Satteltank

Die American Locomotive Co. hat jüngst für die Minarets und Western-Bahn eine 1 E 1-Lokomotive, deren Wasser-Vorratsbehälter als Satteltank ausged. h. oben und an den Seiten um den Kessel herum gelegt ist. Man nutzt auf diese Weise den Platz über dem Kessel gut aus, erschwert aber dem Führer die Sicht auf die Strecke. Bereits früher sind 1 D 1-Lokomotiven mit Satteltank auf der Strecke der Minarets und Western erfolgreich gelaufen.

Die neue 1 E 1-Lokomotive übt 24 000 kg Zugkraft bei 275 m² Gesamtheizfläche, 120 t Gewicht und 16 at Seldruck. [N 805 d]

Versuche mit Lokomotivsteuerung

Unlängst wurden bei der London-Midland and Southern Railway Vergleichversuche zwischen einer mit Beardmore-Caprotti-Steuerung und einer mit gewöhnlicher Steuerung ausgerüsteten 2 C-Heißdampflokomotive ausgeführt. Versuche, die sich auf der Strecke Crewe-Euston und zurück an verschiedenen Tagen abspielten, ergaben im mittleren Kohlenverbrauch von 20,2 g/tkm für die Beardmore-Caprotti-Steuerung ausgerüstete Lokomotive 28 g/tkm für die andere. („Engineering“ 2. September 1927 S. 292*) [N 805 e]

Einkabelige Drahtseilbahn mit selbsttätiger Fortbewegung an der Entladestelle

Durch eine besondere Vorkehrung kann man eine Drahtseilbahnwagen ohne Aufenthalt an der Entladestelle entladen und somit eine menschliche Kraft für das Abstoßen sparen. Da die Geschwindigkeit des Wagens dem Seil mit 2 m/s für ein Entladen ohne Unterbrechung der Fahrt zu groß ist, wird der Wagen um das Rad der Entladestelle über eine Schiene geführt. Zur Bewegung dient hier eine Gliederkette, die ihren Antrieb durch eine besondere Übersetzung vom Antriebszugseil erhält. Gegen diese Kette wird durch die Wirkung ein nur in einer Richtung drehbares Rad entsprechenden Aussparungen am Umfang gedrückt, freihängend am Fahrgestell des Drahtseilbahnwagens gebracht ist.

Die Reibung zwischen Rad und Kette wirkt so bremsend, bis auch der Wagen die Geschwindigkeit von 0,2 m/s angenommen hat, bei der die Entleerung stat. Sodann wird der Wagen von der Kette mitgenommen. Nachdem die Kette sich wieder vom Rad gelöst hat, hält die Führungsschiene kurz vor dem Ende der Entladestelle eine Abwärtsneigung, so daß der Wagen mit höherer Geschwindigkeit auf das Seil gelangt.

Die Einrichtung ist bei einem englischen Bergwerk in Betrieb, von dem die Drahtseilbahn mit 75 Wagen Kohlen zu einer 3,2 km entfernten Eisenbahnlinie führt. Die Wagen fassen je 0,37 t, sie folgen sich in rd. 10 m Abstand. Zum Antrieb dient ein 25 PS leistender Motor. („The Engineer“ 2. September 1927 S. 262*) [N 805 g]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

gwerkmashinen. Herausgeg. von Hans Bansen. : Die Schachttförmashinen. 2. Aufl. Bearb. von Schmidt u. Ernst Förster. 2. T.: Die Dampfmaschinen. Von Fritz Schmidt. Berlin 1927, Julius ger. 291 S. m. 231 Abb. Preis 15 M.

dem vorliegenden zweiten Teile steht der erste, chienene, von demselben Verfasser herrührende Teil indung, der die Grundlagen des Fördermaschinen-behandelt. Auf diesen Teil sei wegen der Mechanik achtförderung, wegen der allgemeinen Anordnung messung der Fördermaschinen, wegen Seilgewicht-hes und Seilrutes, wegen der Förderseile selbst, ler Gestaltung der Treibscheiben und Seiltrommeln, er Geschwindigkeits- und Teufenzeiger usw. verwiesen. zweiten Teile sind der gesamte Aufbau und die sten Einzelheiten der Dampf Fördermaschinen dar-

Voran stehen die Steuerungen, insbesondere die rschenden Nockensteuerungen, deren verschiedene n eingehend dargestellt und gewürdigt sind. Weiter die Bremsen und die Bremsdruckregler behandelt. isführliche Darstellung haben die Sicherheits- und rrichtungen, insbesondere die Fahrtregler, erfahren. der dargestellten Fahrtregler würden allerdings der Bergpolizeiverordnung für die Seilfahrt nicht ent-n, die beim Erscheinen des Buches noch nicht vor-hatte. Auf Einzelheiten des Zylinderaufbaues ist rs eingegangen. Der Gesamtaufbau der Dampf för-mahinen ist durch viele Ausführungsbeispiele veran-ht. Die Wirtschaftlichkeit der Dampf Fördermaschine gehend gewürdigt. Über das einschlägige Schrift-lehrt ein eingehendes Verzeichnis. Das Buch bietet ute, umfassende Übersicht über die Bestrebungen istungen des heutigen Dampf Fördermaschinenbaues. bildungen sind gut.

38]

Hoffmann

te des Werkzeugmaschinenbaues. Von Max Coenen. n 1927, Julius Springer. 146 S. m. 297 Abb. Preis

s der Fülle des Stoffes kann ein Buch dieses Um-richt mehr als einen Abriß geben; denn die Zeit, da e Metallbearbeitungsmaschinen in einem erschöpfen-melwerk behandeln konnte, ist vorbei. Trotzdem an erfreut fest, daß einige Kapitel (die Zerspanungs-gen, der Leistungsbedarf, die Getriebe) das Wich-ron dem bringen, was überhaupt zu sagen ist. Die n Forschungsergebnisse sind berücksichtigt, so daß is Buch als gründlich und neuzeitlich bezeichnen Einige Teile (Schleifscheiben, Pressen, Spannmittel) as dürtiger weggekommen, als erwünscht wäre; ein Dutzend Seiten mehr würden diese Lücke füllen n Preis des Buches nicht unzulässig steigern. Die lichkeit und Lesbarkeit würde gewinnen, wenn pitel besser unterteilt und die einzelnen Teile durch ick der Kennworte hervorgehoben würden. Auch n sich einige Kapitel etwas sehr in der Beschrei-on Beispielen; hier würde durch knappe Aufzählung ichtspunkte am Anfang oder am Ende jedes Kapitels wonnen werden.

dem Satz des Vorworts: „Nachdem in den letzten ie Fertigung im Vordergrund des Interesses ge-hat, wird es Zeit, sich wieder mehr mit der Kon-on zu befassen“, kann man sich aber nicht ganz tanden erklären. Im Werkzeugmaschinenbau sind ktion und Anwendung (also Fertigung) so inein-verwirrt, daß von einer zeitlichen Verschiebung überhaupt nicht die Rede sein dürfte. Und die Kon-onen sind in Deutschland in den letzten zwei Jahren (erika auch vorher) recht tüchtig vorwärts gekom-Vielleicht wären gerade hier Hinweise angebracht, chen Punkten die Werkstattauführung der Maschi-e und da zu wünschen übrig läßt.

s Buch ist nicht nur den Studierenden, sondern auch ktischen Werkzeugmaschinenleuten (Konstrukteuren triebstechnikern) zu empfehlen.

34]

Buxbaum

nen-Untersuchungen. Von Anton Staus. 1. Bd.: aulik in ihren Anwendungen. 2. Aufl. Berlin 1926, s Springer. 196 S. m. 131 Abb. Preis 10,50 M.

r Leser dieses Buches wird schon nach dem Durch-eniger Seiten erkennen, daß hier ein im Meßwesen ner Ingenieur und ein erfahrener Lehrer zu ihm Der erste, allgemeine Teil bringt praktische An-

gaben über Art, Aufschreibung und Auswertung von Beobachtungen, über den Gebrauch des Planimeters, ferner Angaben über Zeitmessungen und über Bremsdynamometer (leider fehlt die in Amerika gebräuchliche und bewährte Bauart von Alden). Sehr dankenswert ist eine kurze Darstellung der Anfangsgründe der Theorie der Beobachtungsfehler und Fehlerausgleichung, die, wie der Verfasser zutreffend bemerkt, von den Maschineningenieuren noch zu wenig beachtet wird.

Im zweiten Teil werden Verfahren der Wassermessung und Leistungsversuche an Turbinen und Pumpen besprochen. Nach Ansicht des Berichterstatters wird dabei allerdings den Überfallmessungen eine zu große Genauigkeit zugetraut: die erheblichen Abweichungen der von den verschiedenen Beobachtern ermittelten Beiwerte mahnen zur Vorsicht, ebenso wie die neuerdings festgestellte Tatsache, daß Überfälle gegen ganz geringe Änderungen im Zustande des zu strömenden Wassers sehr empfindlich sein können. Daß die „Gibson-Methode“ und die „Salz-Geschwindigkeitsmethode“ von Allen nicht erwähnt werden, ist erklärlich, da sie in Europa bisher kaum Anwendung gefunden haben; aber der Venturi-Messer hätte wohl Berücksichtigung verdient. In ganz ausgezeichnete und die letzten Erkenntnisse berücksichtigender Weise wird die Wassermessung mit Flügeln behandelt.

Das vortreffliche Buch zeichnet sich auch durch eine sehr klare Darstellung aus, und seine Benutzung kann wärmstens empfohlen werden. [E 639] D. Thoma

Die Kraftfelder in festen elastischen Körpern und ihre praktische Anwendung. Von Th. Wyss. Berlin 1926, Julius Springer. 368 S. m. 432 Abb. u. 35 Taf. Preis 25,50 M.

Das vorliegende Buch ist, wie der Verfasser in der Vorrede sagt, als Fortsetzung seiner Untersuchungen der Spannungen an Knotenblechen¹⁾ anzusehen. Dort hatte sich gezeigt, daß die Kraftlinien (Trajektorien) einen vorzüglichen Einblick in das Arbeiten des Baustoffes geben. Hier soll nun Physikern und forschenden Ingenieuren der gesamte Stoff, der bis jetzt über die in Frage kommenden Kraftfelder vorliegt, einheitlich geordnet und zusammenge stellt, an die Hand gegeben werden, um sie auf dies Gebiet hinzuweisen, das außerordentlich fruchtbar zu werden verspricht. Das Buch ist gegliedert in einen allgemeinen, einen speziellen und einen Versuchsteil.

In diesem, für die Ingenieure wichtigsten Abschnitte, werden auch die Ergebnisse einiger neuer Versuche mitgeteilt und sogar ein Verfahren zur Berechnung der Spannungen mittels der Kraftfelder entwickelt.

Bei einem Werke, das, wie das vorliegende, rein wissenschaftliche Ziele verfolgt, wäre es verkehrt, zu fragen, was kann man mit den vorgetragenen Dingen anfangen. Für den praktisch tätigen Ingenieur ist das Buch aber auch nicht bestimmt. Denn die für die Praxis fast allein wichtige Spannungsermittlung ist nach diesen Verfahren selbst da, wo die Kraftfelder mit genügender Genauigkeit angegeben werden können, noch so umständlich, daß sie für die Praxis nicht in Frage kommt. Trotzdem wäre zu wünschen, daß sich die Praktiker mehr, als es wohl der Fall sein wird, in das Buch vertiefen möchten — sie werden reiche Anregungen daraus gewinnen.

Der Verfasser hat sich unzweifelhaft ein großes Verdienst erworben, den gesamten bisher vorliegenden Stoff, der in oft schwer zugänglichen Arbeiten zerstreut war, hier übersichtlich zusammengetragen und durch eigene Arbeit theoretisch und praktisch erheblich ausgebaut zu haben. Er hat damit der Versuchsforschung neue Wege gewiesen, die sicher auch für die Praxis zu wichtigen Erkenntnissen führen werden. Es täte deshalb dem Werte des Buches keinen Abbruch, wenn sich einzelne Ableitungen oder Deutungen der Versuche nicht haltbar zeigen sollten.

[E 359]

Müllenhoff

Flugzeugbau und Luftfahrt, 3. H.: Der Bau des Flugzeuges. Von E. Pfister. 3. T.: Rumpf und Fahrwerk. Charlottenburg 1926, Volckmann Nachf. 64 S. m. 133 Abb. Preis 2 M.

Flugzeugbau und Luftfahrt, 4. H.: Grundlagen der Fluglehre. Von E. Pfister. 1. T.: Luftkräfte. Berlin-Charlottenburg 1927, Volckmann Nachf. 87 S. m. 59 Abb. Preis 2,50 M.

¹⁾ Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure, Nr. 262.

Im Gegensatz zu den meisten vorhandenen Luftfahrt-Lehrbüchern — von allgemeinverständlichen Werbewerken sei hier abgesehen — ist die Sammlung Flugzeugbau und Luftfahrt für einen weiteren Leserkreis, vor allem für den jungen Praktiker bestimmt; sie wird erfreulicherweise rasch fortgesetzt.

Von der ersten Reihe: „Der Bau des Flugzeuges“, deren zweites Heft (Tragwerkverspannung und Leitwerk) ich hier¹⁾ ausführlich besprochen habe, liegt das abschließende Heft über Rumpf, Fahr- und Schwimmgestelle vor, mit vielen Skizzen, die den allgemeinen Aufbau des Flugzeuges, die verschiedenen Arten der Flügel- und Triebwerkanordnung, die Gestaltung der Rümpfe, ihre Beanspruchung und Festigkeitsberechnung, den Motoreinbau, die Kraftwirkungen, Ausbildung und Abfederung des Fahrgestells sowie der Schwimmer zur Erläuterung des Textes veranschaulichen. Auf die zahlreichen Berechnungsbeispiele im Text, in ausführlichen Zahlentafeln und im Anhang sei besonders hingewiesen.

Mit dem vierten Heft der Sammlung beginnt eine zweite Reihe, die Fluglehre in einfacher Darstellung. Zur Vorbereitung der Tragflügeltheorie und der Flugzeugmechanik (Gleichgewicht und Stabilität), die später in Heft 5 und 6 erscheinen sollen, wird zunächst die Lehre von den Luftkräften in recht klarer Form dargestellt: Luftdruck und Luftdichte; Modellmessungen im Windkanal, Luftwiderstand, Strömungsmeßgeräte, Staudruck, auch die Reynoldssche Zahl; Strömungsformen, Kräfte und Momente am Tragflügel; Lilienthals Polare, Gleitzahl und Druckpunktwanderung, sogar die Druck- und Auftriebsverteilung längs der Tragflügeltiefe und Spannweite. Das alles ist, zum Teil mit ganz einfachen Rechenbeispielen, Schritt für Schritt aufgebaut in einer Form, an der auch der Sonderfachmann dieses Gebietes, trotz dieser und jener Einzelheit, die ihm änderungsbedürftig scheint, seine Freude haben kann. [E 702] Everling

50 Jahre Württembergischer Ingenieur-Verein. 1877—1927. Erinnerungsblätter zur Feier des 50jährigen Bestehens des Württembergischen Ingenieur-Vereins. 212 S.

Diese mit großer Sorgfalt zusammengestellte Schrift gibt ein erschöpfendes Bild aus dem Leben des Württembergischen Bezirksvereines des V. d. I. Darüber hinaus zeigt sie die wesentlichsten Züge aus der Technik dieses Landes, deren bedeutende Persönlichkeiten, wie Graf Zeppelin, v. Bach, v. Eyth, Maybach u. a., in irgendwelchen mehr oder weniger engen Beziehungen zum Württembergischen Bezirksverein standen. Die mit kaum zu überbietender Gründlichkeit aufgestellte Liste der Versammlungen, Vorträge, Ausflüge und sonstigen Veranstaltungen zeigt insbesondere die Vielseitigkeit in den Bestrebungen dieses Bezirksvereines und gibt andern Bezirksvereinen sicherlich manche wertvolle Anregung. Der ganzen Schrift ist zu entnehmen, daß im Württembergischen Bezirksverein mit seinen nunmehr etwa 1400 Mitgliedern ein reger Geist des Fortschrittes lebt. [E 758] Gs.

The Locomotive of to-day. London 1927, The Locomotive Publishing Co., Ltd. 316 S. m. 64 Abb. Preis 5 sh.

Das vorliegende Buch behandelt rein beschreibend die Elemente des Lokomotivbaues nach dem neuesten Stande. Es ist unter Mitwirkung von ersten Fachleuten vollständig neu bearbeitet worden und enthält folgende Hauptabschnitte: Kessel mit Armaturen, Maschine mit Laufwerk und Steue-

rung, Rahmen und Tender. In einem Schlußabschnitt auf Sonderbauarten nach Mallet, Garrat, Fairlie usw. gewiesen.

Berechnen und Entwerfen von Turbinen- und Wass-Anlagen. Neubearb. von E. Glunk. 4. Aufl. von Berlin 1927, R. Oldenbourg. 187 S. m. Preis 10,50 M.

Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau, 10. Bauteile der Dampfturbinen. Von Georg Karra lin 1927, Julius Springer. 99 S. m. 143 Abb. Preis 4 M.

Versuchsfeld für Maschinenelemente der Technischen Schule zu Berlin, 7. H.: Untersuchung von Schmelztrieden. Von Rudolf Cruson. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 27 S. m. 26 Abb. Preis 4 M.

Die Speisewasservorwärmung mittels Kesselabgasen. Curt Rühl. Wittenberg (Halle) 1927, A. J. 276 S. m. 152 Abb. u. 30 Taf. Preis 14 M.

Moderne Verhüttung von Altmetallen und Rückgewinnung. Von Richard Thews. Berlin 1927, Joachim 170 S. m. 39 Abb. Preis 21 M.

Die Betriebspraxis der Eisen-, Stahl- und Metallurgie, 4. H.: Über das Schmelzen der wichtigsten technischen Nichteisen-Metalle und Nichteisenmetall-Legierungen. Von Willi Claus. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm 108 S. m. 44 Abb. Preis 6,80 M.

The Fatigue of Metals. Von H. F. Moore and J. K. Commins. New York und London 1927, McGraw-Hill Book Company, Inc. 326 S. m. 102 Abb. Preis 10 M.

Die Schwelung von Braun- und Steinkohle. Von Thau. Zugleich 2. Aufl. von „Braunkohlen-Schwelung“. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 72 S. m. 411 Abb. Preis 52 M.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 291. H.: Untersuchungen über den Einfluß des Schmieröls auf die Zähigkeit von Ölen und seine Bedeutung für die Schmiertechnik. Von S. Kießkalt. Berlin 1927, VDI-Verlag. 14 S. m. 8 Abb. Preis 3,50 M.

Thermodynamik und die freie Energie chemischer Systeme. Von Gilbert Newton Lewis u. Merle Randall. Übersetzt von Otto Redlich. Wien 1927, Springer. 598 S. m. 64 Abb. Preis 46,80 M.

Lehrbuch der praktischen Physik. Von Friedrich Schuster. 15. Aufl. Leipzig und Berlin 1927, Teubner. 832 S. m. 395 Abb. Preis 26 M.

Die Festigkeitslehre. Ein Lehrbuch zum Selbststudium. Herausgeg. von Alfred Holz. Bearb. von H. Beckers. Leipzig 1927, Moritz Schäfer. 208 S. m. 264 Abb. Preis 8 M.

Mehrstielige Rahmen. Von A. Kleinlogel. Berlin 1927, Wilh. Ernst & Sohn. 448 S. m. Preis 30 M.

Statische Berechnung der Pfahl-Systeme. Von H. Wünsch. Stuttgart 1927, Konrad Wittwer. 108 S. m. 73 Abb. Preis 8 M.

Elemente des Eisenbaues. Von Alfred Striebeck. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 104 S. m. Preis 3,80 M.

Mathematisch-Physikalische Bibliothek, Bd. 59/60: Graphie. Von Paul Luckay. 2. Aufl. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 108 S. m. 57 Abb. Preis 2,40 M.

Fränkische Handwerkskunst: Die Schwabacher Goldschmiedekunst. Von H. Krauß. Schwabach 1927, Ernst Uhl. 108 S. m. 24 versch. Abb. Preis 0,50 M.

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

	Seite	
Anwendung von Lademaschinen im Bergbau unter Tage. Von Fr. Prockat	1313	Rundschau: Die 32. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Kiel — Bemessung leichter Vorgelegewellen — Schwingen für medizinische Zwecke — Kleine Mitteilungen
Aufgaben und Ziele der Hochspannungselektrotechnik. Von E. Marx	1323	Bücherschau: Die Schachtfördermaschinen. Von F. Schmidt und E. Förster — Elemente des Werkzeugmaschinenbaues. Von M. Coenen — Maschinenuntersuchungen. Von A. Stauder — Die Kraftfelder in festen elastischen Körpern und ihre praktische Anwendung. Von Th. Wyss — Flugzeugbau und Luftfahrt, 3. und 4. Heft. Von E. Pfister — 60 Jahre Württembergischer Ingenieur-Verein — The Locomotive of to-day — Eingänge
Die unmittelbare Erzeugung des Eisens	1327	
Die Friedensbrücke zwischen Kanada und den Vereinigten Staaten von Amerika	1328	
Zur Theorie der Gasübertragung bei Diesellokomotiven. Von G. Lomonossoff	1329	
Stülps- und Kipperscheinungen bei elastischen Ringen	1332	
Zucker aus Trockenschnitzeln	1332	
Der Umbau von Wasserturbinen zur Erzielung größerer Wirtschaftlichkeit. Von O. Albrecht und R. Haas	1333	
Der Stand der Siebnormung. Von Förderreuther	1336	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS



71

SONNABEND, 24. SEPTEMBER 1927

NR. 39

Mechanische Weißwäschereien

Von Ing. Paul Liske, Düsseldorf-Rath

Der Waschvorgang — Die Maschinen der Waschküche Die Nachbehandlung — Wäschereianlage und Wäschereibetrieb

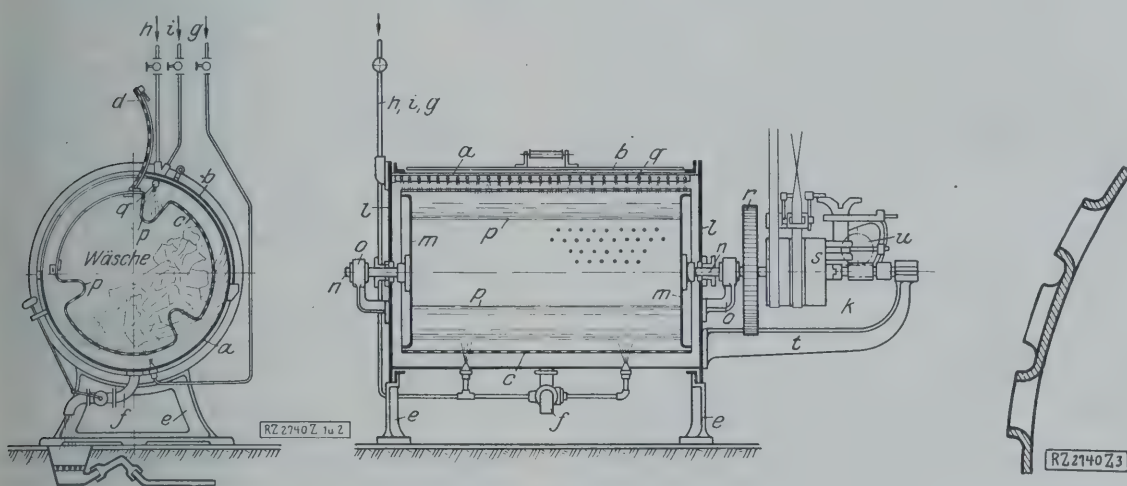


Abb. 1 und 2
Waschmaschine

- | | | | |
|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| a Außentrommel | f Laugenabfluß | l Außentrommelboden | q gelochtes Rohr |
| b Schiebedeckel | g Dampfzuführung | m Innentrommelboden | r Hauptzahnrad |
| c Innentrommel | h Kaltwasserzufuß | n Achsen | s Riemenscheiben |
| d Klappdeckel | i Warmwasserzufuß | o Lager | t Tragarm |
| e Füße | k Vorgelege | p Wulste | u Umsteuergetriebe |

Abb. 3

Durchlochung
der Innen-
trommel
einer Wasch-
maschine

Is besonderer Erwerbszweig haben sich die gewerblichen Wäschereien herausgebildet, die in den meisten Fällen fast alle Sorten Hauswäsche bearbeiten, sich aber auch z. T. als Hauswäscherei, wäscherei, Naßwäscherei, nur als Plätterei usw. bezeichnen. Man unterscheidet hierbei glatte Wäsche oder gelwäsche, wie z. B. Bettwäsche, Tischtücher, Servietten, Handtücher, ferner Leib- und Stärkewäsche, wie Hemden, Kragen, Manschetten, Vorhemden, Unterwäsche usw. Unter Naßwäschereien versteht man solche Anlagen, in denen die Wäsche nur gewaschen und handgetrocknet — nicht mehr tropfend — geschleudert wird; gegebenenfalls wird noch das Mangeln besorgt. Weiterbehandlung, besonders das Plätten, erfolgt im Maschinenbetrieb. Die maschinelle Plätterei, womit sich die gewerblichen Wäschereien in den meisten Fällen befassen, bedarf eigiger Sondermaschinen.

Eine zweite Art der Wäschereien sind die Anstaltswäschereien in den Krankenanstalten, Klöster, Heimen, Erziehungsanstalten, Waisen- und Irrenanstalten, Garnisonwaschanstalten, auch Gasthöfen usw. In diesen Wäschereien wird meist für den eigenen Bedarf gewaschen, wofür hauptsächlich glatte, also Mangelwäsche, in Frage kommt. Gasthofwäschereien gehen in der Regel auch zur Anschaffung von Plättmaschinen über, um die Wäsche der Gäste wieder in verwendbarem Zustand zu bringen.

An dritter Stelle sind noch die Neuwäschereien zu nennen. Diese Wäschereien werden in Wäschefabriken errichtet und haben den Zweck, neue Wäsche von dem Fabrikanten mitunter anhaftenden Schmutz und

der im Leinen haftenden steifen Appretur zu befreien. Hemden- und Kragenfabriken müssen natürlich noch Wert auf eine gut ausgebaute maschinelle Plätterei legen.

Der Waschvorgang

Besonders schmutzige oder fettige Wäsche kann man in besonderen hölzernen oder gemauerten Bottichen vorweichen. Gewerbliche Wäschereien machen im allgemeinen wenig Gebrauch davon. Die erste maschinelle Behandlung ist das Waschen in den Waschmaschinen, in denen gleichzeitig gekocht und gespült wird. Krankenhäuser verwenden zum Spülen gern noch eine besondere Spülmaschine, um möglichst duftige Bettwäsche zu erhalten. Die Wäsche wird in den Waschmaschinen vollkommen rein, nur selten sind Flecke mit der Hand nachzuwaschen. Nach dem Waschen wird die Wäsche in Zentrifugen ausgeschleudert und vom größten Teil des Wassers befreit, so daß sie sich mit der Hand fast trocken — handtrocken — anfühlt. Der Wassergehalt beträgt dann nur noch etwa 20 bis 25 vH. Die der Schleuder entnommene Wäsche muß nun zwecks Weiterbehandlung in glatte Wäsche und Stärkewäsche oder Leibwäsche getrennt werden. Die glatten Stücke werden auf die Dampfmaschine — bei kleinen Anlagen auch Gasmangel — gebracht und in diesen Maschinen zu gleicher Zeit völlig getrocknet und mit Glanz geplättet. Diese Wäsche ist also hiermit fertig und braucht nur noch gefaltet und verschickt zu werden.

Viel schwieriger gestaltet sich das Fertigstellen der anderen Stücke. Sie werden z. T. in einer besonderen Trockeneinrichtung völlig getrocknet, müssen z. T. ver-

schieden gestärkt werden und haben dann eine große Reihe verschiedenster Plättmaschinen, teils umlaufende Maschinen, teils Pressen zu durchlaufen; sie werden teilweise auch noch mit der Hand nachgebügelt. Der Arbeitsgang für ein Herrenhemd, nach dem Waschen, ist z. B. wie folgt: Stärken der Brust, des Bündchens, der Manschetten; darauf Pressen des Nackens, des Bündchens, der Manschetten, der Brust und des Rumpfes (jeder Vorgang auf einer besonderen Maschine) und schließlich Nachplätten der Ärmelfalten und Zusammenfallen mit dem Handbügelleisen. Sind noch nicht alle Maschinen angeschafft, so gibt es natürlich noch andre Wege. In manchen Fällen muß das Hemd erst in der Trockeneinrichtung gänzlich getrocknet werden.

Die Maschinen der Waschküche

Die Waschmaschine

Die Hauptbestandteile der Waschmaschinen, Abb. 1 bis 3, sind: Außentrommel *a* mit einem Schiebedeckel *b*, Innentrommel *c* mit dem Klappdeckel *d*, zwei Füße *e*, Laugenabfluß *f*, Dampfzuführung *g*, Kaltwasserzufluß *h*, Warmwasserzufluß *i*, das Vorgelege *k* zum Antrieb der Innentrommel.

Die Außentrommel hat zylindrische Form und ist an den Enden durch glatte Böden *l* abgedichtet, die mittels Winkelringes befestigt sind. Die Außentrommel besteht fast durchweg aus verzinktem Schmiedeeisen, sehr selten aus Kupfer oder Messing. Der Mantel ist etwa 2 bis 3 mm dick, der Boden rd. 5 bis 10 mm. Etwa ein Viertel des Umfangs ist als Öffnung über die ganze Länge ausgebildet und durch einen Schiebedeckel abschließbar.

Die Innentrommel, fast ausschließlich aus Kupfer, rd. 2 bis 3 mm dick, hat ebenfalls zylindrische Form und einen Ausschnitt für den Klappdeckel, der sehr gut schließen muß, damit die Wäsche nicht in den Schlitten hängen bleibt und zerreißt. Die Seitenböden *m* (aus Guß- oder Schmiedeeisen) sind kräftig ausgebildet und innen mit Kupferblech überzogen, so daß der ganze Innenraum nur Kupfer aufweist. An den Seitenböden sind die Achsen *n* befestigt, mit denen die Innentrommel in den Lagern *o* ruht, die an den Seitenböden der Außentrommel angebracht sind. Der Blechmantel der Innentrommel erhält drei meist aus dem ganzen Stück eingebogene Wulste *p*, die über die ganze Länge verlaufen. Das ganze Mantelblech, einschließlich Deckel, weist zahlreiche Löcher von 5 bis 10 mm Dmr. auf. Diese Löcher sind von innen nach außen stark abgerundet gestanzt, Abb. 3, damit die Innentrommel innen völlig glatt ist und nicht die geringsten scharfen Kanten aufweist.

Der Laugenabfluß muß reichlich groß gehalten werden, um ein rasches Entleeren zu ermöglichen. Entleert wird meist unmittelbar in einen Sinkkasten. Der Dampf tritt von unten in die Außentrommel und somit in die Lauge, die er zum Kochen bringt. Für den Eintritt des kalten und warmen Wassers ist oben in der Außentrommel ein längslaufendes gelochtes Rohr *q* eingebaut, damit das Wasser gleichmäßig verteilt von oben nach unten fließt.

Das Vorgelege ist meist für Riemenantrieb ausgebildet; es besteht in der Regel aus dem Hauptzahnrad *r*, einem Ritzel, den Riemenscheiben *s*, dem Tragarm *t*, an der Außentrommel befestigt, und dem Umsteuergetriebe *u*. Die Innentrommel muß nämlich jedesmal nach etwa sechs Drehungen ihre Drehrichtung wechseln. Das Umsteuern bewirkt das Umschaltgetriebe *u*, bestehend aus Schnecke und Schneckenrad mit Schleife, wodurch die Riemen nach bestimmten Zeitabständen verschoben werden.

Die Arbeitsweise der Waschmaschine ist wie folgt: Die Innentrommel wird lose mit der schmutzigen Wäsche gefüllt. Ist sie nachher mit Wasser getränkt, so nimmt die Wäsche ungefähr nur das halbe Volumen ein. Die Außentrommel nimmt die Lauge auf, und zwar so viel, daß die Innentrommel etwa handbreit eintaucht. Um Lauge zu sparen, wird man also den Zwischenraum zwischen Innen- und Außentrommel möglichst knapp halten. Die Wäsche wird beim Drehen der Innentrommel durch die Wulste *p* hochgehoben und schlägt wieder von oben in die Lauge jeweilig zurück. Gewaschen wird also durch Schlagen

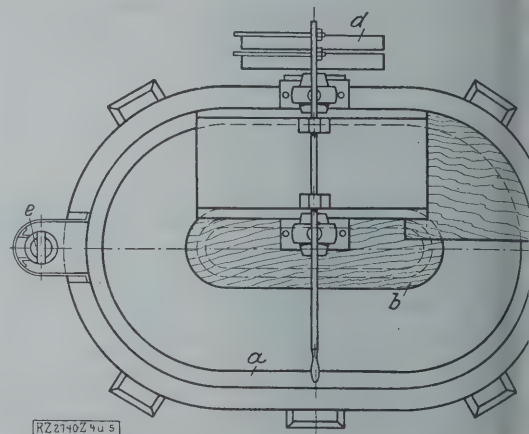
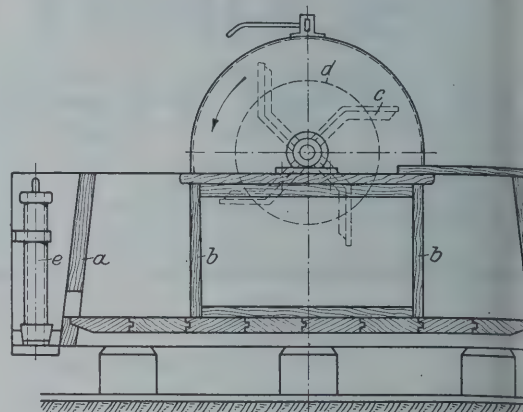


Abb. 4 und 5
Spülmaschine

a Holzbottich *b* Insel *c* hölzernes Schaufelrad *d* W
mit Fest- und Losscheibe *e* Abfluß des unreinen Was

und nicht durch Reiben, mithin auf denkbar schlechte Weise. Es ist also falsch, zu behaupten, daß die Wäsche durch die Maschinenbehandlung leidet. Das Wendeschneckenrad verhindert ein Zusammenballen der Wäsche. Sie würde sonst zerreißen und auch nicht sauber werden. Während des Waschens werden gleichzeitig Laugen und Wäsche mit Dampf gekocht. Nach dem Waschen wird die Wäsche in der Waschmaschine gespült, indem man die Lauge abläßt und zunächst warmes, dann kaltes Wasser von oben einführt, während sich die Trommel dreht. Bei kann das Wasser fast die halbe Trommel füllen.

Innentrommeln werden mit rd. 500 bis 1000 mm rd. 500 bis 2000 mm Länge ausgeführt. Sie fassen entsprechend rd. 10 bis 200 kg trockene Wäsche. Der Dampfbedarf je nach Größe etwa 0,5 bis 2,5 PS. Die Innentrommel macht im Mittel 25 Uml./min. Der Dampfverbrauch beträgt etwa 15 bis 50 kg/h.

Man hat natürlich mannigfache Abweichungen von dieser Bauart, wie z. B. mittelbare Dampfheizung, bei der der Dampf durch einen Dampfkasten oder eine Dampfzuleitung, bei Niederdruckdampf mit 0,3 bis 0,5 at, bei Hochdruckdampf mit etwa 2 bis 6 at strömt. Die mit dieser Heizung findet hauptsächlich bei Niederdruckdampf Anwendung. Andre Abweichungen sind: hintere Laugenwanne, Antrieb unmittelbar durch Motor, Einbau zum gemeinsamen Kippen der Innen- und Außentrommel, damit die Wäsche unten in einen flachen Wagen fällt, usw.

Die Spülmaschine

Die Spülmaschine, Abb. 4 und 5, findet man in der Praxis selten. Gewerbliche Wäscher benutzen sie fast nie; dagegen ist sie in Krankenhäusern und in Kassen sehr beliebt. Man erspart dadurch das Spülen in der Waschmaschine, die somit entlastet wird. Auch kalte Wäsche beim Spülen gut ausdunsten, wird duftig und läßt sich gut bläuen.

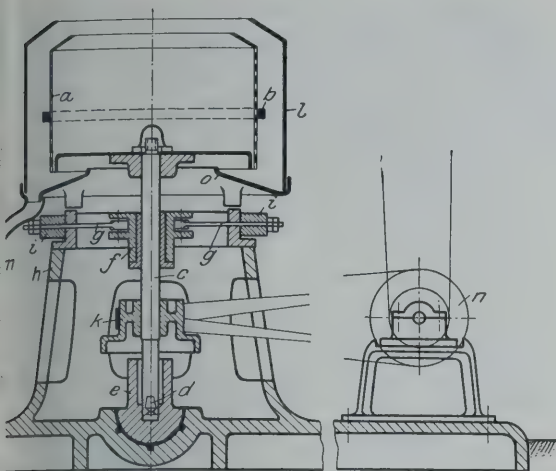


Abb. 6
Wäscheschleuder

mentrommel
erstärkungsring
Velle
purlager
agertopf

f Halslager
g Zugstangen
h Sockel
i Gummipuffer
k Riemenscheibe
l Außentrommel
m Wasserabfluß
n Vorgelege

ist ein länglichrunder Holzbottich mit einer ebenso
sten Insel *b* aus Holz. *c* ist ein hölzernes Schaufel-
s auf einer Welle mit Fest- und Losscheibe *d* auf-
ist und sich in Pfeilrichtung dreht. Die Maschine
Kalt- und Warmwasserzufluß und ist fast bis oben
asser gefüllt, worin die aus der Waschmaschine auf-
nene Wäsche schwimmt. Durch das Schaufelrad wird
sche ständig in Bewegung gehalten und unter Zufluß
chem und Abfluß von unreinem Wasser entlaugt.
den Abfluß *e* wird das unreine Wasser abgelassen.
tt des Holzbottichs mit Holzinsel nimmt man auch
e aus Beton, die man mit weißen Kacheln ver-
Die Bottiche sind im Mittel etwa 2500 mm lang,
n breit und 700 mm hoch.

Die Zentrifuge (Schleuder)

ese Maschine, Abb. 6 und 7, ist ebenso wichtig und
häufig anzutreffen wie die Waschmaschine. Die
Wäscherei gebräuchliche Form weicht nicht von den
varianten wesentlich ab, die bereits in dieser Zeit-
ausführlich beschrieben sind¹⁾. Der Zweck des
lerns ist, die tiefende Wäsche von der Hauptmenge
assers zu befreien.

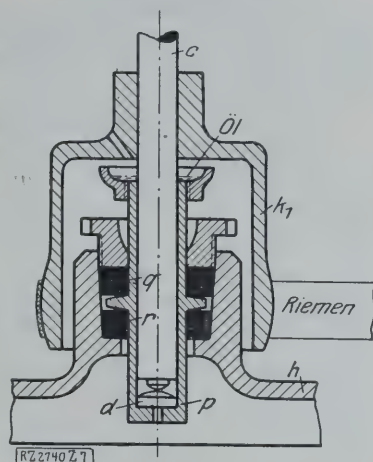
n baut auch Schleudern, bei denen das Halslager
t, sogenannte Freischwinger. Die elastische Lage-
er Achse wird dann dadurch ermöglicht, daß man
untere Achslager *p* zwei Gummimanschetten *q* und *r*,
einbettet. Der Lagertopf *e*, Abb. 6, ist hier nicht

der Innentrommel oder unter dem Boden bringt man
och einen Regler an; denn bei ungleichmäßiger Be-
g mit der nassen Wäsche kommt die Maschine nicht
in Gang, d. h. die Schwankungen der Trommel
nicht nach, was ein Stillsetzen der Maschine und
iliges Umpacken bedingt. Der Regler gleicht diese
he Belastung bis zu einem gewissen Grade aus.
olge behördlicher Schutzvorschrift muß die Außen-
l oben durch einen Klappdeckel zwangsläufig ab-
sein, und zwar so, daß die Schleuder nicht eher
ieb genommen werden kann, bevor nicht der Deckel
ssen ist. Andererseits darf man den Deckel nicht
ann wieder öffnen können, wenn man die Maschine
ickt hat, sondern erst dann, wenn die Innentrommel
t. Mit Hilfe einer Hand- oder Fußbremse kann
en Stillstand schneller herbeiführen.

Arbeitsweise ist die, daß man die nasse Wäsche
st gleichmäßig verteilt in die Innentrommel bringt.
schleudern wird die Wäsche nicht gerieben, sie wird
ch hierbei weitgehend geschont. Die Schleuder kann
etwa 3- bis 4mal beschickt werden.

Abb. 7
Bewegliches Lager
einer
Wäscheschleuder

k, Riemenscheibe
p, unteres Achslager
q, *r*, Gummimanschetten



Das Kochfaß

Das Kochfaß, Abb. 8, ist ein runder Bottich aus ver-
zinktem Eisenblech oder Holz, selten aus Kupfer. Sein
Durchmesser beträgt rd. 800 bis 1200 mm, die Höhe etwa
800 mm. In einiger Entfernung vom Boden *a* ist ein
Siebboden *b* eingelegt. Durch diesen Siebboden taucht das
Sprührohr *c*. Der Dampf tritt durch das Rohr *d* unter
dem Sprührohr ein. Bei mittelbarer Beheizung wird
zwischen den beiden Böden eine Heizschlange eingebaut.
Durch das Rohr *e* erhält das Faß Kaltwasserzufluß. Ein
aufklappbarer Deckel *f* schließt oben das Faß ab. Durch
den Abflußhahn *g* wird das Schmutzwasser abgelassen.

Das Kochfaß hat den Zweck, besonders schmutzige
Wäsche, Küchenwäsche, Blut-, Eiterwäsche usw. vor der
Behandlung in der Waschmaschine vorzukochen, um die
Wäsche vom gröbsten Schmutz zu befreien. Dadurch wird
die Waschmaschine entlastet und sauberer gehalten. Die
Arbeitsweise ist die, daß das kochende Wasser oder die
Lauge durch das Sprührohr nach oben steigt und von oben
durch die Wäsche wieder nach unten herabrieselt. Die
Wäsche wird dadurch „gebäucht“, weshalb man auch von
einem Bäuchefaß spricht.

Das Laugenfaß

Das Laugenfaß ist ebenfalls als runder Bottich aus
gleichem Baustoff wie das Kochfaß ausgebildet. Sein
Durchmesser beträgt etwa 700 bis 1000 mm, die Höhe rd.
700 mm. Der Siebboden und das Sprührohr fallen fort.
Hier empfiehlt sich Heizung mittels kupferner Heiz-
schlange, damit nicht die Lauge durch den kondensierten
Dampf verdünnt wird. Deckel und Abfluß sind wie beim

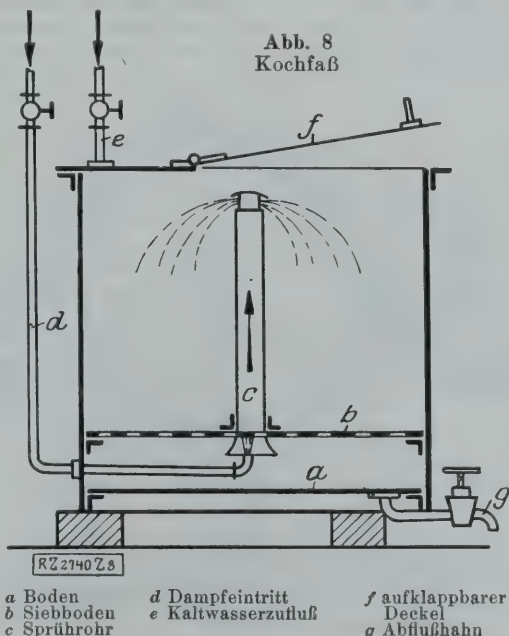


Abb. 8
Kochfaß

a Boden
b Siebboden
c Sprührohr
d Dampfeintritt
e Kaltwasserzufluß
f aufklappbarer
Deckel
g Abflußhahn

Kochfaß. Das Laugenfaß muß auf einen etwa 400 bis 500 mm hohen Untersatz gestellt werden, damit man zum Auffangen der Lauge unter den Abflußhahn einen Eimer unterstellen kann.

Die Nachbehandlung

Die maschinelle Behandlung der Wäsche beim Mangeln, Trocknen und Bügeln stützt sich auf den sehr einfachen Vorgang der Handbehandlung. Dabei wird die Wäsche mit einem blanken geheizten Eisenteil (dem Bügeleisen) und einem zweiten mit Stoff bespannten Körper (dem Bügelbrett) bearbeitet. Plättet man mit der ganzen Fläche des Bügeleisens, so bleibt die Wäsche verhältnismäßig stumpf. Um Glanz zu erzeugen, reibt man mit der Kante des Bügeleisens über die Wäschestücke, besonders beim Kragen. Auch dieser Vorgang spiegelt sich in der maschinellen Behandlung wieder, indem Stücke, die wenig Glanz brauchen, auf großen Heizflächen, Stücke mit höherem Glanz durch schärfere Kanten und dergleichen behandelt werden.

Die Zylindermangel

Die Hauptmaschine zur Weiterbearbeitung der glatten Wäschestücke, die größte und teuerste Maschine im Wäschereibetrieb überhaupt, ist die Dampfmangel. Man unterscheidet mehrere Arten, von denen die Zylinder-Dampfmangel besonders in Erscheinung tritt. Diese Maschine, Abb. 9, hat den Zweck, große, glatte Wäschestücke zu mangeln und gleichzeitig zu trocknen, wobei außerdem noch der Wäsche ein feiner, zarter Glanz verliehen wird. Den Hauptbestandteil der Mangel bildet ein Stahlzylinder *a*, der an beiden Seiten durch Böden vollständig dampfdicht abgeschlossen ist. Dieser Zylinder ist entweder zum Teil geschweißt oder aus einem Stück gezogen und wird auf rd. 12 at Dampfüberdruck amtlich geprüft. An der äußeren Fläche ist der Zylindermantel sauber abgedreht, geschliffen und poliert. An den Seitenböden sind Zapfen angeordnet, durch die sowohl der Dampf einströmt als auch das Kondensat wieder austritt. Das Kondensat wird durch ein gekrümmtes Tauchrohr abgeführt. Der Zylinder dreht sich in Pfeilrichtung, wobei die Wäsche *c* um den Zylinder herumläuft. Durch die Wirkung des Dampfes im Zylinder wird die Wäsche getrocknet.

Geplättet wird dadurch, daß auf dem Zylinder gelagerte Walzen *d* auf die Wäsche drücken. Diese Walzen sind an beiden Seiten in den Ständern *b* federnd und im Druck nachstellbar gelagert. Sie drehen sich in der Pfeilrichtung, und zwar ein klein wenig schneller als der Zylinder; dadurch wird ein Schleifen der Wäsche auf dem Zylinder hervorgerufen, was den erwähnten feinen Glanz erzeugt. Während der Zylinder an der Außenfläche vollständig glatt ist, sind diese Walzen mit Stoff umwickelt. Man hat also hier den vorhin erwähnten Vorgang von Bügeleisen und Bügelbrett. Es gibt auch Mangeln, bei

denen die Wäsche nur über die obere Hälfte des Zylinders läuft und hinter der letzten Andruckwalze *d* die Wäsche verläßt. Diese Maschinen, die jedoch heute kaum gebaut werden, sind unwirtschaftlich, weil bei ihnen die ganze Heizwirkung des Zylinders ausgenutzt wird, die Wäsche häufig noch feucht herauskommt, sie öfter eingelegt werden muß. Man baut heute fast nur noch Mangeln, die auch eine Umföhrung haben. Zu diesem Zweck sind über die Länge des Zylinders etwa 300 bis 400 mm Umföhrungsurte *e* über die Walzen *f*, *g*, *h* laufgeordnet. Die Walze *f* ist umwickelt; sie wird angenommen also die endlosen Gurte der Umdrehung des Zylinders entsprechend mit. Diese Gurte drücken die Wäsche auch unten an den Zylinder. Damit die Wäsche wieder oben einläuft, ist ein Abschabblech *i* zwischen den Zylinderlängen angeordnet.

Durch dieses Blech wird die Wäsche vom Zylinder über die Walze *f* geleitet und kommt nach unten auf die Ausgabeurte *k*, die ebenfalls als Gurte ohne Ende über die Walzen *l* und *m* geführt sind. Diese Gurte drücken die Wäsche auf die der Eingabeseite entgegengelegte Abgabeseite, auf den Abnahmetisch *n*. Während des Weges kann die Wäsche ausdünsten. An der Eingabeseite ist ein Kasten *o* angebracht, der die nasse Wäsche aufnimmt, von wo aus sie dann auf die Eingabegurte *e* gelegt wird. Diese Gurte ohne Ende werden über die Walze *q* und das Führungsstück *r* geleitet. Die Wäsche läuft selbsttätig auf den Zylinder und erledigt den beschriebenen Gang.

Auf dieser Maschine wird die Wäsche, unmittelbar aus der Schleuder mit noch rd. 20 bis 25 vH Wassergehalt kommend, getrocknet und geplättet. Die Walzen *d* und *q* werden angetrieben und sind mit Stoff umwickelt, damit sie die Gurte mitnehmen und in den angegebenen Pfeilrichtungen fördern.

Wird die Mangel stillgesetzt, so besteht die Gefahr, daß der noch heiße Zylinder die Umföhrungsurte *e* durch die Umwicklungen der Andruckwalzen *d* verbrennen. Um dies zu verhüten, kann man beide Teile bei Außersetzungsstellung abheben. Die punktiert gezeichnete Walze *h* abgeklappt, wodurch die Gurte *e* in die Lage *e*₁ über die Walze *h* also vom Zylinder abliegen. Durch Drehen des Segments *l* nach rechts werden die Hebel *t* nach außen gedrückt, die Walzen *d* vom Zylinder abgehoben. Diese Vorrichtung ist so angeordnet, daß man sie mit der Hand betätigen muß, und bei neueren Maschinen mit Kurbel, derart, daß sich beim Stillsetzen der Maschine die Walzen *d* und Gurte selbsttätig abheben und bei Inbetriebnahme wieder anlegen.

Als Schutzvorrichtung ist über den Zylinder ein Gurt vor der ersten Andruckwalze *d* eine längslaufende gelagert. Die pendelnde Klappe *u* wird rückgedrückt, sobald die Finger der Bedienung

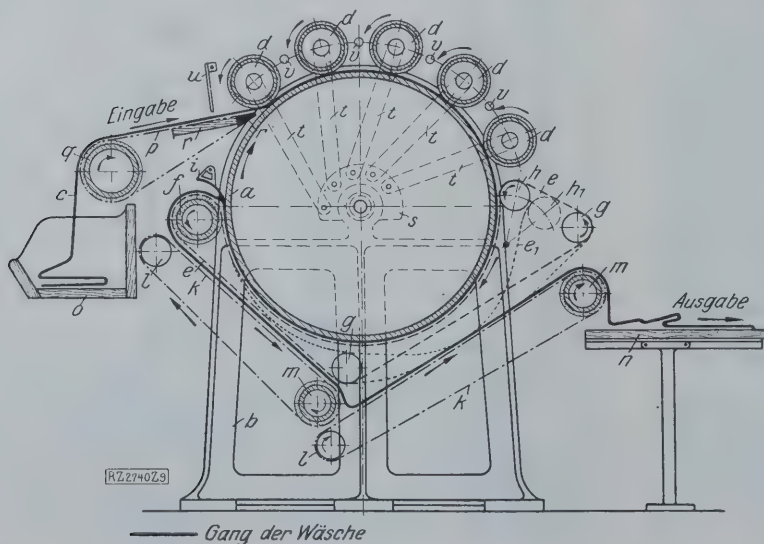


Abb. 9
Zylinder-Dampfmangel

- a Stahlzylinder
- b Ständer
- c Wäsche
- d Andruckwalzen
- e Umföhrungsurte
- e₁ Gurte bei abgeklappter Stellung von *h*
- f Führungswalzen
- g in angedrückter
- h Stellung
- h₁ Führungswalze *h*, abgeklappt
- i Abschabblech
- k Ausgabeurte
- l Führungswalzen
- m von *k*
- n Abnahmetisch
- o Kasten für Aufnahme der nassen Wäsche
- p Eingabegurte
- q Führungswalze für *p*
- r Führungsstück für *p*
- s Segment *l* zum Abheben
- t Hebel *f* der Walzen *d*
- u pendelnde Klappe, als Schutzvorrichtung
- v Schutzleisten zwischen den Andruckwalzen

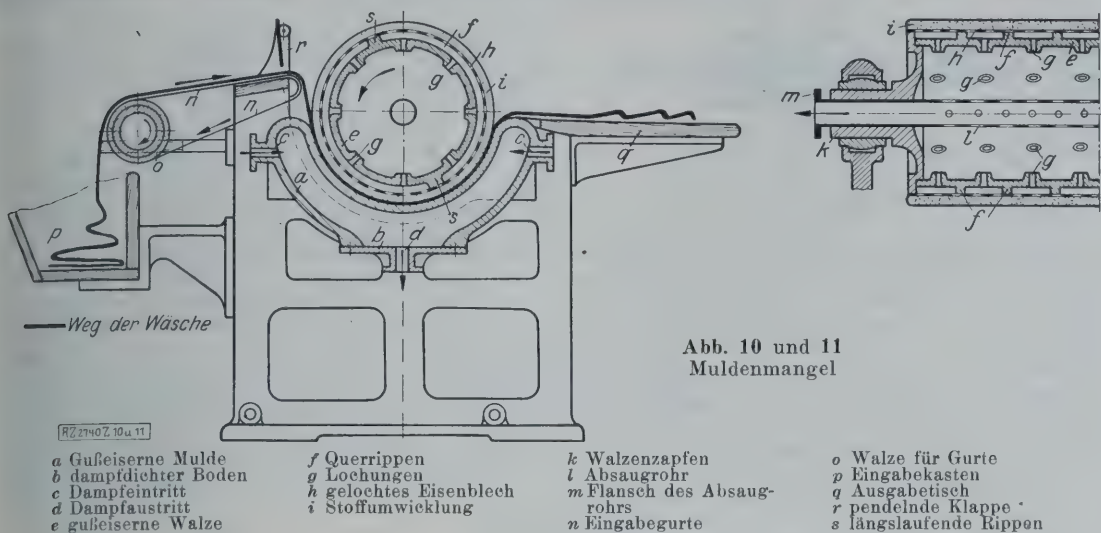


Abb. 10 und 11
Muldenmangel

daran stoßen. Infolgedessen wird die Maschine so-
illgesetzt. Als zweite Schutzvorrichtung werden zwi-
den Andrückwalzen längslaufend die Leisten *v* ein-
t, damit auch die Hand von oben nicht zwischen die
n geraten kann.

entsprechend der Beschaffenheit der Wäsche muß die
l mit mehreren Geschwindigkeiten laufen können.
ransmissionsantrieb verwendet man deshalb Stufen-
en für zwei Geschwindigkeiten. Bei unmittelbarem
antrieb arbeitet man mit einem Regler.

an baut diese Maschinen mit ungefähr folgenden
erabmessungen: rd. 500 bis rd. 1250 mm Dmr. und
b bis 3,5 m Länge. Der Dampfverbrauch bei 6 at be-
rd. 30 bis 200 kg/h. Man kann mit Niederdruck-
von 0,3 bis 0,5 at oder mit Hochdruckdampf bis
3 at arbeiten. Die Leistung beträgt rd. 30 bis 300 kg/h
enwäsche, der Kraftbedarf rd. 0,5 bis 3 PS.

Die Muldenmangel

ine weitere Mangel, die man neben der Zylinder-
el, wenn auch nicht so häufig findet, ist die Mul-
mangel, Abb. 10 und 11. Die Hauptbestandteile
eine gußeiserne Mulde *a*, die als Hohlkörper aus-
et und durch einen Boden *b* dampfdicht abgeschlos-
st. Der Hohlraum wird beheizt, wobei der Dampf
die Öffnungen *c* ein- und das Kondensat durch
ffnung *d* austritt. Die Innenfläche der Mulde ist
abgedreht und poliert und dient als Bügelfläche. In
ulde ist eine gußeiserne Walze *e* gelagert, die mit
ossenen Rippen *f* in bestimmten Entfernungen von-
er umgeben ist. Ferner hat diese Walze die
ngen *g*, wobei die Löcher innen in aufgegossenen
münden. Diese Augen haben den Zweck, das im
der sich ansammelnde Kondensat nicht nach außen
zu lassen. Über den Rippen ist ein feingelochtes,
ktes Eisenblech *h* gelagert und auf dem Zylinder
ngslaufenden Rippen *s* festgeschraubt. Dieses Eisen-
wird wiederum mit der Stoffumwicklung *i*, be-
nd aus Sackleinen, Filz und Fries, umwickelt.
ie Walze dreht sich in Pfeilrichtung in der Mulde
bt auf die Innenfläche der Mulde einen Druck aus.
Wäsche wird somit zwischen Walze und Mulde hin-
geschleift und durch den Druck der Walze mit
geplättet, während die Heizung der Mulde die
he trocknet.

n Verhältnis zum Umfang des Zylinders der vorher
ilderten Zylindermangel ist die Heizfläche der Mulde
z, weil immer nur ungefähr die halbe Fläche des
enumfanges wirkt. Die Wäsche wird daher bei
Durchgang in den meisten Fällen kaum trocken
Um die Leistung der Maschine zu erhöhen und das
nen bei einmaligem Durchgang zu ermöglichen,
von innen aus dem Zylinder die Luft und somit
die Umwicklung *i* die Feuchtigkeit aus der Wäsche
agt. Zu diesem Zweck sind die Löcher *g* und die
Löcher im Blech *h* vorgesehen. Das Absaugen er-

folgt seitlich durch den Walzenzapfen *k*. Dieser Zapfen
ist hohl und nimmt ein im Innern längslaufendes Rohr *l*
auf. Das Rohr *l* ist ebenfalls gelocht, so daß die Saugwir-
kung in der ganzen Walze gleichmäßig verteilt wird.
An den Flansch *m* des Rohres *l* schließt der Exhaustor an.
In den Zylinder tritt also auch Feuchtigkeit, weshalb,
wie schon gesagt, die Augen bei den Löchern *g* nötig
sind, damit die Feuchtigkeit nicht wieder austreten kann.
Diese Feuchtigkeit wird allmählich durch das kräftige
Ansaugen jeweilig verdunstet.

Durch die Absaugevorrichtung haben diese Mangeln
erst einen großen Wert bekommen und konnten den
Wettbewerb mit der Zylindermangel aufnehmen. Aller-
dings sind bei diesen Maschinen trotzdem die Leistungen
beschränkt, weil man die Walzen nicht mit dem Durch-
messer ausführen kann, wie die Zylinder der Zylinder-
mangeln. Die Reibfläche und der Druck auf der Mulde
würde zu groß werden. Man führt diese Zylinder mit
etwa 300, 400, 500, 600 bis 800 mm Dmr. aus bei Längen
von etwa 1600 bis 3500 mm.

In der Regel wird die Wäsche, wie bei der Zylinder-
mangel, durch Eingabegurte *n* der Mulde zugeführt.
Die Gurte werden durch die Walze *o* angetrieben.
Diese Walze ist zur Erzielung einer rauen Fläche mit
Filzstoff überzogen. An der Eingabeseite ist ein Wäsche-
kasten *p* angeordnet, der die geschleuderte Wäsche auf-
nimmt und an der Ausgabeseite ein Tisch *q*, von dem die
fertige Wäsche abgenommen wird. Damit Unglücksfälle
vermieden werden, ist an der Eingabeseite vor der Walze
eine pendelnde Klappe *r* wie bei der Zylindermangel
vorgelagert, die beim Anstoßen nach hinten schwingt und
die Maschine stillsetzt. Um nach Betriebseinstellung die Um-
wicklungen der Walze vor dem Versengen durch die
heiße Mulde zu schützen, ist eine Vorrichtung vorhanden,
um die Walze hochzuheben. Dies wird entweder mit der
Hand oder auch durch Kraftbetrieb bewerkstelligt.

Die Muldenmangeln zeichnen sich durch Einfachheit
aus, da die vielen Gurte der Zylindermangeln fortfallen.
Außerdem sind sie viel niedriger und übersichtlicher ge-
baut. Dagegen ist, wie schon gesagt, die Leistung be-
grenzt. Muldenmangeln verbrauchen: Dampf etwa 20 bis
115 kg/h, Kraft etwa 0,4 bis 2,5 PS.

Diese Muldenmangeln werden in verschiedenen Spiel-
arten ausgeführt. So zeigt Abb. 12 eine Maschine, mit der
man eine hohe Leistung erzielen will, indem man ähnlich
der Zylindermangel eine große Heizfläche schafft. Man
schaltet mehrere Mulden hintereinander und muß auch
dementsprechend mehrere Walzen verwenden. Für größere
Betriebe kommen Vier- bis Fünfmuldenmangeln in Frage.
Die Walzendurchmesser sind allerdings kleiner als bei der
Einmuldenmangel; sie werden im Durchschnitt mit etwa
300 mm gewählt. Absaugevorrichtungen hat man an diesen
Mangeln nicht, weil ja die hohe Leistung durch die große
Heizfläche erzielt wird. Diese Maschinen findet man aller-
dings in Deutschland selten, während sie in Amerika
häufiger gebraucht werden.



Abb. 12
Mangel mit vier Mulden

Eine verhältnismäßig kleine Universalmaschine ist die Muldenmangel, Abb. 13. Grundsätzlich entspricht sie der bereits geschilderten Maschine nach Abb. 10 und 11; jedoch findet man sie am häufigsten mit etwa 250 bis 280 mm Walzendmr. bei 800 bis 2000 mm Länge. Die Mulde wird in der Regel mit Gas beheizt und ist nicht als Hohlkörper ausgebildet. In der Zeichnung bedeutet *a* die umwickelte Walze, *b* die Mulde, *c* die Gasbrenner, *d* den Eingabetisch, *e* den Ausgabetisch, *f* den Ständer und *g* den in einem Gelenk gelagerten Arm zur Aufnahme der Walzenzapfen. Dieser Arm läßt sich, wie *g*₁ darstellt, umklappen, so daß die Walze in Lage *a*₁ kommt, damit die Umwicklung nach dem Stillsetzen nicht versenkt wird. Der Eingabetisch *d* läßt sich zurückschieben, sobald die Finger beim Einlegen der Wäsche zwischen Walze und Mulde zu geraten drohen. Durch das Zurückschieben des Tisches wird die Maschine ausgerückt und steht still. Man kann auf dieser Mangel glatte Wäschestücke plätten und verwendet sie dazu in Kleinwäschereien, wo noch keine Dampfanlage vorhanden ist. Eine besondere Bedeutung gewinnt diese Maschine zum Plätten von Kragen, wobei sie eine gute Wäsche bei höchster Leistung liefert. Infolgedessen wird diese Maschine in jeder Wäscherei angeschafft und macht sich sehr bald bezahlt. Natürlich ist bei glatter Wäsche die Leistung wesentlich geringer als bei den großen Mangeln. Wäsche, die unmittelbar aus der Schleuder kommt, muß etwa 3- bis 4mal die Maschine durchlaufen. Zur Erzielung einer höheren Leistung führt man diese Maschine jetzt auch mit Absaugvorrichtung aus.

Trockner

Leib- und Stärkewäsche und dergleichen erfordert eine umständlichere Behandlung und dementsprechend auch eine größere Anzahl von verschiedenen Maschinen. Ein Teil der Wäsche muß nach dem Schleudern getrocknet werden. Vor allen Dingen kommt hierbei flauschige Wäsche, wie Frottiertücher, Bademäntel, Kinderwäsche usw., in Frage. Die andern Wäschestücke braucht man bei dem heutigen Stande der Technik nicht mehr vorzutrocknen, da auf den weiter behandelnden Maschinen getrocknet wird. Derartige Badewäsche wird in den meisten Fällen in sogenannten Kulissentrocknern getrocknet, Abb. 14. Die Kulissen bestehen aus Blech- oder Holzwänden *a* von rd. 1,5 bis 2 m Höhe und 300 bis 400 mm Breite. Diese Wände sind durch Stützstangen *b* miteinander verbunden; deren Länge beträgt rd. 2 bis 3 m. Zwischen den Wänden *a* sind Holzstangen *c* angeordnet, auf denen die Wäsche aufgehängt wird. An dem oberen Teil der Wände sind Laufrollen *d* befestigt, die auf Längsschienen *e* laufen. Je nach

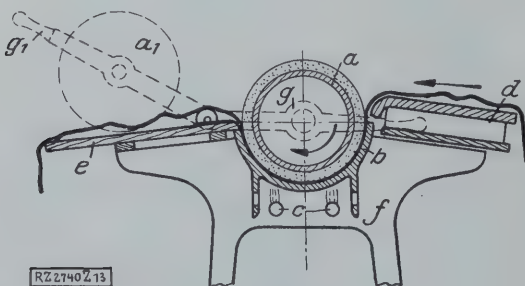


Abb. 13
Muldenmangel

- | | |
|--|---------------------------------------|
| <i>a</i> Umwickelte Walze | <i>e</i> Ausgabetisch |
| <i>a</i> ₁ Walze <i>a</i> hoch geklappt | <i>f</i> Ständer |
| <i>b</i> Bügelmulde | <i>g</i> Lagerarm |
| <i>c</i> Gasbrenner | <i>g</i> ₁ " hoch geklappt |
| <i>d</i> Eingabetisch | |

dem Anfall der Wäsche werden die Kulissen sprechender Anzahl nebeneinander angeordnet. Kulissen werden von einem Holzbau *f* umschlossen. Auf dem Fußboden sind Rippenrohre *g* zur Heizanlage. Darüber ist ein Rost *h* angebracht, der fallende Wäsche vor den Rippenrohren schützt. Der wand des Holzbauwerks ist offen und wird durch die Wände *a* abgeschlossen. Zum Be- und Entladen der Kulissen herausgezogen. In diesem Falle schließt die hintere Wand die vordere Öffnung ab, damit die Wäsche nicht entweichen kann. Bei größeren Trocknern wird die Decke noch ein querlaufender Abluftkasten gesehen, damit sich dort die verbrauchte Luft sammeln kann. Die Frischluft tritt von unten durch einen Kanal *i* in den Trockner, wobei unter jedem Rippenrohre Schlitze *l* durch die Decke nach oben führen. Die verbrauchte Luft entweicht durch das blecherne Abluftrohr *m*. Frisch- und Abluft werden durch Klappen (z. B. *n*) geregelt. Diese Einrichtung wird sehr viel gebraucht.

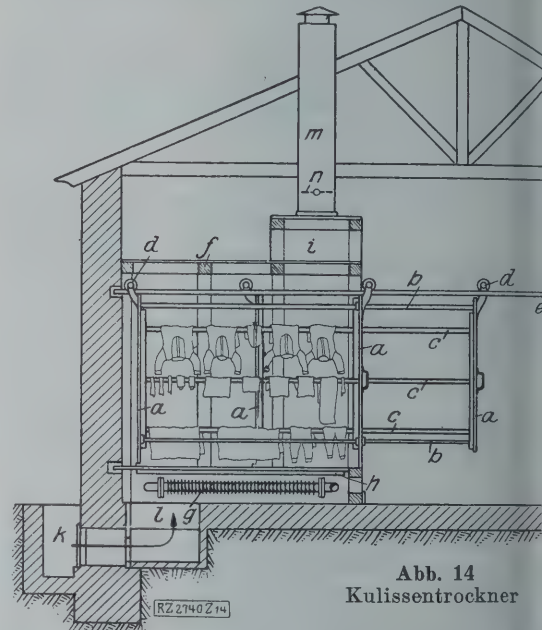


Abb. 14
Kulissentrockner

- | | |
|---|--|
| <i>a</i> Blech- oder Holzwände | <i>h</i> Rost zum Schutz der Wäsche |
| <i>b</i> Stützstangen | <i>i</i> Abluftkasten |
| <i>c</i> Aufhängestangen für die Wäsche | <i>k</i> Frischluftkanal |
| <i>d</i> Laufrollen | <i>l</i> Schlitz für die Frischluft |
| <i>e</i> Längsschienen | <i>m</i> Abluftrohr |
| <i>f</i> Holzbau | <i>n</i> Klappen zum Regeln der Frisch- und Abluft |
| <i>g</i> Rippenrohre zur Heizung | |

Man hat auch Trockner mit längslaufenden, auf denen runde Holzstangen liegen und die durch die Führung die Trockenkammer in der Längsrichtung wandern. Die Wäsche wird an der Vorderseite des Trockners auf die Stangen gehängt und fällt dann, wenn die Stange wieder heraus ist, auf den Boden. Es gibt drehbare Trockner und dergleichen, auf denen die Wäsche durch die geringe Bedeutung und der seltenen Anwendung nicht eingegangen zu werden braucht.

Bügelmaschinen

In der gewerblichen Wäscherei spielt die Stärkewäsche eine große Rolle, und man ist ständig bemüht, die fertigestellten Kragen zu verbessern. Eine Maschine, die sehr gute Kragen liefert, ist die Tischbügelschlittenmaschine, Abb. 15 bis 17. In der Hauptsache besteht sie aus einem Tisch *a*, der mit einer dicken Platte *b* und dem Nesselüberzug *b* bedeckt ist. Dieser Tisch bewegt sich in den Schienen *c* hin und her. Unter dem Tisch ist in den Seitenständern *d* eine glatt polierte Walze *e* gelagert. Diese Walze wird von innen beheizt, und meist durch einen Gasbrenner *f*. Es findet sich auch eine Dampfheizung und elektrische Heizung. Die Walze bewegt sich entsprechend dem Hin- und Hergang des Kragens rechts und links herum und drückt auf den Tisch.

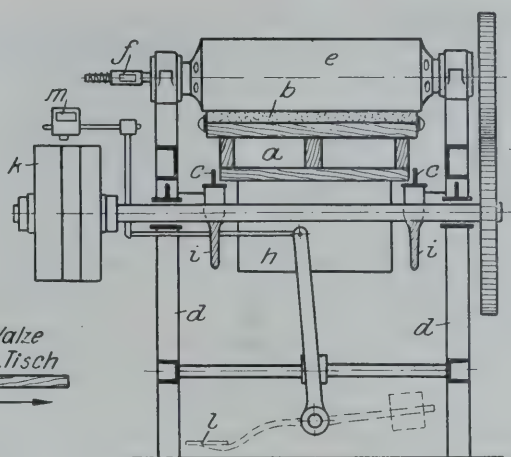
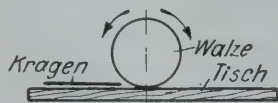
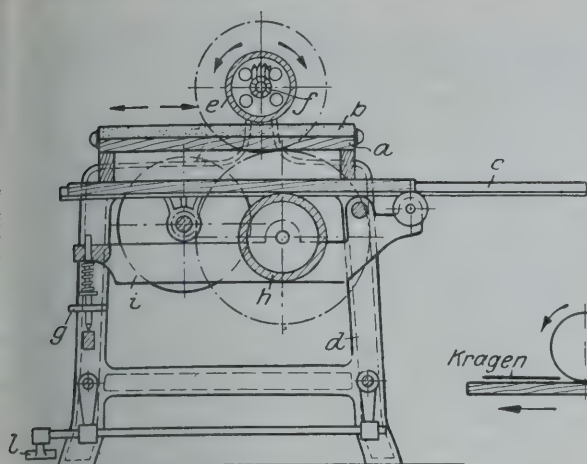


Abb. 15 bis 17
Tischbügelmaschine

a Bügeltisch c Führungsschienen f Gasbrenner h-Walze zum Bewegen
b Nessel- und d Seitenständer g Stellrad i Rahmen dazu k Fest- und Losscheiben
e glatt polierte Walze l Tritthebel zum Verschieben m Ausrücker n der Riemen

ist durch das Stellrad *g* regelbar. Außerdem ist ein Handhebel zum Regeln im Betrieb vorhanden. Der wird durch die Walze *h* hin und her bewegt. *h* liegt im Rahmen *i*, der durch das Stellrad *g* gehoben oder gesenkt werden kann.

Die Kragen werden auf dem Tisch ausgebreitet und bewegen sich unter der Heizwalze hin und her, wobei die, die etwas Voreilung hat, auf den Kragen drückt, glatt poliert und gleichzeitig trocknet. Durch das Bewegen mit der kleinen Auflagerfläche der Walze wird ein besserer Schliff erzielt als in der großen Fläche der Walze nach Abb. 13. Gleichzeitig wird der Kragen gut plättet, weil die noch losen Stofflagen vom Tisch und der Walze gleichmäßig mitgenommen werden, sich also Falten bilden; bei der Muldenmangel dagegen wird der Kragen von der Mulde festgehalten, während ihn die Walze weiterzieht.

Die Tischbügelmaschine eignet sich daher auch sehr zum Anplätten. Wenn man also mit beiden Maschinen nach Abb. 13 und 15 bis 17 arbeiten will, so plättet man zuerst auf der Tischbügelmaschine vor und erzielt dadurch schon einen feineren Schliff und das Zusammenpressen der einzelnen Stofflagen; sodann plättet man auf der Muldenmangel weiter, wodurch ein schnelleres Trocknen der Wäsche erreicht wird.

Die Drehrichtung wird bei der Tischbügelmaschine durch einen Fest- und zweier Losscheiben *k* umgeschaltet. Wenn der Tritthebel *l*, der mit dem Ausrücker *m* in Verbindung steht, werden die Riemen verschoben. Man hat

auch die Maschine so ausgebaut, daß sich die Riemen selbsttätig verschieben und das Treten nicht mehr nötig wird.

Eine weitere Maschine, die grundsätzlich der Tischbügelmaschine gleicht, ist die Zweiwalzen-Bügelmaschine, Abb. 18. *a* ist die glatt polierte Heizwalze mit dem Brenner *b*. An die Stelle des Tisches tritt hier eine zweite Walze *c*, die mit Stoff *d* umwickelt ist. Diese beiden Walzen laufen ständig in der angegebenen Pfeilrichtung und können je nach Bedarf aneinandergedrückt werden. Durch ein längslaufendes, kegelförmiges Schutzblech *e* wird der Kragen zwischen die beiden Walzen geführt; er fällt auf ein Auffangblech *f* und kann wieder den Walzen zugeführt werden, bis er angeplättet oder fertiggestellt ist.

Abb. 19 zeigt eine ähnliche Maschine. Sie hat jedoch drei Walzen. Die Kragen werden um die halbe Heizwalze *a* mittels eines Führungsbleches *b* geführt. Dabei wird die Heizfläche der Walze besser ausgenutzt und ein schnelleres Trocknen erzielt. Man baut auch ähnliche Maschinen mit mehr Heizwalzen, auf denen man die Kragen möglichst schnell und mit feinem Glanz und Schliff behandeln kann.

Weitere Bearbeitungsmaschinen für Kragen sind Rundemaschinen, die den Kragen gleichzeitig an den Rändern glätten und ihm die runde Form geben. Für Umlagrkragen hat man Maschinen, die die Naht in der Mitte anfeuchten, damit der Kragen ohne Brechen umgebogen werden kann. Ebenso gibt es als Pressen ausgebildete Maschinen zum Umlagen der Ecken oder Kläppchen. Alle diese Einzelheiten aufzuführen, würde zu weit gehen, jedenfalls kann man sämtliche Arbeiten maschinell durchführen und erzielt damit immer eine äußerst genaue und hohe Leistung.

Pressen

Parallel mit der Behandlung des Kragens geht die Behandlung des Hemdes, das heute wohl ausschließlich nur noch als Faltenhemd angetroffen wird. Neuzeitlich ausgebaute Wäschereien führen diese Arbeit fast ausschließlich nur noch mit Pressen aus. Als Presse denke man sich einen Tisch, auf dem das Wäschestück aufgespannt wird, und darüber einen geheizten Schuh mit fein polierter Heizfläche, der auf den Tisch gedrückt wird. Durch die Heizung und Pressung wird eine sehr feine Plättwirkung erzielt. Man hat für die einzelnen Hemdteile verschiedene Pressen, wobei die Bearbeitung so vor sich geht, daß man zuerst das Hemdbördchen, darauf den Nacken, dann die Manschetten, darauf die Brust und schließlich den Rumpf plättet. Abb. 20 und 21 zeigen eine Hemdenbrustpresse. *a* ist die Hemdenbrust, die auf den darunterliegenden, mit Stoff bespannten Tisch aufgespannt ist. Das vorher geplättete Bördchen wird an das Segment *b* gelegt und mit einem Bügel *c* festgeklemmt. Den Rumpf klemmt man unter ein nur in einer Richtung drehbares Vierkantholz *d*,

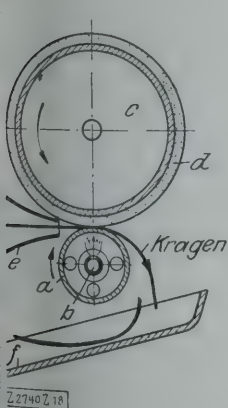


Abb. 18
Zweiwalzen-Bügelmaschine

a Heizwalze b Brenner
c geklebte Walze d Stoff-
e kegelförmiges Schutzblech
f Auffangblech

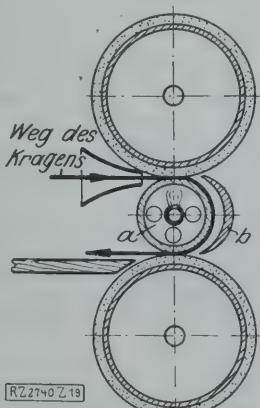


Abb. 19
Dreiwalzen-Bügelmaschine

a Heizwalze
b Führungsblech

wodurch sich die Brust schön glatt spannt. Der übrige Teil des Hemdes liegt in einem Messingblech *e*, damit es nicht schmutzig wird. *f* ist der Schuh, ein gußeiserner Hohlkörper, der sowohl mit Dampf als auch mit Gas oder elektrisch geheizt wird. Die untere Fläche ist sehr glatt poliert. Man hat nun Pressen, bei denen der obere Schuh auf den Tisch gepreßt wird, und auch umgekehrt solche, bei denen der Tisch von unten nach oben an den Schuh preßt. Diese Pressen werden meist mit der Hand oder dem Fuß betätigt und brauchen verhältnismäßig wenig Heizung. Da außerdem wenig geschultes Personal erforderlich wird, so stellt sich die Bearbeitung auf diesen Pressen sehr billig.

Abb. 22 zeigt eine große Presse für den Hemdenrumpf. Man legt das Hemd in verschiedenen Handhabungen auf den mit Stoff überzogenen Tisch *a*. Der geheizte und unten gut polierte Plättschuh ist *b*. Durch den Handgriff *c* wird er nach unten bewegt und durch den Fußtritt *d* auf den Tisch gepreßt. Der Druck ist durch das Handrad *e* einstellbar. *f* sind Ausgleichgewichte. Der Metallschlauch *g* dient dazu, durch die Polsterung des Tisches *a* hindurch die Feuchtigkeit aus der Wäsche mittels Exhauster abzusaugen, wodurch auch gleichzeitig das Polster trocken bleibt. Diese Absaugvorrichtung wendet

man jetzt bei allen Pressen an und erzielt dadurch bessere Leistung, während außerdem noch die Feuchtigkeit ins Freie befördert wird. Auf dieser Presse man den Hemdenrumpf, Kittel, Leinenjacken, auch Spitzenarbeiten, die nicht verschoben werden dürfen.

Die letzte Arbeit an derartigen schwierigen Vstücken wird durch Handbügeleisen geleistet, bei man in den meisten Fällen Preßgaseisen verwendet. Preßgas hat sich überhaupt in Wäschereien sehr eingeführt und wird bei sämtlichen gasbeheizten nsen usw. fast durchweg verwendet. In einem Ver wird das gewöhnliche Leuchtgas auf etwa 0,15 dichtet. Es strömt dann durch eine Düse in die M. Durch dieses kräftige Ausströmen wird viel Sa angesogen, wodurch eine gute Verbrennung und ei ersparnis von rd. 25 vH erzielt wird. Die erw Preßgaseisen sind durch einen dünnen Schlauch Preßgasleitung verbunden und erhalten ständig Gas, so daß also die Plätterin an ihrem Platz stehen und ohne Unterbrechung plätten kann.

[B 2740]

(Schluß f

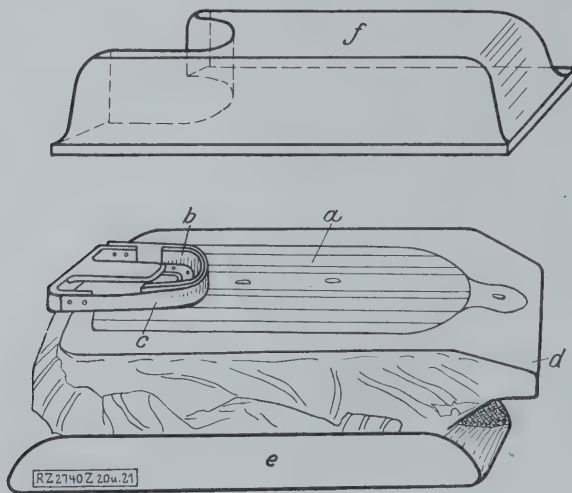


Abb. 20 und 21
Hemdenbrustpresse

- | | |
|---|---------------------------------|
| <i>a</i> Hemdenbrust | <i>d</i> drehbares Vierkantholz |
| <i>b</i> Segment zum Halten des Bördchens | <i>e</i> Messing-Schutzblech |
| <i>c</i> Bügel zum Festklemmen | <i>f</i> geheizter Bügelschuh |

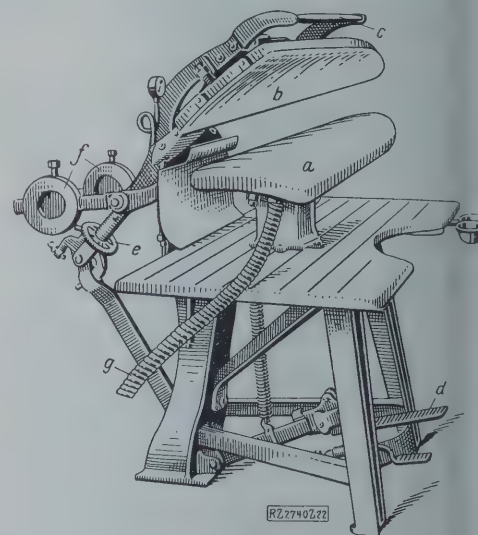


Abb. 22
Große Presse für Hemdenrumpfe

- | | |
|---|---|
| <i>a</i> Mit Stoff überzogener Tisch | <i>e</i> Handrad zum Einstellen des Preßdruckes |
| <i>b</i> Plättschuh | <i>f</i> Ausgleichgewichte |
| <i>c</i> Handgriff zum Bewegen von <i>b</i> | <i>g</i> Metallschlauch zum Absaugen der Feuchtigkeit |
| <i>d</i> Fußtritt zum Pressen von <i>b</i> auf <i>a</i> | |

Regelung des Kraftomnibusverkehrs im Bereich von New York

Die Stadt New York hat am 28. Juli d. J. die Verträge genehmigt, wonach der Equitable Coach Co. die Einrichtung von Kraftomnibuslinien im Bereiche der Stadtteile Manhattan, Brooklyn und Queens, der Surface Transportation Co. das gleiche Recht für den Stadtteil Bronx und der Tompkins Bus Corporation der Verkehr für den Stadtteil Richmond oder Staten Island übertragen wird. Mit der Aufnahme des Verkehrs ist allerdings nicht so schnell zu rechnen, weil noch manche Hindernisse bei andern zuständigen Behörden bevorstehen, die zum Teil andre Bewerber bevorzugt hatten.

Nach dem abgeschlossenen Vertrag hat die Equitable Coach Co. das Recht, insgesamt 55 Linien von rd. 370 km Gesamtlänge einzurichten, wofür 530 Eindeckomnibusse be-

schaftt werden. Der Fahrpreis soll im allgemeinen tragen, doch sollen längere Linien in Teilstrecken werden. Auch Umsteigeverkehr gegen Zuschlag ist in Aussicht genommen. Die Gesellschaft zahlt ihren Roheinnahmen aus dem Verkehr in Manhattan 5 vH, aus den Einnahmen in Queens mindestens jedoch jährlich rd. 1,68 Mill. \$, an die Stadt New York. Die Mindestabgabe für den Verkehr in Bronx, v. Linien mit rd. 90 km Gesamtlänge genehmigt s. 80 Eindeckwagen fahren sollen, wird rd. 105 000 \$, die Mindestabgabe für Staten Island rd. 100 000 \$ für jeden Omnibus betragen. Für diesen Stadtteil 18 Linien mit 126 km Gesamtlänge genehmigt, wofür 125 Wagen eingestellt werden. Die Verträge sind fünf Jahre abgeschlossen. („Bus Transportation“ Nr. 1927 S. 516) [N 832]

Zur Entstehung des Gußgefüges

Von *Frhrn. v. Göler und G. Sachs*

Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung

Gefügeausbildung von Güssen, ein Wärmeleitungsproblem — Aufwachsen strahliger Kristalle senkrecht auf Wandungen — Gießversuche mit Zink in Messingrohr verschiedener Gestalt — Gefügeausbildung und Böschungstigur — Behinderter Wärmeabfluß an einspringenden Ecken verbunden mit Lunkerbildung und Anhäufung von Verunreinigungen — Ähnliche Vorgänge

Die Eigenschaften eines Gußstückes hängen von seinem Aufbau ab, d. h. von der Kristallausbildung, der Anordnung der Verunreinigungen und Undichtheiten¹⁾. Diese letzteren sind aber von der Kristallausbildung nicht unabhängig, oder sie hängen wenigstens von gleichen Faktoren ab, so daß das Gefügebild eines Stückes bis zu einem gewissen Grad auch über seine Eigenschaften Aufschluß gibt. Besonders in letzter Zeit man vielfach eine Verbesserung der Eigenschaft durch planmäßige Beeinflussung des Gefüges zu erreichen versucht²⁾.

Von diesem Gesichtspunkt aus hat die Erkenntnis der Prozesse, denen die Kristallausbildung unterliegt, eine große praktische Bedeutung. Über die Gesetze der Erstarrung wissen wir heute jedoch nur äußerst wenig. In welcher Weise die durch Größe, Gestalt, Orientierung und Anordnung der Kristalle mannigfaltig unterschiedenen Gefügestrukturen zustande kommen, ist bisher kaum untersucht worden. Die Frage der Gefügeausbildung ist ein Problem der Wärmeleitung. Während der Erstarrung ist die ganze fest-flüssig stets eine Fläche konstanter Temperatur, und die Kristalle wachsen senkrecht zu dieser Fläche, d. h. in Richtung des stärksten Temperaturgefälles weiter³⁾. Die mathematische Aufgabe, die Temperaturverteilung in insbesondere die jeweilige Lage der Erstarrungsfläche und der Linien des Temperaturgefälles zu berechnen, bietet erhebliche mathematische Schwierigkeiten und ist bisher fast in einfachen Fällen nur unter Vernachlässigungen lösbar, die für die vorliegende Aufgabe unzulässig sind⁴⁾.

Für die hauptsächlich in Frage kommenden Fälle zylindrischer und prismatischer Güsse gibt es jedoch eine Reihe von Möglichkeiten, aus Versuchen über den Verlauf der Erstarrung und des Kristallwachstums einige Regeln abzuleiten. Wir beschränken uns im folgenden auf Bedingungen, bei denen der Mantel des Gusses an allen Stellen auf gleicher Temperatur gehalten wird. Dieser einfachste Fall wird erreicht, wenn die Gießform aus einem Material besteht, das zwar nicht vollständig wirklichen lassen, da der Wärmeabfluß sich einerseits infolge Wärmezusammenziehung und Verformung von der Kokille löst, und andererseits die Oberfläche ungleichmäßige Temperatur haben wird. Die Versuche zeigen jedoch, daß die dadurch bedingten Abweichungen in der Gefügeausbildung gering sein müssen, das Ergebnis von den Versuchsbedingungen wenig beeinflusst wird.

Ist die Frage einmal für diesen einfachsten Fall so weit gelöst, daß die Gefügeausbildung für jeden irgendwie geformten Körper vorausgesagt werden kann, so dürfte es keine Schwierigkeiten bilden, qualitativ auch den Einfluß der gleichmäßigen Abkühlung zu berücksichtigen.

Die erste Aufgabe, die wir uns nun stellen, ist die Feststellung der Beziehungen zwischen dem Querschnitt der Gußform und der Kristallausbildung. In welcher Weise diese weiterhin durch die Gußtemperatur und die Abkühlungsbedingungen bestimmt wird, sei einer späteren Untersuchung vorbehalten.

Gießversuche mit verschiedenartig gestalteten Kokillen

In Güssen treten häufig strahlige Kristalle⁵⁾ auf, die bis zu einem gewissen Grade über den Erstarrungsverlauf Auskunft geben. Die Längsrichtung der strahligen

Kristalle muß nämlich an jeder Stelle senkrecht auf der augenblicklichen Erstarrungsfläche stehen; das Wachstum erfolgt also in Richtung des Temperaturgefälles, das auch den Wärmestrom bestimmt. Denn wie sich geometrisch leicht zeigen läßt, schreiten gleich schnell nebeneinander wachsende Kristalle in Richtung des Wärmestroms fort, ohne sich gegenseitig zu verdrängen⁶⁾. Wenn letzteres trotzdem häufig zu beobachten ist, so sind hierfür Unterschiede in den Wachstumsgeschwindigkeiten der in der Regel verschieden gerichteten Kristalle oder Unregelmäßigkeiten im Erstarrungsvorgang verantwortlich zu machen.

Die strahlige Gefügeausbildung gibt also Aufschluß über das Fortschreiten der Erstarrung im Guß.

Es ist auch von einem praktischen Wert, die Gesetze der strahligen Gefügeausbildung zu kennen. Denn das Auftreten strahliger Kristalle fürchtet der Betriebsingenieur wegen der damit häufig verbundenen schlechten Weiterverarbeitbarkeit der Güsse⁷⁾. Dies beruht wohl hauptsächlich auf der ungünstigen Verteilung von Verunreinigungen und Hohlräumen in solchen Güssen. Durch entsprechende Gestaltung der Gußformen und Beeinflussung der Temperaturverteilung auf andere Weise sucht man bisweilen diese Fehler zu verringern.

Unter welchen Umständen strahlige Kristalle entstehen, ist bisher nicht geklärt; jedenfalls werden sie nach äußerlich sehr verschiedenen Abkühlungsbedingungen beobachtet. Dies ist an sich nicht besonders verwunderlich, da ja die Kristallausbildung allein vom Verlauf der Erstarrung abhängen muß, nicht aber von den Temperaturverhältnissen vor und nach der Erstarrung. Eine Untersuchung der genauen Zusammenhänge ist in einer späteren Arbeit vorgesehen.

Die Ausbildung des Gefüges wurde nun an einer Reihe von Zinkgüssen verfolgt, die in kleinen Kokillen aus verschiedenartig gestaltetem Messingrohr von 1 mm Wanddicke hergestellt wurden. Die Kokillen wurden mit der Schmelze gefüllt und nach 10 bis 15 s in kaltes Wasser gestellt, so daß die Temperatur der äußeren Messingwandung zwischen 20 und 50° angenommen werden kann.

Bei einigen Vorversuchen ergab sich, daß nur in einem engen mittleren Bereich der Gießtemperatur ein durchgängig strahliges Gefüge erreicht werden konnte, das eigenartigerweise häufig sehr grob ausfiel. Bei Gießtemperaturen, die gerade ausreichten, um den größten Teil der Schmelze bis zum Eintauchen ins Wasser flüssig zu erhalten, fielen die Kristalle verhältnismäßig klein aus mit Andeutungen strahliger Gestalt, Abb. 15; bei hohen Gießtemperaturen war meist nur der Rand strahlig ausgebildet, während die Mitte feinkörnig ausfiel, Abb. 9.

Die Versuche waren nicht eingehend genug, um bei jeder Kokillenform die für die Ausbildung strahliger Kristalle günstige Gießtemperatur zu erkennen. Im allgemeinen erwies es sich als ausreichend, bei Kokillen von großem Querschnitt bei etwa 525° bis 550°, bei kleinem Querschnitt bei 600° hinauf zu vergießen. Bei dünnwandigen Kokillen (0,5 mm Wanddicke) konnte bis 450° hinabgegangen werden. Auf diese Weise wurde eine Anzahl von Güssen hergestellt und von ihnen Querschnitte angeätzt⁸⁾, von denen einige in Abb. 1 und f. wiedergegeben sind.

¹⁾ O. Bauer und G. Sachs, „Metall und Erz“ Bd. 25 (1927)

²⁾ A. W. u. H. Brearley, Blöcke und Kokillen, Berlin 1926, S. 10; Springer; F. Leitner, Ber. Werkstoffausschuß V, d. E. Nr. 57, 77; „Stahl und Eisen“ Bd. 46 (1926) S. 525 u. f.; W. Wunder, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 275; P. Siebe und L. Katterbach, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 177.

³⁾ W. Rosenhain, An Introduction to the Study of Physical Metallurgy, London 1916, S. 286.

⁴⁾ Riemann-Weber, Partielle Differentialgleichungen II. Bd. S. 117.

⁵⁾ Vergl. J. Czochralski, Moderne Metallkunde, Berlin 1924.

⁶⁾ Vergl. A. Schubnikow und G. Lämmlein, Z. Krist. Bd. 65 (1927) S. 297. Den umgekehrten Fall, daß ein schneller wachsender Kristall in einer Röhre alle anderen verdrängt, behandeln R. Groß und H. Möller, Z. f. Phys. Bd. 19 (1923) S. 375.

⁷⁾ A. W. und H. Brearley, Blöcke und Kokillen, S. 4 u. f.; W. Wunder, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 275; J. Czochralski, Z. f. Metallk. Bd. 18 (1926) S. 1 u. f.; J. Seidl und E. Schiebold, Z. f. Metallk. Bd. 17 (1925) S. 221 u. f.; Bd. 18 (1926) S. 241 u. f.; O. Bauer und G. Sachs, „Metall und Erz“ Bd. 25 (1927) S. 154; P. Siebe und L. Katterbach, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 177.

⁸⁾ Abwechselnd mit Lösung mit 20 vH CuCl₂ und Salzsäure (20 vH)



Abb. 1

Querschnitt eines zylindrischen Zinkgusses. (Gegossen bei 540 °C; geätzt mit Kupferchlorid und Salzsäure; 1,9mal vergr.)



Abb. 2

Ausschnitt aus dem Querschnitt einer Zinkplatte. (Gegossen bei 525 °C; 2,8mal vergr.)



Abb. 3

Zinkguß mit dreieckigem Querschnitt. (Gegossen bei 550 °C; 1,9mal vergr.)



Abb. 4

Zinkguß mit quadratischem Querschnitt. (Gegossen bei 525 °C; 1,9mal vergr.)

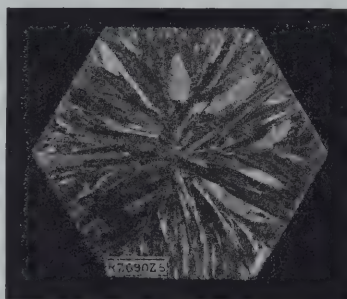


Abb. 5

Zinkguß mit sechseckigem Querschnitt. (Gegossen bei 540 °C; 1,9mal vergr.)

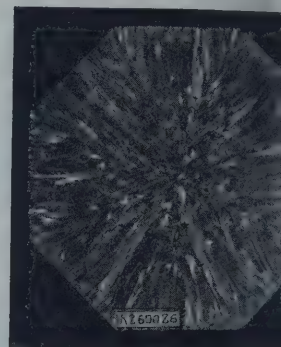


Abb. 6

Zinkguß mit achteckigem Querschnitt. (Gegossen bei 525 °C; 1,9mal vergr.)

Wir können nun diesen Abbildungen einige Regeln über die Abhängigkeit der Gefügeausbildung vom Querschnitt der Kokille entnehmen.

Beim Kreis-Querschnitt, Abb. 1, ist die radiale Aufwachsung der Kristalle selbstverständlich; diese Ausbildung folgt einfach aus der Rotationssymmetrie des Querschnitts. In Wirklichkeit fällt allerdings das Gefügebild stets etwas ungleichmäßig aus; wohl infolge des verstärkten Wettstreites, den die allmähliche Verjüngung der Kristalle nach innen zu erweckt, bilden sich einige Kristalle auf Kosten der andern besonders stark aus.

Ebenso einfach ist der Fall einer unendlich ausgedehnten planparallelen Platte, wie sie etwa durch den mittleren Teil eines flachen rechteckigen Querschnitts, Abb. 2, verwirklicht wird. Auf jeder der beiden ebenen Begrenzungsflächen wachsen die Kristalle senkrecht auf und treffen sich schließlich in der Mitte in einer scharfen Trennungslinie.

Um die Gefügeausbildung der übrigen Querschnittsformen klar zu erkennen, erscheint es zweckmäßig, die

Begrenzungsfläche in einfach gestaltete Formen aufzu- und zunächst diese zu betrachten. Das Gefügebild ergibt sich dann stets mit guter Annäherung durch einfache Zusammensetzung dieser Grundformen.

Bei Kreisstücken, Abb. 8 und 9, wachsen die Kristalle ganz wie bei rundem Querschnitt radial auf und treffen sich im Mittelpunkt.

Ausspringende Ecken, vergl. Abb. 3 u. f., bilden fast so aus, als ob die Kristalle auf den beiden ebenen Begrenzungen ganz ungestört voneinander aufwachsen; den Winkelhalbierenden treffen sich die Kristalle und bilden diese als scharfe Trennungslinie aus. In nächster Nähe der Trennungslinie biegen die Kristalle meist nach innen zu ab; und in Richtung der Winkelhalbierenden wächst häufig ein Kristall. Ist die Ecke nicht so scharf abgerundet, wie etwa in Abb. 8 und 9, so kann sie aus Kreisstück und Eckenstumpf zusammengesetzt werden.

Alle Querschnitte aus gleichseitigen Vierecken, Dreieck, Abb. 3, Quadrat, Abb. 4, Sechseck, A



Gegossen bei 525 °C



Gegossen bei 530 °C



Gegossen bei 600 °C

Abb. 7 bis 9

Zinkgüsse mit sternförmigen Querschnitten (1,9mal vergr.).



Abb. 10
Eisen- und Stahlguß mit rechteckigem Querschnitt. (Gegossen bei 525 °C; 1,9mal vergr.)

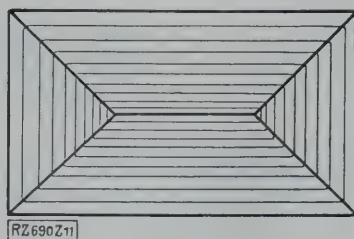


Abb. 11
Fortschreiten der Erstarrung in einem Guß mit rechteckigem Querschnitt

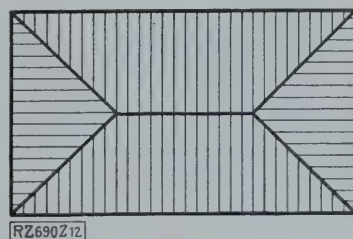


Abb. 12
Ideale Kristallausbildung in einem Guß mit rechteckigem Querschnitt

teck, Abb. 6 usw., bestehen also aus einer entsprechenden Zahl von Sektoren, in denen die Kristalle senkrecht den Begrenzungsflächen aufgewachsen sind. Das gilt wenig verändert für Vielecke mit ein- und ausgerichteten Seiten, Abb. 7 bis 9.

Das Rechteck, Abb. 10, kann aus Platte und Winkel, die Ellipse aus Platte und Kreisbögen zusammengesetzt werden.

Die Gefügeausbildung der bis hierher behandelten Querschnitte läßt sich nun in einfacher Weise konstruktiv verfolgen, womit gleichzeitig gewisse Aussagen über den Erstarrungsvorgang verknüpft sind. Nach einer bestimmten Zeit, z. B. 1 s, nach dem Abschrecken des Gusses, hat nämlich auf den Kokillenwandungen überall eine feste Schicht von annähernd gleicher Dicke gebildet. Diese Schicht besteht aus den geraden Kanten des Querschnitts, z. B. eines Rechtecks, Abb. 10, fast unverändert bei A. W. und Brearley haben diese Tatsache durch Gießversuche (Stearin unmittelbar nachgewiesen⁹⁾). Trägt man nun die Anzahl solcher Schichten entsprechend Abb. 11 bei einem rechteckigen Querschnitt ein, verbindet die entstehenden Ecken durch Trennungslinien und errichtet entsprechend Abb. 12 auf den Begrenzungslinien Senkrechte, ergibt sich eine weitgehende Übereinstimmung zwischen der Konstruktion, Abb. 12, und Versuch, Abb. 10.

Es sei gleich vorweggenommen, daß auch bei der Verformung von Eisenstäben entsprechenden Querschnitts in den Versuchen von Bader und Náday ganz gleiche Fließfiguren-Zeichnungen entstehen und daß diese so wie die Gefügezeichnungen den Gefälllinien einer Fließfläche, also etwa eines Daches oder eines Sandhaufens, entsprechen¹⁰⁾. Abb. 13 zeigt den Querschnitt eines verdrehten rechteckigen Prismas.

Zu dieser Konstruktionsmöglichkeit ist zunächst eine wesentliche Einschränkung zu machen. Der geradlinige Verlauf der Kristalle ist in der Nähe der Trennungslinien der Regel etwas gestört, indem die Kristalle nach der Ecken des Querschnitts zu abbiegen. Nur sehr selten sind diese Abweichungen, wie in Abb. 14, so groß, daß kennzeichnende Zeichnung eines Gusses verwischt

wird. Selbst beim achteckigen Querschnitt, Abb. 6, der sich doch stark der Kreisform annähert, sowie auch den sternförmigen Querschnitten, Abb. 7 bis 9, sind die Trennungslinien meist scharf ausgeprägt. Die durch diese Zeichnungen aufgedeckten Wachstumsgesetze sind auch offenbar nicht an die Ausbildung von langen, strahligen Kristallen gebunden; denn selbst im Fall eines feinkörnigen Gefüges kann man, wie z. B. in Abb. 15, häufig das senkrechte Aufwachsen der Kristalle und die Ausbildung der Trennungslinien feststellen.

Wesentliche Unterschiede zwischen dem Gußgefüge und der Konstruktion ergeben sich aber, wenn der Querschnitt einspringende Ecken hat, Abb. 16 bis 18. Die Trennungslinien sind nun stets gegenüber der Konstruktion, Abb. 19 und 20, in der Weise verändert, daß sie in der Nähe der scharf einspringenden Ecken zu diesen hin gedrängt sind. Dort zeigen auch die Kristalle stärkere Abweichungen vom senkrechten Aufwachsen. Ersteres bedeutet zunächst nichts weiter, als daß die Erstarrung von einspringenden Ecken langsamer ins Innere fortschreitet, in ihrer Nähe also der Werkstoff länger heiß bleibt und daher auch das Temperaturgefälle stärker sein muß als an anderen Stellen.

Die Ursache hierfür ist leicht einzusehen: Würde man in Analogie zur ausspringenden Ecke annehmen, daß sich nach Abb. 20 die Gefälllinien geradlinig ins Innere fortsetzen, so müßte die Wärme des ganzen Sektors radial durch die Ecke abfließen. Dies ist aber unmöglich. Die aus dem Sektor abfließende Wärmemenge muß sich daher auf die Nachbarschaft der Ecke verteilen, was etwa einen Verlauf der Gefälllinien nach Abb. 21 zur Folge hat. Immerhin tritt dabei eine Zusammendrängung der Gefälllinien nach der Ecke hin ein, die eine Erschwerung des Wärmeabflusses bedeutet, d. h., wie Abb. 22 veranschaulicht, ein langsames Fortschreiten der Erstarrungsfläche. Betont sei, daß alle Versuche und auch Beispiele aus der Praxis ein nahezu senkrechtes Aufwachsen der Kristalle auf dem Rand erkennen lassen¹¹⁾. Es folgt hieraus, daß keine nennenswerte Erhöhung der Randtemperatur in der Ecke stattfindet, da ja die Isothermen senkrecht auf den Gefäll-

⁹⁾ A. W. und H. Brearley, Blöcke und Kokillen, S. 10 u. f.

¹⁰⁾ W. Bader und A. Náday, Z. Bd. 71 (1927) S. 317.

¹¹⁾ Vergl. auch Abb. 123 bei W. Rosenhain, Physical Metallurgy S. 292. Seine Konstruktion der Isothermen in Abb. 124 entspricht jedoch nicht der Orthogonalität.

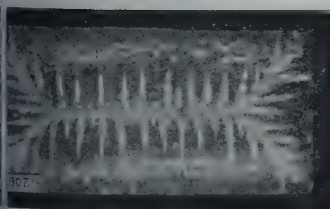


Abb. 13
Fließfiguren in einem verdrehten senkrecht. (Nach Bader und Náday.)



Abb. 14
Zinkguß mit krummlinigem Kristallwachstum. (Gegossen bei 525 °C; 1,9mal vergr.)

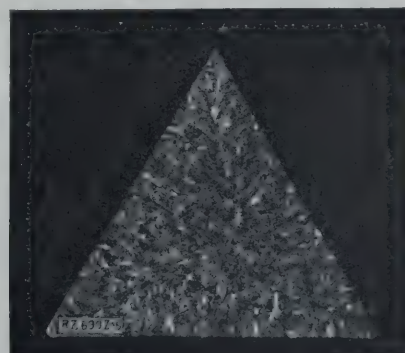


Abb. 15
Feinkörniger Zinkguß. (Gegossen bei 500 °C; 1,9mal vergr.)

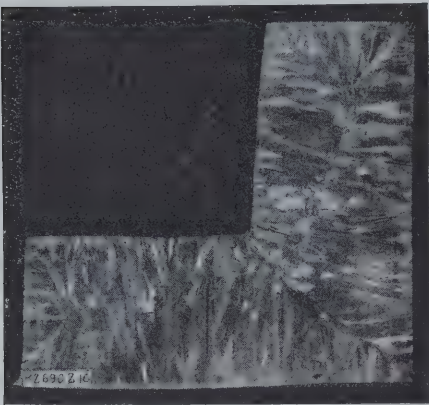
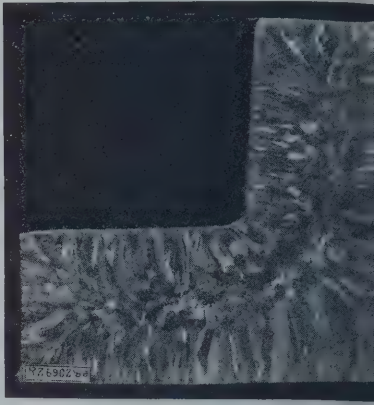


Abb. 16 und 16 a
Zinkgüsse mit Winkel-Quer-
schnitt. (Gegossen bei
525 °C; 1,9mal vergr.)



linien stehen. Auf diese Weise ergibt sich ja auch Abb. 22 konstruktiv aus Abb. 21.

Von Bedeutung für die Praxis erscheint besonders die Tatsache, daß bei sonst gleicher Dicke des Gusses und überall gleichen Abkühlungsbedingungen an den Wandungen das Metall in der Nähe einer einspringenden Ecke am längsten flüssig bleibt. An diesen Stellen entstehen daher stets Lunker und häufen sich die Verunreinigungen an.

Bei ausspringenden Ecken müßte nun eigentlich infolge der erhöhten Möglichkeit des Wärmeabflusses die Trennungslinie von den die Ecke bildenden Kanten weiter entfernt sein, als etwa von einer geraden Begrenzung. Wie weitere Versuche gezeigt haben, ist aber diese Abweichung verhältnismäßig gering gegenüber der Wirkung einspringender Ecken. Sie ist auch außerdem praktisch deshalb noch von geringer Bedeutung, weil scharfe ausspringende Ecken selten allein auftreten. Bei symmetrischen Querschnitten treten aber aus Symmetriegründen die besprochenen Verschiebungen der Trennungslinien nicht ein.

Daß es sich wirklich bei einer einspringenden Ecke um einen behinderten Wärmeabfluß handelt, ist leicht einzusehen. Denken wir uns z. B. bei einer ausspringenden Ecke den einen Schenkel gegen Wärmeabfluß isoliert, so bleibt die Schmelze in dessen Nähe heiß. Die Kristalle wachsen also vom anderen Schenkel an den isolierten heran, so daß die Trennungslinie ganz dicht an diesen herangeschoben wird.

Ähnliche Vorgänge

Die Ähnlichkeit physikalischer Vorgänge findet ihren Ausdruck in der formalen Übereinstimmung der mathematischen Ansätze. Da von derartigen verwandten Aufgaben sich oft die eine oder andere durch größere Anschaulichkeit oder leichtere Zugänglichkeit für den Versuch auszeichnet, bieten solche Gleichnisse gelegentlich wertvolle Hilfsmittel zur Lösung von Fragen, wenn der rechnerische Ansatz an sich nicht auflösbar ist¹²⁾.

Dem Erstarrungsvorgang weitgehend ähnlich ist die Auskristallisation einer Lösung, deren Lösungsmittel am Rande fortgeführt wird. Das Verhalten des

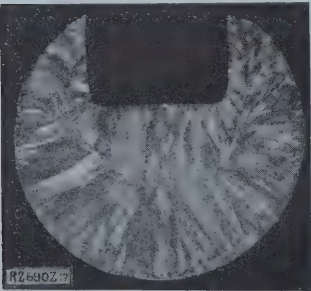
Lösungsmittels ist bestimmt durch die Diffusion, die mit der Differentialgleichung der Wärmeleitung formal übereinstimmt, wenn man an Stelle der Temperatur die Konzentration einsetzt. Auch die Bedingungen an der Erstarrungs-(Kristallisations-)fläche stimmen dann überein. So wären z. B. bei langsamem Kristallisieren gesättigten Salzlösung in einem porösen Zylinder, der die Diffusion des Wassers erlaubt, ganz gleiche Gefügebildungen wie beim Erstarren zu erwarten.

Ein anderer Vorgang ist dagegen die spontane Kristallisation unterkühlter Lösungen. Ein solcher Fall tritt z. B. bei einer zähen Zuckermasse, Abb. 23, vor, wenn zur Herstellung von Konfitüren verwendet wird. Beim Erstarren oder beim Kristallisieren ist für das Kristallwachstum die Fläche der Erstarrungstemperatur oder die Sättigungskonzentration maßgebend, die je nach den Bedingungen mit örtlich und zeitlich wechselnder Geschwindigkeit und Richtung vorwärts wandert. In unterkühlten Lösungen dagegen ist das Fortwachsen der Kristalle bestimmt durch die Kristallisationsgeschwindigkeit von Keimstellen aus. Dies zeigt sich darin, daß die Wachstumsgeschwindigkeit der Grenzfläche zähflüssig-kristallinisch ganz konstant bleibt (in unserem Falle 0,7 mm einem Tag). Daher liegt auch kein Grund für Abweichungen vom geradlinigen Fortwachsen vor. Für diesen Fall aber auch nur in diesem Fall, ist die Temperaturverteilung ohne Einfluß auf die Kristallausbildung¹³⁾. Bei Metallen, wie er besonders in einspringenden Ecken eintritt, entstehen dann verzweigte Dendriten. Im Falle von Abb. 23 sind im Innern der Ecke Keimstellen zu erkennen, von denen aus wieder Kristalle gewachsen sind. Die Seitenflächen der hineinwachsenden Kristalle verlaufen anscheinend, wenn, wie an einspringenden Ecken, es sich um Flächen neuer Keimbildung, auf denen die Kristalle wieder senkrecht aufwachsen.

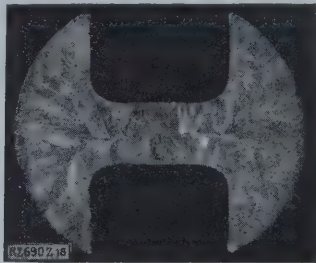
Dieser Fall der Gefügeausbildung entspricht im wesentlichen dem schon erwähnten Bilde, das die Gefälligkeit einer Böschungsfläche, Abb. 20, zeigt. Auch die Fließfiguren bei der Verdrehung von Eisen lassen ganz gleichartige Anordnungen, Abb. 13, erkennen. Ähnlichkeit zwischen diesen Vorgängen und der Kristallisation

¹²⁾ A. und L. Föppel, Drang und Zwang, München und Berlin 1920, S. 80, Bd. 2.

¹³⁾ Vergl. A. Schubnikoff und G. Lämmlein, Z. Krist. (1927) S. 297.



Gegossen bei 575 °C



Gegossen bei 550 °C

Abb. 17 und 18

Zinkgüsse mit ausgesparten Kreis-Querschnitten (1,9 mal vergr.)

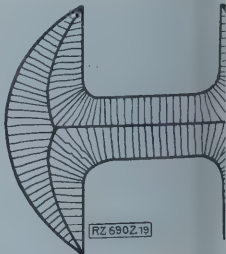
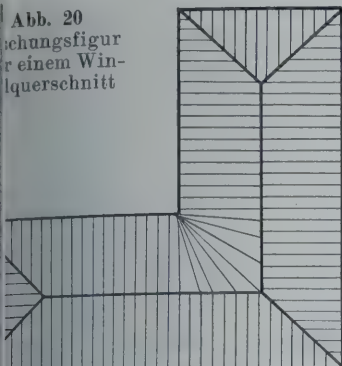


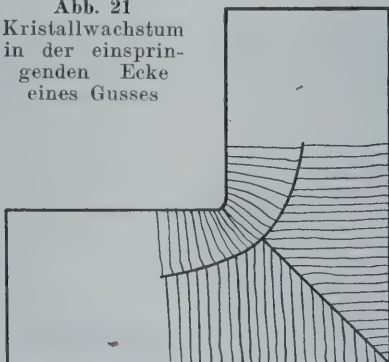
Abb. 19
Böschungsfigur mit
Linien über einem
ausgesparten Kreisquerschnitt

Abb. 20
Böschungsfigur
in einem Win-
querschnitt



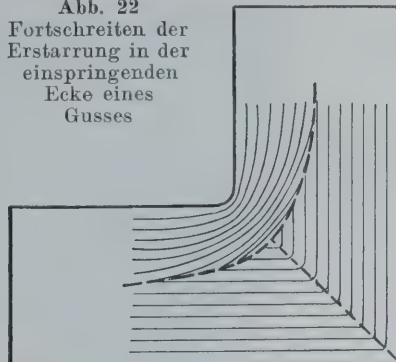
RZ 620Z20

Abb. 21
Kristallwachstum
in der einsprin-
genden Ecke
eines Gusses



RZ 620Z21

Abb. 22
Fortschreiten der
Erstarrung in der
einspringenden
Ecke eines
Gusses



RZ 620Z22

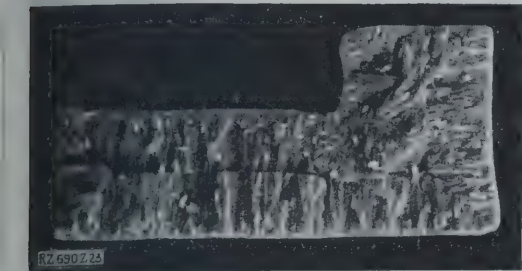


Abb. 23

Bruchbild einer Stange aus durchkristallisierter
Zuckermasse. (1,1mal vergr.).

tion unterkühlter Lösungen ist sehr weitgehend; aber
h zur Erstarrung bestehen offenbar Beziehungen, da
ja die Gefügeausbildung hierbei in erster Näherung
der Böschungsfigur ableiten läßt. Die Abweichungen
men zustande durch den Zwang, dem das Kristall-

wachstum infolge der jeweiligen Lage der Erstarrungs-
fläche unterliegt.

Die Böschungsfläche ihrerseits kann nun auch unter
Umständen als Sonderfall einer unter Innendruck
stehenden Membran gedeutet werden. Die Mem-
bran kann sich zu einer Böschungsfläche ausbeulen, wenn
sie durch Einzelkräfte belastet wird. Die Ähnlichkeit mit
dem Erstarrungsvorgang liegt darin, daß bei der Membran-
gleichung der Innendruck die gleiche Bedeutung hat wie
bei der Wärmeleitung die zeitliche Temperaturänderung.
Wenn sich hieraus auch noch keine anschauliche Brücke
von einem Vorgang zum andern schlagen läßt, so weichen
doch die Gefügebilder im selben Sinne vom Böschungs-
gleichnis ab, wie die Fläche einer unter gleichmäßigem
Innendruck stehenden Membran. Eine weitere Verfolgung
der hier angedeuteten Beziehungen zur quantitativen Ein-
sicht in den Erstarrungsvorgang scheint nicht aussichts-
los zu sein.

Für die Unterstützung bei der Durchführung der Ver-
suche und Herstellung der Aufnahmen sind wir Fräulein
E. Reidemeister zu Dank verpflichtet.

[B 690]

Bemerkenswerte neuere Bauteile für Stadtröhrrposten

Von Oberbaurat Kasten, Berlin-Charlottenburg

Ausbau der Stadtröhrrposten — Bauteile aus der letzten Zeit,
wie Luftventile, Fahrrohrkontakte, Fahrgerät, Rohrverbindung,
Selbstausschleuser, Büchsenzähler usw. — Versuche über die
Fahrgeschwindigkeit

Die Deutsche Reichspost ist mit dem Ausbau ihrer Stadt-
röhrrpostanlagen in den letzten Jahren sehr gut vorwärts-
kommen. Die größte Anlage in Berlin ist durch eine neue
Linie verbessert worden, für die Luftversorgung ist im
Ausbau des Fernamtes ein Heiz- und Röhrrpost-Kraftwerk
auf worden, die Anlage in München ist bedeutend er-
weitert, die Stadtröhrrpost in Hamburg einem vollständigen
Ausbau unterzogen worden. Ganz neue Anlagen sind in
Mannheim, Dortmund, Düsseldorf und Göttingen
aufgestellt; in absehbarer Zeit wird wohl kaum eine deutsche
Großstadt ohne Stadtröhrrpost sein. Auch das Ausland
nimmt dem deutschen Beispiel zu folgen; es sind Stadt-
röhrrposten in der Schweiz, in Skandinavien, Italien er-
baut und neu gebaut worden; auch in Paris, Wien, in
Japan und in den südamerikanischen Staaten be-
stehen Erweiterungs- und Neubaupläne.

Man benutzt noch immer die Luft als Treibmittel, ob-
wohl sie die recht unangenehme Eigenschaft hat, besonders
im Witterungswechsel Feuchtigkeit in den Rohren ab-
zusetzen. Auch gibt es kein Gebläse, das allen Anforderun-
gen des Betriebes von Stadtröhrrposten in jeder Beziehung
gerecht würde.

In den großen Röhrrpostnetzen, wie wir sie in Paris,
Wien und in Berlin¹⁾ vorfinden, ist man noch heute bei
der Luftversorgung von einer Stelle aus mit größeren Ge-
bläseanlagen geblieben und wird dies, abgesehen von beson-
deren Einzelfällen, auch wohl beibehalten. Die größeren
Gebläse sind ausnahmslos Kolbengebläse; ihre Leistung ist
nicht groß genug, um die wirtschaftliche Grenze der Turbo-
gebläse zu erreichen.

Über die Frage, ob man für jedes Fahrrohr ein Gebläse
aufstellen oder die Leistung an den Stellen, wo mehrere
Rohre zusammenlaufen, zu größeren Einheiten zusam-
menziehen soll, entscheidet wie oft in der Technik das Gefühl
für das Zweckmäßige, besonders wenn man die Benutzungs-
dauer nicht kennt. In Berlin sind je nach den örtlichen Be-
dingungen größere Gebläseanlagen mit Einzelleistungen bis
über 200 PS vorhanden, daneben auch noch kleinere für
Einzelrohre. Die großen Anlagen werden, soweit sie mit
Dampf betrieben werden, im Winter zur Raumbeheizung mit-
benutzt. Man ist hier zum gemischten Betrieb übergegangen
und verwendet elektrische und Dampfgebläse.

Um nun die Luftlieferung der Gebläse dem wechselnden
Luftbedarf anzupassen, hat man verschiedene Hilfsmittel
benutzt, wie sie auch sonst im Gebläsebetrieb bekannt sind;
als Eigentümlichkeit des Röhrrpostbetriebes kann man eine
Steuerung auffassen, bei der das Gebläse, das gleichzeitig für

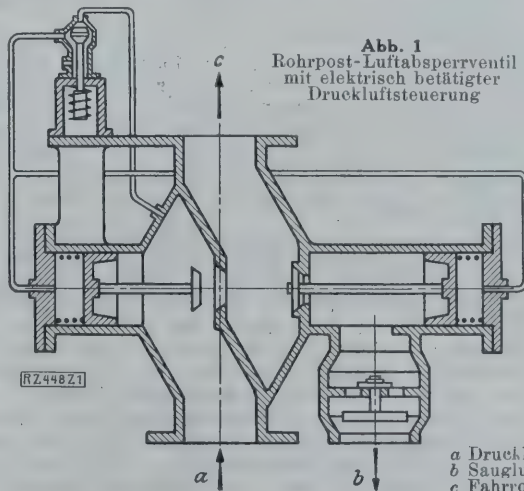


Abb. 1
Röhrrpost-Luftabsperrentil
mit elektrisch betätigter
Druckluftsteuerung

RZ 448Z1

a Druckluft
b Saugluft
c Fahrrohr

¹⁾ Vergl. a. Z. Bd. 61 (1917) S. 709.

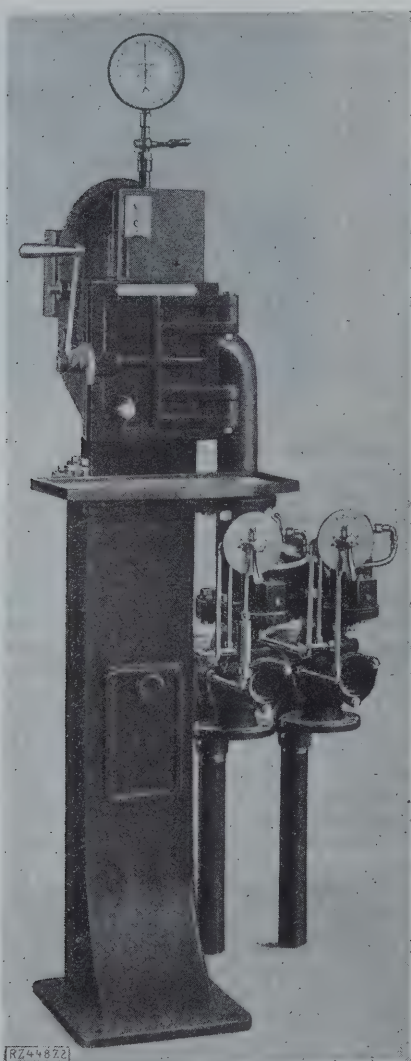


Abb. 2
Kammerapparat mit Luftumsteuerung der
Deutschen Telefonwerke, Abt. Hardegen
& Co., für die Stadtröhrrpost in Berlin

Saug- und Druckluftbetrieb arbeitet, durch einen Druckmesser so gesteuert wird, daß die Saugseite mit der Außenluft verbunden wird, wenn die Liefermenge der Druckseite zu gering ist. Bei den größeren Stadtröhrrpost-Anlagen hat man vielfach noch den Antrieb der Gebläse durch Dampf- oder Dieselmachine beibehalten, um von allen Störungen der öffentlichen Stromversorgung unabhängig zu sein. Diese Störungen können auch bei kurzer Dauer für die Röhrrpost empfindlich werden, weil die Büchsen in den Fahrrohren mit ihren eiligen Sendungen (Telegrammen) stecken bleiben und beim Wiedereingangssetzen leicht Irrtümer in der Bedienung vorkommen können.

Je größer die Zahl der von einem Gebläse versorgten Röhre ist, um so mehr wird der Luftbedarf sich ausgleichen. Zum An- und Abschalten der Luft für die einzelnen Fahrrohre benutzt man elektrisch gesteuerte Luftventile, Abb. 1. Da die Röhre größtenteils mit Luftwechsel, also abwechselnd in der einen Richtung mit Druckluft, in der andern mit Saugluft befahren werden, so sind zwei Ventile erforderlich; jedes wird durch einen mit ihm verbundenen Kolben gesteuert.

Abb. 2 zeigt ein Luftwechselgerät mit den unterhalb der Tischplatten angeordneten beiden Ventilen. Die Ventile können mit der Hand oder elektrisch gesteuert werden, so wird z. B. die Druckluft durch einen am andern Röhrende angebrachten Kontakt nach Eintreffen einer Büchse oder eines Zuges abgestellt. Durch Versuche hat sich eine Luftersparnis bis zu 30 vH gegenüber dem Handbetrieb mit von Hand gegebenen Schauzeichen ermitteln lassen.

In der neueren Röhrrposttechnik spielen überhaupt Kontakte im Fahrrohr oder in den Apparaten eine sehr große Rolle. Dabei sind allerlei Schwierigkeiten aufgetreten: u. a. ist die Berührungszeit, wenn eine Büchse mit großer Ge-

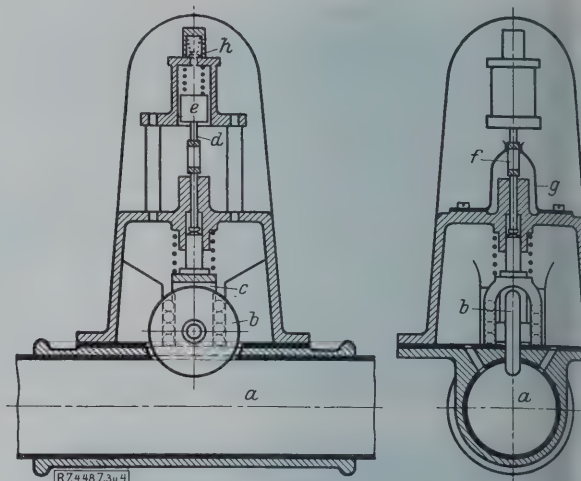


Abb. 3 und 4
Rohrpost-Fahrrohrkontakt

a Fahrrohr b Rädchen c Schlitten d Stange e Kolben
f Kontakt g Kontaktfeder h Rückschlagventil

schwindigkeit fährt, sehr gering; Öl und Feuchtigkeit verursachen allerlei Hemmungen, bei zu scharfer Einsteckung wird das Fahrgerät beschädigt.

Einen schon seit mehreren Jahren bei der Stadtröhrrpost in Berlin benutzten Fahrrohrkontakt zeigen Abb. 3 und 4.

In das Fahrrohr *a* taucht ein Rädchen *b*, dessen Achse in einem auf Kugeln gelagerten Schlitten *c* leicht beweglich gelagert ist. Das Rädchen stößt gegen die Stange *d*, die den Kolben *e*, die die Kontakte *f* und die Kontaktfeder *g* trägt. Wenn man einen Kontakt von längerer Dauer erreichen will, wird der Rückgang des Kolbens durch ein Rückschlagventil *h* verzögert. Für die Bauart sind also drei Gedanken bestimmend gewesen: leichte Beweglichkeit von der Büchse schlagartig angestoßenen Massen, Teilung der zu bewegenden Massen und Verlängerung der Berührungsdauer durch ein Verzögerungsventil. Der Kontakt wird durch ein leicht abnehmbares aus Gußeisen bestehendes Gehäuse gegen Beschädigungen und Feuchtigkeit geschützt.

Dynamisch bildet der Kontakt mit der ihn berührenden Büchse eine Einheit; Form, Bauart und Baustoff der Büchse sind daher ebenfalls von Bedeutung. Bei der Berliner Stadtröhrrpost wird noch immer die langbewährte Aluminiumbüchse mit darübergeschobener Lederhülse benutzt; die straffe Lederkappe ist allen Büchsenarten gemeinsam.

Man benutzt neuerdings Büchsen aus Zellhorn; da der Stoff aber mit der Zeit spröde wird, empfiehlt sich eine Verstärkung durch Aluminium, Abb. 5. Dabei wird auch eine sehr wichtige Forderung erfüllt, nämlich eine haltbare Befestigung der Stulpe am Körper der Büchse, die sonst von den Kontakten oder von den Vorsprüngen

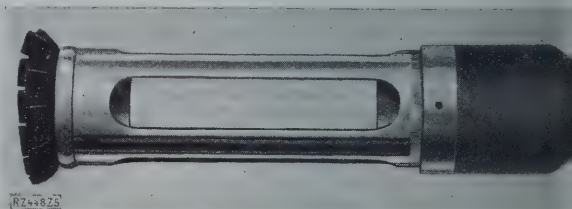


Abb. 5
Stadtröhrrpostbüchse aus Zellhorn und Duralumin

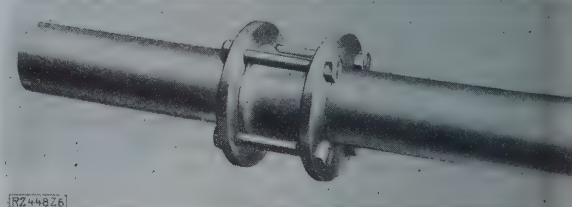


Abb. 6
Muffenverbindung

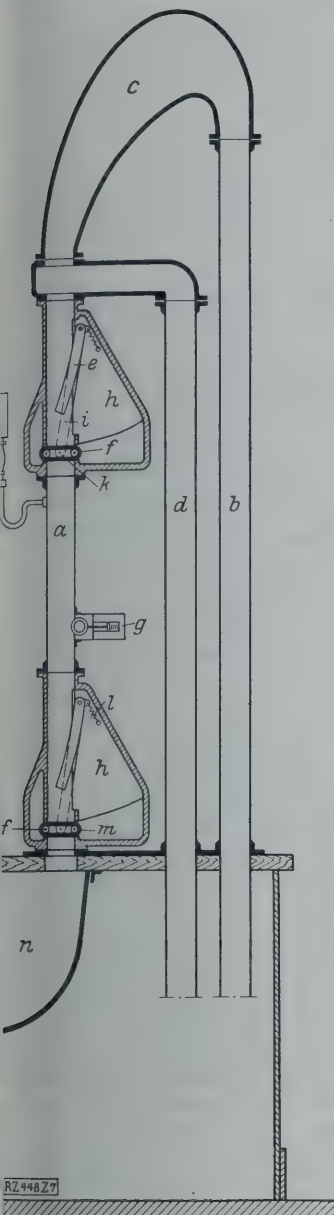


Abb. 7
Hochdruck-Sende- und Empfangsgerät mit selbsttätiger Büchsen-ausschleusung

- a Schleusenammer
- b Fahrrohr
- c Scheitelbogen
- d Luftrohr
- e Zunge
- f Rollschieber
- g Fahrrohrkontakt
- h Gehäuse für den Rollschieber
- i Befestigungslasche des Rollschiebers
- k Gummiband
- l Feder der Kontaktzunge
- m unterer Rollschieber
- n Auslaufschuh

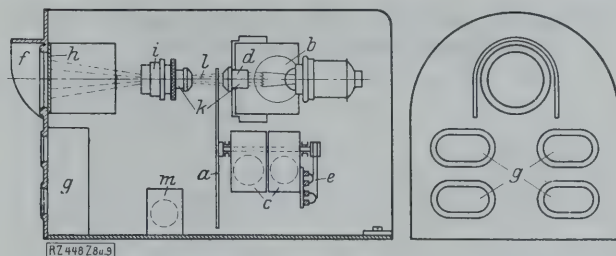


Abb. 8 und 9
Rohrpost-Büchsenzähler

- a Zifferscheibe
- b Lichtquelle
- c Vorwählerrelais
- d Sammellinse
- e An- und Abstellvorrichtung für das Gehäuse
- f, g, h Fenster
- i } Objektiv
- k } Strahlenbündel
- l } Kontakt Speichervorrichtung
- m }

den der folgenden Büchsen von der Bedienung des Empfängers unabhängig wird. Man bildet zu diesem Zweck eine von zwei Absperrorganen eingeschlossene Schleusenammer a aus, Abb. 7. Diese Absperrungen werden von eigenartigen Gebilden bewirkt, die man als Rollschieber bezeichnen kann. Um sie zu bewegen, stehen nur das Gewicht der Büchse und eine geringe Massenwirkung zur Verfügung. Die ankommende Büchse steigt im Fahrrohr b auf und überfährt den mit einseitigem Gefällwechsel versehenen Scheitelbogen c. Der größte Teil der lebendigen Kraft wird durch den Stoß gegen die obere Wandung des Bogens vernichtet; eine geringe Zunahme erfährt sie dadurch, daß das Luftrohr d unterhalb des Scheitelbogens angeschlossen ist. Die Büchse streift jetzt eine Zunge e, an der durch zwei Laschen der Rollschieber f befestigt ist, der jetzt nach rechts ausschwingt. Die Büchse kommt hierbei mit der abdichtenden Fläche des Schiebers nicht in Berührung; das ist ein Vorteil, der sich in größerer Lebensdauer der Schieber auswirkt. Der Rollschieber f besteht aus einem endlosen Gummiband, das über zwei in Kugeln gelagerten Rollen gespannt ist; ein in die Schleusenammer a eingebauter Fahrrohrkontakt g gibt das Ankunftszeichen und stellt das Gebläse oder die Luft ab, wenn keine Büchse mehr im Rohr läuft.

Auffallend bei dem Gerät ist der einseitig gelegte Knickpunkt des Scheitelbogens, der den Zweck hat, ein Steckenbleiben der Büchse an dieser gefährlichen Stelle, wo sie wegen der Querschnittserweiterung dem Einfluß der Treiblufte größtenteils entzogen ist, zu verhindern.

Zwischen dem Empfänger und dem Gebläse wird ein Büchsenzähler eingeschaltet, ein gleicher befindet sich am Sender. Sobald die erste Büchse abgeschickt ist, zeigt sich an beiden Zählern die Zahl 1, und das Gebläse wird eingeschaltet. Jede weitere Büchse schaltet die nächste Zahl ein, und jede ankommende zählt um eine Zahl rückwärts. Die Betriebsicherheit des Zählers ist sehr wichtig, da es vorkommen kann, daß beim falschen Zählen (falscher 0-Stellung) das Gebläse abgeschaltet wird, obwohl noch Büchsen im Rohre stecken, die dann u. U. nach langer Pause — im ungünstigsten Fall am nächsten Tage — bei Betriebsbeginn gefunden werden.

Einen neuen Büchsenzähler zeigen Abb. 8 und 9. Sein Hauptbestandteil ist eine Zifferscheibe a, die sich vor einer Lichtquelle b bewegt; die Bewegung wird ihr durch den vom Fahrrohrkontakt kommenden Stromstoß mittels eines Vorwählerrelais c, das der Fernsprechtechnik entnommen ist, erteilt. Die Lichtquelle wird durch die Sammellinse d verstärkt. Mit dem Relais c ist eine An- und Abstellvorrichtung e für das Gehäuse verbunden. Außer dem oberen Fenster f für die Ziffer, die die Büchsenzahl angibt, sind in der Vorderwand des Gehäuses noch vier Fenster g vorgesehen, durch die man den Betriebszustand überwachen und z. B. erkennen kann, ob im Fahrrohr mit Druck- oder Saugluft gearbeitet wird. Die in Abb. 1 bis 9 gezeigten Einrichtungen sind Ausführungen der Deutschen Telephonwerke, Abteilung Hardegen & Co.

In der letzten Zeit sind eingehende Versuche bei der Berliner Stadtröhropost auch über die Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit von der Büchsenzahl angestellt.

[M 448]

Rohrverbindungen abgestreift werden würde. Für Haltbarkeit der Büchsen ist also auch die der Rohre und deren Verbindung von Wichtigkeit. Man benutzt daher auch seit kurzem nahtlos gezogene Stahlrohre mit Muffenverbindung, Abb. 6. Diese Verbindung hat vor aufgewalzten Flanschen den Vorteil, daß die Lauffläche ohne jeden Eingriff in ursprünglichen Glätte und Genauigkeit erhalten bleibt, und beim Walzen stets eine Wulst und eine Erweiterung ist. Durch Versuche hat man festgestellt, daß diese den Muffenbau sehr erleichternde Verbindung mehr als 7 Zug und mehr als 100 at inneren Druck zu ertragen vermag. Die glatten Rohre erhöhen nach den in Berlin angestellten Versuchen die Fahrgeschwindigkeit um mindestens 20 vH. Über den Einfluß der glatten Muffenverbindung liegen Versuchsergebnisse noch nicht vor, da erst Teilstrecken in Berlin damit ausgerüstet sind. Bekannt, daß in einer Sekunde von einer Büchse etwa zwei überfahren werden, so wird man, abgesehen von der Beschleunigung des Fahrgerätes, auch eine Erhöhung der Geduldigkeit erwarten.

Man bevorzugt neuerdings Empfangsgeräte mit selbsttätiger Auswerfen der Rohrpostbüchsen, damit das Absen-

Elektrische Antriebe für Arbeitsmaschinen im technischen Unterricht

Von Oberingenieur H. Becker, Düsseldorf

Die Frage der Wahl des richtigen Antriebes für die Arbeitsmaschinen der Werkstätten — Einzel-, Gruppen- oder Sammelantrieb — hat man bisher noch nicht einheitlich und eindeutig beantworten können. Darüber besteht indessen kein Zweifel mehr, daß sich für alle hier in Betracht kommenden Antriebsarten, wie immer sie auch gestaltet sind, die Elektrizität als alleinige Antriebskraft durchgesetzt hat. Lediglich die Eigenschaften des Übertragungsmittels (Art, Länge usw.) nach der Umsetzung des elektrischen Kraftstromes in den mechanischen bestimmen die Zugehörigkeit zu einer der drei Gruppen. Ihre wichtigsten Glieder, die Transmissionen, Vorgelege, Rädertriebe, Riemen, Seile usw. haben nur die Kraft, fortzuleiten, zu kuppeln, d. h. auf die Maschine zu übertragen oder die Geschwindigkeit zu ändern, und es ist zur Genüge bekannt, daß der elektrische Kraftstrom in weitaus den meisten Fällen dies alles viel vollkommener tut als die mechanischen Übertragungsglieder. Es kann somit nicht wundernehmen, daß einmal die Elektrizität in immer steigendem Maße zur Kraftübertragung in den Werkstätten herangezogen wird, daß man zweitens den Weg des mechanischen Kraftstromes bis zum Werkzeug immer mehr zu verkürzen, den des elektrischen entsprechend zu verlängern bestrebt ist und daß zum dritten die Eigenschaften des Gleichstromes als eines verlustlosen Geschwindigkeits- und Richtungswechslers ganz selbstverständlich bevorzugt werden. So kam man mit der Entwicklung der Elektrotechnik ganz von selbst zum elektrischen Einzelantrieb der Arbeitsmaschinen. Zuerst gelang die Einführung bei den Großwerkzeugmaschinen, augenscheinlich, weil dort die Vorteile am sichtbarsten waren; fast gleichzeitig setzte sie aber auch bei den Klein- und Kleinstmaschinen (z. B. Handbohrmaschinen, Hobelmaschinen usw.). Heute wird kaum noch eine Gruppe und auch innerhalb dieser kaum eine Arbeitsmaschine zu finden sein, bei der nicht der unmittelbare elektrische Einzelantrieb mit Erfolg durchgeführt werden konnte.

Dank den vorzüglichen Leistungen der deutschen Elektrotechnik war Deutschland bis in die ersten Kriegsjahre hinein auf diesem Gebiete der Schrittmacher für alle Länder. Dann mußte die Führung an das industriell fortschrittlichste Land, an Amerika, abgetreten werden — auch wieder ein Zeichen der Richtigkeit der Bewertung des Einzelantriebes —, und wir haben als Kronzeugen Ford selbst, der in seinem Buch¹⁾ erzählt, daß in seinen neueren Werken als einzige mögliche Antriebsart für Arbeitsmaschinen der Einzelantrieb durchweg benutzt worden sei. Wie die Veröffentlichungen und Verkaufsanzeigen vieler deutscher und englischer Firmen erkennen lassen, haben aber auch in diesen Ländern die Bestrebungen zur weiteren Vervollkommenheit des Einzelantriebes nicht aufgehört und gerade Deutschland scheint, soweit uns die Verhältnisse in Amerika bekannt geworden sind, auf dem besten Wege zu sein, die Führung, besonders was die Güte anbelangt, wieder an sich zu reißen. Man kann heute bei uns wohl jede Arbeitsmaschine mit Einzelantrieb erhalten, zum mindesten aber ist Einscheibenantrieb vorgesehen, der den Anbau eines Elektromotors mit Spannrolle oder dergl. leicht gestattet und überhaupt als Zwischenstufe, besser gesagt als Wegebereiter für den Einzelantrieb angesehen werden kann. Als eine der letzten Errungenschaften auf diesem Wege kann die Eroberung der Holzbearbeitungsmaschinen durch den Einzelantrieb angesehen werden, der auch in Amerika bereits in großem Umfange festen Fuß fassen konnte. Ein gleiches Bild zeigt der Hebezeugbau, der schon seit Jahren fast vollkommen auf elektrischen Betrieb umgestellt ist. Nur Anlagen für gelegentlichen und vorübergehenden Betrieb (z. B. bei Montagen) bilden hier vielleicht eine erzwungene Ausnahme.

Ein getreues Spiegelbild dieser Verhältnisse, soweit es sich um Werkzeugmaschinenantriebe handelt, und von

dieser Maschinenart, als der bedeutendsten in Werkstätten betrieben, soll hier vorzugsweise die Rede sein, bietet die Maschinenschau des deutschen Werkzeugmaschinen auf der Leipziger Messe. Die Auswahl der dort gezeigten Ausstellungsgegenstände erfolgt vornehmlich folgenden zwei Gesichtspunkten: einmal entsprechende Nachfrage: man will dem Kunden das anbotene gerade von vielen Seiten gebraucht wird, zum anderen sprechend der Neuheit: man will als Reizmittel technischen Fortschritt vorführen. Hinsichtlich beider Gesichtspunkte spielte auf den letzten Messeveranstaltungen der elektrische Einzelantrieb eine hervorragende Rolle, gab wohl keinen Stand in der Halle 9, auf dem nicht mehr oder weniger großem Umfang Einzelantriebe von einfachster Art bis zur vollkommensten Durchbildung zu sehen waren²⁾.

In reichlich schroffem Widerspruch zu diesen Verhältnissen steht die Tatsache, daß gerade dem elektrischen Antrieb der Arbeitsmaschinen im Unterricht an unseren Hoch- und Fachschulen im Vergleich zu anderen Teilgebieten nicht die seiner Wichtigkeit entsprechende und dringend notwendige Beachtung geschenkt wird. Nehmen wir andere Abschnitte aus dem weiten Gebiet des Werkzeugmaschinenbaues: wieviel Bücher, Abhandlungen, Vorträge usw. sind da nicht schon erschienen. Wir finden nur die Frage der Zerspanung, die Berechnung der Laufgetriebe, die Frage der Toleranzen usw.; über die sonstigen Belange, die die richtige Auswahl, Anordnung und den Betrieb von Antriebsmotoren, des Schaltgerätes, der Leitungsführung usw. betreffen, ist unser technisches Schrifttum nur wenig ergiebig, aus der Feder technischer Lehrer und Fachlehrer vollends derartige Mitteilungen nur ganz spärlich erschienen. Nur vereinzelt trifft man einen Verfasser, dem dann bekannt ist, daß er vor Aufnahme seines Berufs in der Regel als Konstrukteur in einer Werkzeugmaschinenfabrik tätig war und aus der Erfahrung die Wichtigkeit gerade auch dieses Zweiges seines Berufs gebieterisch kennt³⁾. Die Frage der elektrischen Umkehrantriebe, ihr Vergleich mit den mechanischen Umkehrantrieben, die Frage der Zweckdienlichkeit der elektrischen Antriebe der Scheren und Pressen, die Bedeutung des Schwungrades bei diesen, die Wahl der Drehbereiche der Motordrehzahlen, die Frage der Zweckmäßigkeit der Druckknopfsteuerungen bei Arbeitsmaschinen, die Grenze ihrer Wirtschaftlichkeit und viele andere, die gleicher Wichtigkeit sind und noch nicht endgültig gelöst werden konnten, manch wertvolles Thema für Diplom- und Ingenieurarbeiten liefern. Ein weiteres wichtiges Gebiet ist die Frage der Elektrowirtschaft in Werkstätten, die Wahl der Stromart und Spannung nach Zweckmäßigkeit, Wirtschaftlichkeit usw., also sehr viele Fragen ohne ausgiebige Antwort für den Fragenden. Der Hinweis, daß diese Fragen in das Lehrgebiet der Elektrotechnik gehören, hätte genügt, heute sind sie aber so sehr in das Gebiet des Werkzeugmaschinenbaues und des Fabrikbetriebes hineingewachsen und mit ihm verbunden, daß sie auch gemein mit ihm behandelt werden müßten. Meines Wissens sind aber nur bei den wenigsten Lehrstühlen der Elektrotechnik dies der Fall.

Die von den Hoch- und Fachschulen kommenden Konstrukteure bringen in den seltensten Fällen genügende Vorkenntnisse auf diesem Teilgebiet mit, sie fühlen selbst die Lücke sehr, die auszugleichen dann sehr schwer ist. Auch der junge Assistent im Betriebe kann von ein Lied singen. Es gibt heute kein Gebot, Maschinenbaues mehr, auf dem nicht die Elektrotechnik mehr oder weniger großem Umfang ihren Einfluß halten hätte. Vom Standpunkte der Praxis muß eine größere Schulung der Studierenden des Maschinenbaues an unseren Hoch- und Fachschulen auf diesem Gebiete der Elektrotechnik gefordert werden, als sie bisher war, wobei vornehmlich die Fragen des Antriebes, besonders zu erörtern wären.

Wenn diese Zeilen hierzu beitragen, so ist ihr Zweck erfüllt; aber Eile tut not, denn fast kommt diese Forderung schon zu spät!

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 817 und 885.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 66 (1922) S. 14; Z. Bd. 68 (1924) S. 6 und 29; (1925) S. 265; Z. Bd. 70 (1926) S. 1172 und 1251; „Maschinenbau“ S. 274.

³⁾ „Mein Leben und mein Werk“, Leipzig 1923 S. 133.

Kohle als Werkstoff

Von Professor Dr. K. Arndt, Charlottenburg

Wahl der Rohstoffe für die Elektrodenherstellung, das Pressen und Brennen der Kohlenelektroden und ihre Verwendung im Karbidofen, in der Aluminiumgewinnung und in der Chloralkalielektrolyse — Prüfung der Kohlenelektroden für die verschiedenen Verwendungen — Elektrische Graphitierung der Elektrolysekohlen — Geschichte der Elektrodenherstellung, der Herstellung von Kohlenstiften für Elemente und von Dynamobürsten

Nicht nur als Brennstoff, sondern auch als Werkstoff spielt die Kohle in der elektrotechnischen und besonders in der elektrochemischen Industrie wichtige Rolle. Nach meiner Schätzung werden jährlich 300 000 t veredelter Kohle verbraucht, und zwar als Ofenelektroden zur elektrothermischen Gewinnung von Karbid, Ferrolegierungen, hochwertigem Stahl, Zirkon und Phosphor, als Anodenblöcke für die elektrolytische Erzeugung von Aluminium und Natrium, als graphitierte Anoden für die Chloralkalielektrolyse, als Kohlenstifte für galvanische Elemente, als Bürsten usw. Freilich leidet die Kohle auch bei der besten Verarbeitung bei weitem nicht so gut wie die Metalle und ist auch nicht so fest wie diese; aber sie verträgt besser die hohen Temperaturen und den ständigen chemischen Einflüssen, durch die z. B. Kupfer und Eisen rasch zerstört werden.

Als Rohstoffe werden von den Elektrodenfabriken Anthrazit, Koks und Retortenkohle verbraucht. Der Anthrazit, das Endglied der natürlichen Umwandlung des Holzes zu Kohlenstoff, enthält noch einige flüchtige Bestandteile, die ihm vor der Verarbeitung durch Glühen unter Vakuum entzogen werden, ferner mineralische Bestandteile (Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxyd, Kalk), die bei seiner Verbrennung als Asche zurückbleiben. Der Anthrazit enthält nur etwa 3 vH Asche; er soll von der Verfrachtung und Lagerung und eingesprengtem Schwefel möglichst frei sein.

Die Forderung niedrigen Aschengehaltes gilt auch für den Koks, den wichtigsten Rohstoff der Elektrodenfabriken. Am reinsten ist Pechkoks und vor allem Petroleumkoks, der deshalb für die Anoden der Aluminiumbäder am besten geeignet ist; denn alles Silizium und Eisen, das in der Asche enthalten ist, geht in die Badschmelze und aus der Asche in das an der Kathode abgeschiedene Aluminium. Aluminium mit mehr als 99 vH Reinheit kann nur durch Anoden aus bestem Petrolkoks mit höchstens 1/2 vH Asche hergestellt werden. Der galizische Petrolkoks ist durch einen erheblichen Salzgehalt minderwertig; salzhaltige Krusten müssen sorgfältig abgeschlagen werden. Bei den Elektroden für Karbidöfen schadet hin-

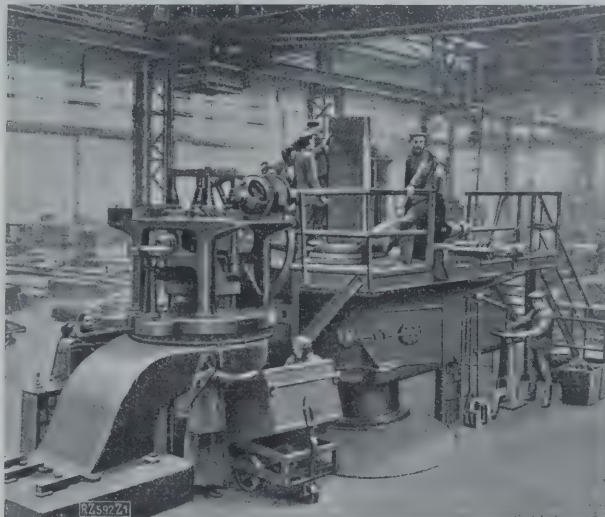


Abb. 1

Große Elektrodenpresse der Rütgerswerke

gegen einen höheren Aschengehalt nichts; hier kommt es neben guter Leitfähigkeit vor allem auf Festigkeit an, die in erheblichem Maße vom Gefüge des Rohstoffes abhängt; mürber Koks gibt eine schlechte Ofenelektrode.

Die sehr dichte Retortenkohle (fälschlich Retortengraphit genannt), die sich beim Verkoken der Kohlen durch Zerfall von Kohlenwasserstoffen an der glühenden Retortenwand abscheidet, ist ein ausgezeichnete Rohstoff, steht uns aber in viel zu kleinen Mengen zur Verfügung, weil einerseits in den heutigen Gaswerken und Kokereien jene Zersetzung möglichst vermieden wird und andererseits die Elektrodenherstellung riesig gewachsen ist. Man nimmt deshalb die Retortenkohle hauptsächlich zu Elektroden für Elektrostahlöfen, weil hier an die Festigkeit besonders hohe Ansprüche gestellt werden. Abbröckelnde Elektroden können z. B. in den Strahlungsöfen der Bonner Bauart den Kohlenstoffgehalt des Edelstahles höchst unangenehm verändern.

Bei den Karbidöfen bedeuten Elektrodenbrüche zwar kein Verderben der Beschickung, aber eine böse Betriebsstörung, zumal wenn die Elektrode oben am Kopfe bricht, was während des Krieges wegen der oft schlechten Rohstoffe nicht selten vorkam. Dann muß der Strom abgeschaltet, das abgebrochene Stück aus dem weißglühenden Herd gefischt und eine neue Elektrode in das Paket eingesetzt werden. Bedenkt man, daß in den heutigen Riesensäulen für 8 bis 12 000 kW Belastung die Kohlenelektroden von z. B. 1800 mm Länge und 500 × 500 mm² Querschnitt über 700 kg wiegen (je drei oder vier von ihnen sind zu einem Paket vereinigt), daß am Fuß der Elektroden eine Temperatur von etwa 2000° herrscht, während die eiserne Fassung ihres Kopfes durch Wasser gekühlt wird, so leuchtet ein, daß es keine geringe Aufgabe ist, aus einem an sich spröden Werkstoff, wie Kohle, Elektroden für derartig hohe Beanspruchung herzustellen; außerdem soll ja die Elektrode den Strom möglichst gut leiten und durch Abbrand an der Luft möglichst wenig verzehrt werden.

Zur Herstellung solcher Ofenelektroden werden der entgaste Anthrazit und der Koks zerkleinert, gemahlen, gesiebt und mit genau bemessenen Mengen von Pech und

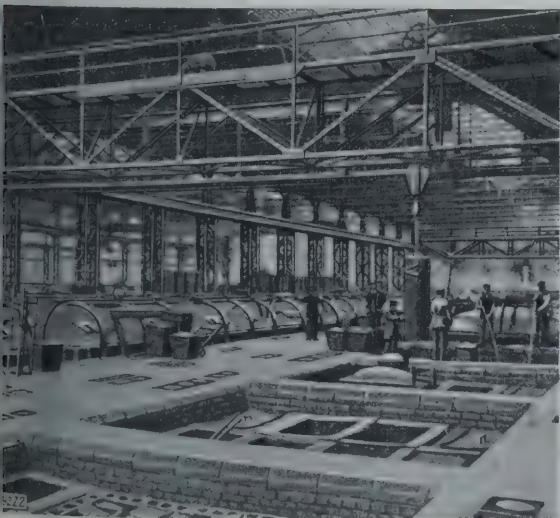


Abb. 2

Ringofen zum Brennen von Elektroden

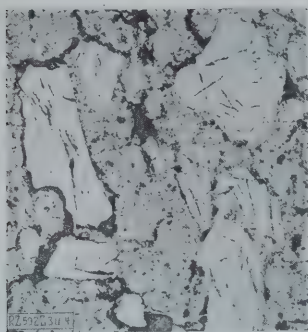


Abb. 3
Schliff einer Elektrode mit
grobem Gefüge; Vergr. 4 fach



Abb. 4
Retortengraphit,
Vergr. 250 fach

bestem Teer als Bindemittel innig gemischt. Diese in der Wärme bildsame Masse wird nun durch Strangpressen zu Elektroden von rechteckigem oder kreisförmigem Querschnitt geformt. Abb. 1 zeigt eine große Elektrodenpresse der Firma Rütgerswerke, A.-G., Abt. Planiawerke, Ratibor; aus dem Mundstück des mit Dampf geheizten Zylinders steigt unter hohem Wasserdruck die Elektrode empor. Nach dem Verfahren der Firma Gebr. Siemens & Co., Berlin-Lichtenberg, werden dagegen die Elektroden in Formen gestampft. Die sog. „grünen“ Elektroden läßt man nun auf ebenen eisernen Platten lagern, bis sie genügend erhärtet sind, und führt sie dann in die Brennöfen über. In diesen, von der Firma Meiser, Nürnberg, gebauten Ringöfen, Abb. 2, werden die Elektroden aufrecht stehend und mit Kohlenpulver umschüttet, allmählich bis über 1000° erhitzt und dann langsam abgekühlt. Das Brennen erfordert etwa 14 Tage¹⁾.

Die aus dem Ofen kommende Elektrode wird abgeputzt und dann geprüft. Sie soll beim Anschlagen mit dem Hammer einen hellen Glockenton geben; in die Tiefe gehende Risse (oberflächliche Risse sind zumeist belanglos) oder ungenügendes Brennen verraten sich durch den Mißklang. Einen gewissen Maßstab für die Güte der Elektrode gibt der elektrische Widerstand. Er wird gemessen, indem man längs durch die Elektrode einen Strom von bekannter Stärke, z. B. 100 A, schickt und den Spannungsabfall zwischen angepreßten Hilfselektroden

mißt. Der spezifische Widerstand (bezogen auf 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt) beträgt im allgemeinen Zimmertemperatur 60 bis 100 Ω . Er ist indessen allein maßgebend für die Güte einer Elektrode.

Je nach Art des elektrischen Ofens und der Belastung des Elektrodenquerschnittes ist das Geometrie der Elektrode verschieden zu gestalten. Für die großen Öfen ist im allgemeinen ein grobes Gefüge zweckmäßig, Abb. 3; die großen Anthrazitbrocken möglichst gleichmäßig in der feinen Grundmasse und mit ihr durch das beim Brennen verkockte Mittel verkittet. In anderen Fällen ist ein feineres Gefüge erwünscht, wie es früher bei den kleinen Ofenelektroden allgemein üblich war.

Durch die Mikrophotographie kann man von den Bestandteilen der Elektrode auf dem Schliffbild eine hohe Vergrößerung ($V=500$) den Retortengraphit unzweideutig nachweisen; er hat einen eigentümlichen Rosenknospen ähnlichen Bau, Abb. 4, der dadurch steht, daß sich um feste Kerne der Kohlenstoff

Besonders hoch werden die Abstichelektroden mit Strom belastet, Stäbe von etwa 10×10 cm² Querschnitt, mit denen man in die dicke Karbidkruste die Abstichlöcher der Riesenöfen schließt, mit dem bogen ein Loch brennt, durch das das blendend

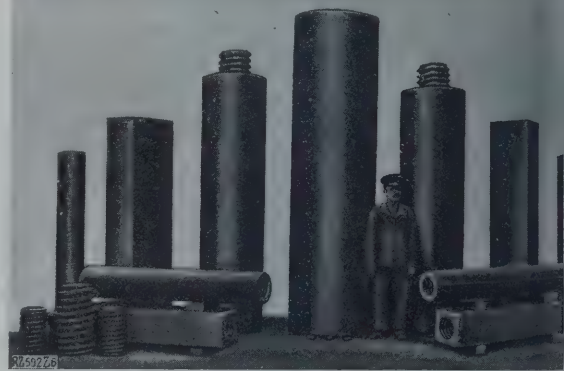


Abb. 6
Elektroden von Gebr. Siemens & Co., Berlin-Lichtenberg
Die Rundelektrode in der Mitte hat 800 mm Durchmesser
3200 mm Höhe und wiegt 2300 kg.

¹⁾ Seit einigen Jahren verwenden nicht wenige Karbidwerke usw. die Söderberg-Elektrode, die oberhalb des elektrischen Ofens in Formen aus Eisenblech gestampft wird und sich beim Nachschub durch die dem Ofenherd entströmende Hitze garbrennt. Ob diese eigene Herstellung am Ort oder der Bezug von einer Elektrodenfabrik für den Verbraucher vorteilhafter ist, kann nur von Fall zu Fall unter eingehender Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse entschieden werden.

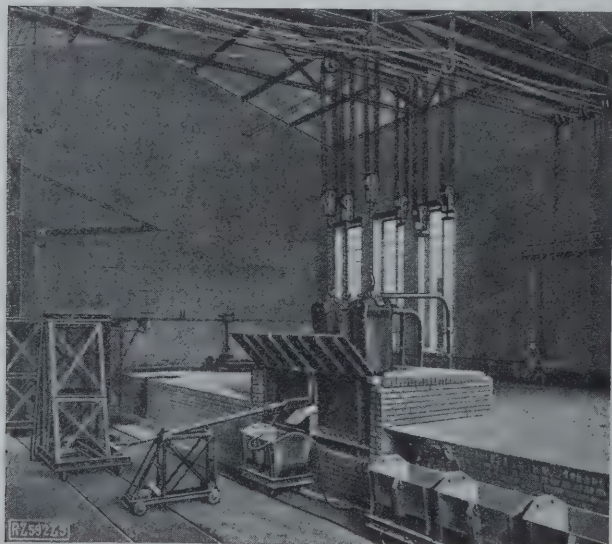


Abb. 5
Karbidofen mit Abstichvorrichtung

glühende flüssige Karbid in die Abstichpfanne fließt. Abb. 5 zeigt einen Karbidofen nebst Abstichvorrichtung.

Um die Kohlenelektroden, die infolge der Hitzelichtbogens und des sie durchfließenden starken Stroms (3 bis 4 A/cm², also für 50×50 cm² rd. 10 000 A) auf eine längere Strecke glühen, vor dem Luftsaugen zu schützen, bekleiden die Verbraucher sie gewöhnlich mit einer feuerfesten Schutzdecke — z. B. mit Asbestschamotte — der sie durch Drahtgewebe besserer Qualität geben. Besonders wichtig ist es, die Kohlen im Ofen genau zusammenzupacken, damit keine Fugen entstehen, durch die die Luft wie durch einen Schornstein eingesaugt wird, und für guten Stromübergang an den Fassungen zu sorgen. Während in den schwierigen Verhältnissen der Kriegszeit bis zu 70 kg Elektrode auf 1 t fertiges Karbid verbraucht wurden, wird wir jetzt wieder auf 27 bis 30 kg herabgekommen bei einem Preise von etwa 30 g/kg bei den Besten, die sehr ins Gewicht fällt. Eine große Unbekanntheit bedeuten für die Elektrodenerzeugung mannigfachen Querschnitte und vor allem Kopfformen (mit und ohne Hohlkehlen, Löcher usw.), die für verschiedene Verbraucher geliefert werden müssen. Leider hat sich noch keine Elektrodenfassung allgemein durchgesetzt, so daß die dringend notwendige Forschung auf diesem Gebiet besonders großen Schwierigkeiten begegnet.

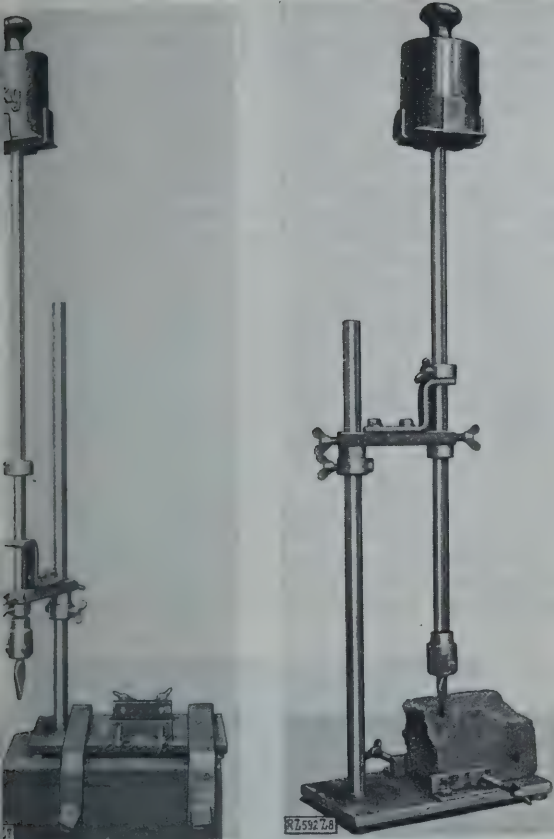


Abb. 7 und 8
Fallgerät zur Prüfung der Festigkeit

Für die Elektrostahlöfen verwendet man kleine runde Elektroden, denen der Strom durch förmige Fassungen zugeführt wird. Durch Kohlenel auf Gewinde wird auf den Kopf der abgebrannten neue Elektrode geschraubt, so daß man die Kohle os aufbraucht und nicht, wie bei der Kopffassung, ichtliche Stummel übrig behält. Abb. 6 zeigt eine hhl runder und rechteckiger Ofenelektroden der a Gebr. Siemens & Co., in der Mitte eine von 3,2 m e, 0,8 m Dmr. und 2,3 t Gewicht. Die mechanische Festigkeit der Elek- en kann man prüfen, indem man mit dem Hammer ecke abschlägt. Um die Bruchfestigkeit zu be- en, habe ich während des Krieges, als mir die Be- schaffung der Elektroden anvertraut war, ein Fall- t konstruiert, bei dem ein beschwerter Meißel eine u abgegrenzte Ecke abschlägt; das Produkt aus gewicht und Fallhöhe gibt dann ein brauchbares ür die relative Festigkeit. Bei den Abstichelek- en fand ich den höchsten Wert. Abb. 7 und 8 zeigen es Gerät vor und nach dem Absprengen der Ecke, durch einen Kreidestrich, auf dessen Mitte die elschneide trifft, genau bestimmt ist. Die Vor- tung läßt sich auf größere Blöcke aufspannen, 7, während herausgesägte Probestücke auf dem h festgeschraubt werden, Abb. 8.

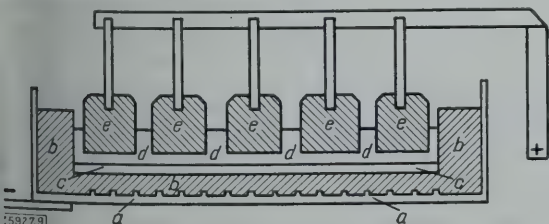


Abb. 9
Schnitt durch ein Aluminiumbad
Eiserne Wanne b Kohlenfutter c geschmolzenes Aluminium
d Kryolith-Tonerdeschmelze e Anodenkohle

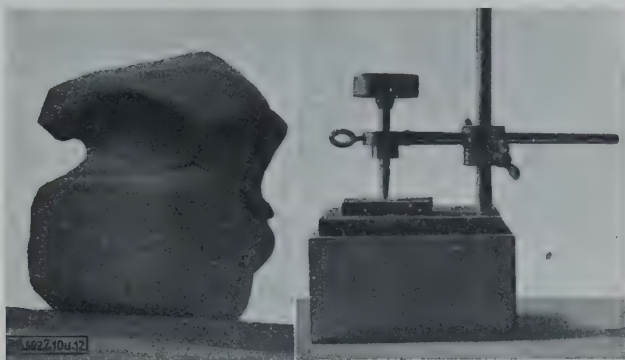


Abb. 10
Abgerieselte Anode

Abb. 12
Ritzhärteprüfer

Der zu prüfende Kohleklotz, Abb. 7, ist eine Anode für die Aluminiumgewinnung durch Schmelzelektrolyse, ein rechteckiger Block von etwa 35 cm Höhe und 700 bis 800 cm² Querschnitt. Er wird in einer Blockpresse geformt und wie die andern Kohlenelektroden gebrannt. In Deutschland hängt man meist 10 oder 12 solcher Anodenblöcke in zwei Reihen ein.

Abb. 9 zeigt schematisch einen Schnitt durch ein Aluminiumbad. Die flache, mit Kohle gefütterte Wanne ist mit dem negativen Pol der Stromquelle (Gleichstrom) verbunden; aus dem flüssigen Bad, einer Lösung von Tonerde (Al₂O₃) in geschmolzenem Kryolith (Aluminiumnatriumfluorid) wird das Aluminium auf dem Boden der Wanne abgeschieden, während der Sauerstoff der Tonerde die Anodenkohle zu Kohlenoxyd und Kohlendioxyd verbrennt. Die Kohlenelektrode wird also zwangsläufig durch die Elektrolyse verzehrt (theoretisch mindestens 1/3 kg, in Wirklichkeit 0,5 bis 0,7 kg Anodenkohle für 1 kg abgeschiedenes Aluminium), während bei der Karbiderzeugung und überhaupt bei elektrothermischen Verfahren die Elektrodenkohle nur den Strom zuführen und eigentlich an der chemischen Umsetzung nicht teilnehmen soll.

Auch die Aluminiumanoden müssen natürlich gut gebrannt sein. Sie dürfen keine inneren Spannungen haben, sonst rieseln sie im Bade ab und schnüren sich ein, Abb. 10, was Störungen und übermäßigen Verbrauch verursacht. Sehr wichtig ist guter Kontakt der Kohle mit dem in ihren Kopf als Stromleiter eingeschraubten oder eingekeilten eisernen Nippel, andernfalls kann diese Stelle durch den etwa 1000 A starken Strom bis zum Glühen erhitzt werden und der Nippel sogar abschmelzen. Im regelrechten Betriebe wird die Anode durch die Elektrolyse bis auf eine dünne Platte verzehrt. Je länger die Elektrode ist, um so weniger macht dieser übrigbleibende Rest im Vergleich zum ursprünglichen Gewicht aus; aber der Strom hat dann auch einen längeren Weg in der Kohle zurückzulegen und verliert hierbei einige Zehntel Volt an Spannung, was bei der niedrigen Klemmenspannung des Bades (nicht ganz 7 V) einen erheblich höheren Aufwand an elektrischer Energie bedeutet, die in Deutschland teurer ist als in den Alpen-

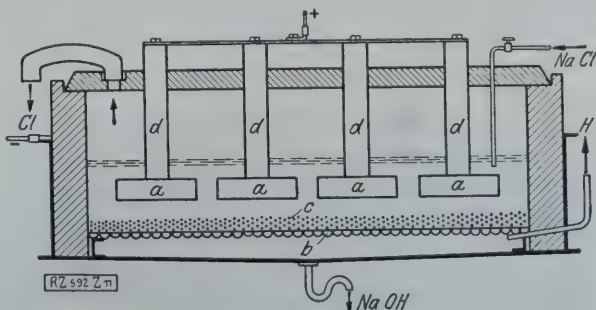


Abb. 11
Billiter-Zelle zur Chloralkali-Elektrolyse
a Graphitanoden c Diaphragma
b Kathodendrahtnetz d Anodenhalter



Abb. 13
Presse zum Messen des elektrischen Widerstandes
von Graphitpulver

ländern und in Norwegen. Daß auf die Reinheit der Anodenkohle von den Aluminiumwerken sehr großer Wert gelegt werden muß, habe ich bereits erwähnt.

Die chemische Widerstandsfähigkeit der Elektrodenkohle ist bei der Elektrolyse wässriger Lösungen, d. h. hauptsächlich der Chloralkali-Elektrolyse, von ausschlaggebender Bedeutung. Bei der elektrolitischen Zerlegung einer Lösung von Kochsalz (Chlor-natrium) entsteht am positiven Pol, an der Anode, Chlorgas; an der von ihr durch eine feinporige Scheidewand (Diaphragma) getrennten Kathode, die aus Eisen besteht, wird Natronlauge gebildet und Wasserstoffgas entweicht.

Abb. 11 zeigt die in Deutschland vorzugsweise verwendete Siemens-Billiter-Zelle schematisch. In der mit Steinzeugplatten ausgekleideten, gasdicht geschlossenen Zelle werden oben die wagerechten Anodenplatten von eingeschraubten Rundstäben getragen; unter ihnen ist das Asbestdiaphragma ausgespannt, das durch die aus starkem Eisendrahtnetz gebildete Kathode gestützt wird.

Die chemische Widerstandsfähigkeit der Kohle wird sehr erhöht, in dem man sie nach dem Verfahren von Acheson elektrisch sehr hoch erhitzt und dadurch in Graphit umwandelt. Die im Gasofen gebrannten Platten und Stäbe werden in einen langen, trogartigen Ofen gepackt, durch dessen Stirnwände dicke Kohlenblöcke den Strom zuführen, und dann als elektrischer Widerstand allmählich auf etwa 2000° gebracht. Durch die Röntgen-Spektrographie hat man ermittelt, daß schon beim Koks die Kohlenstoffatome im Kristallgitter nach Art des Graphites angeordnet sind. Bei der Erhitzung im Acheson-Ofen wird also nicht aus amorpher Kohle die kristallinische Form Graphit des Kohlenstoffes gebildet, sondern es wachsen vielmehr die an sich schon vorhandenen Graphitkristalle von etwa 1 Millionstel mm auf eine Größe, die zumeist freilich immer noch unter der Sichtbarkeit im Mikroskop, also beträchtlich unter $\frac{1}{1000}$ mm liegt.

Durch die Graphitierung wird der elektrische Widerstand der Elektrodenkohle auf etwa ein Zehntel vermindert (7 bis 12 Ω für 1 m und 1 mm²); die Kohle wird so weich, daß man sie sehr leicht auf der Drehbank bearbeiten kann, während beim Zerschneiden der gewöhnlichen Elektrodenkohlen die Sägeblätter rasch verschleifen. Man kann deshalb den Grad der Graphitierung durch die Ritzhärte prüfen. Bei dem von

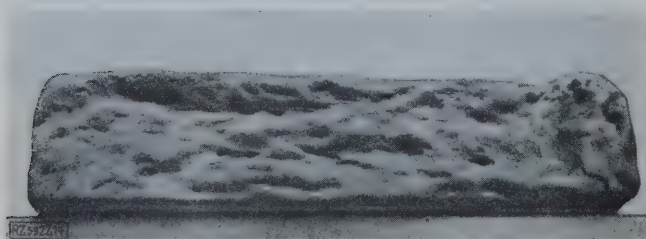


Abb. 14
Zerfressene Elektrolyseplatte

mir konstruierten Ritzhärteprüfer, Abb. 12, wird einer gehärteten Stahlspitze, die durch ein bekanntes Gewicht beschwert ist, auf der (zweckmäßig eingedeten) Elektrographitplatte ein Ritz erzeugt, dessen Breite mit dem Okularmikrometer gemessen wird.

Einen anderen Anhalt für den Grad der Graphitierung gewährt die Bestimmung der elektrischen Fähigkeit; ich fand es hierfür zweckmäßig, eine von der Platte zu Pulver zu zermahlen, auf bestmögliche Korngröße abzusieben (zwischen zwei Sieben von 100 und 10 000 Maschen auf 1 cm²), das Pulver (etwa in einem dickwandigen Porzellanrohr zwischen Meßelektroden einem bekannten hohen Drucke zu unterwerfen, Abb. 13, und dann den Widerstand der Graphitsäule mit der Wheatstoneschen Brücke zu bestimmen. Auf diesem Wege wird der Einfluß, den die Grobgefüge auf die elektrische Leitfähigkeit der graphitierten Stücke ausübt, einigermaßen ausgeschaltet.

Durch die Graphitierung wird auch der Aschesongehalt der Kohle sehr stark vermindert, indem sie sich der sehr hohen Hitze Silizium und Eisen verflüchtigt. Manchmal habe ich weniger als 0,1 vH Asche gefunden.

Bei dieser Veredelung im Acheson-Ofen (nach dem Verfahren, von der Société Le Carbone ausgeübt) fahren wird im Lichtbogen graphitiert) muß

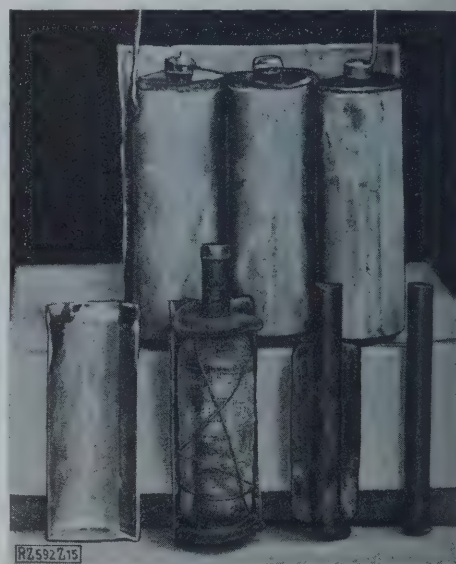


Abb. 15
Eine geöffnete Taschenbatterie und darunter
ihre Bestandteile

behutsam verfahren, damit die Platten keine Risse bekommen und gleichmäßig durchgraphitiert werden. Die Güte des Elektrographites ist die chemische physikalische Beschaffenheit des Rohstoffes von größter Bedeutung. Durch mikrophotographische Untersuchungen des Gefüges habe ich in dieser Hinsicht manche Aufschlüsse erhalten.

Gut graphitierte Elektrolyseplatten werden beim Gebrauch nur sehr langsam und vor allem gleichmäßig aufgezehrt. Hierbei wird vorausgesetzt, daß die flächendeckende Fläche der Anode möglichst gleichmäßig Strom belastet ist. Je höher die Belastung und die Temperatur, um so stärker wird (unter sonst gleichen Umständen) die Kohle angegriffen. Sie wird teilweise zur Kohlensäure oxydiert; aus dem gelockerten Gefüge fallen Kohlentheilchen heraus. Bei ungünstiger Gefüge werden tiefe Höhlen in die Elektrolyseplatte fressen, Abb. 14, so daß sie schließlich auseinanderbrechen. Einwandfreie Elektrographitplatten halten den Billiter-Zellen auch bei einer Belastung mit 10 A (bezogen auf die wirksame Anodenfläche) jahrelang

²⁾ Näheres über diese Messungen und ihre Auswertung hat in Z. f. angewandte Chemie Bd. 35 (1922) S. 440 veröffentlicht.

graphitierte Elektroden werden trotz ihres hohen Preises (etwa 1,50 \mathcal{M} /kg) auch in Elektrostahlöfen verwendet, weil sie wegen ihrer ausgezeichneten Leitfähigkeit sehr hohe Belastung vertragen. Früher besaß die Siemens-Gesellschaft (ihr Werk liegt am Niagara) das Monopol. Während des Krieges wurden in Deutschland mehrere Graphitierungsanlagen errichtet. Am besten ist die Anlage von Gebr. Siemens & Co., nun bei Augsburg, für die die Wasserkraft des Rheins die nötigen großen Strommengen liefert. Im ganzen beträgt die Weiterzeugung an Elektrographit ungefähr 100 t jährlich betragen.

An nichtgraphitierten Kohlenelektroden werden von Karbidwerken und den anderen elektrothermischen Anlagen wohl etwa 30 000 t, von den Aluminiumwerken etwa 100 000 t jährlich verbraucht. An diesen hat die amerikanische Aluminium Co. den bei weitem größten Anteil, während in der Karbidindustrie Deutschland bei der gegenwärtigen Erzeugung von 350 000 t Karbid von drei Viertel zu Kalkstickstoff verarbeitet werden. Der beste Kunde der Elektrodenfabriken ist. Auch die Elektrostahlwerke sind ein wichtiger Abnehmer. Ein großer Teil der deutschen Elektroden geht in das Ausland, z. B. in die Schweiz, nach Skandinavien.

Als Zwerge erscheinen neben den riesigen Ofenelektroden die Kohlenstifte³⁾ und Platten für galvanische Elemente. Und doch ist die Herstellung z. B. der kleinen 6 mm dicken und 55 mm hohen Kohlenstifte die Elemente der Anodenbatterien und der Taschenbatterien von gar nicht geringer wirtschaftlicher Bedeutung, denn mindestens 100 Millionen von ihnen werden jährlich verbraucht. Der kleine Stift der Taschenlampe, Abb. 15, muß beträchtliche Festigkeit haben, um er durch den heftigen Schlag, den er beim Einstecken in das Graphit-Braunsteingemisch bekommt, nicht zerbricht. Damit der Elektrolyt (Salmiaklösung) nicht durch die Poren der Kohle zu der aufgesetzten Messingplatte empordringt und sie zerfrißt, wird der obere Teil des Stiftes mit Paraffin getränkt.

Die Verwendung der Kohle in galvanischen Elementen ist übrigens der Ursprung der gewaltigen Kohlenindustrie. Der große Chemiker Robert Bunsen hat nämlich vor etwa 80 Jahren für das nach ihm benannte Element die Kohle bald nicht mehr aus Reingraphit geschnitten, sondern sie aus backender Holzkohle und Koks gepreßt und durch Glühen unter Wasserstoffgas gut leitend gemacht. Französische Techniker haben dann das Verfahren weiter ausgebildet, bis Albert Lessing 1872 in Deutschland die erste Fabrik für galvanische Kohlen errichtete. Die einige Jahre darauf in Charlottenburg begründete Kohlenfabrik von Siemens stellte zuerst Bogenlampenkohlen⁴⁾, besonders Dochkohlen her. 1884 erstand die Fabrik von Conradt, Nürnberg, 1896 wurden die Planawerke in Ratibor von der Wiener Firma Hardmuth errichtet. Elektrodenfabriken in Rauxel bei Dortmund (Gefäß für Teerverwertung) und in Knapsack (Rheinische Elektrodenfabrik) wurden während des Weltkrieges gebaut, in dem der von Deutschland zu deckende Elektrodenbedarf von etwa 2000 auf 5000 t monatlich anstieg. Über 150 Verbraucher des In- und Auslandes werden heute mit Kohlenelektroden jeder Art und in allen verschiedensten Abmessungen versorgt; allein das Karbidwerk in Piesteritz bei Wittenberg waren

monatlich 600 t bereitzustellen. Dank der Tatkraft aller beteiligten Betriebsleiter gelang es mir, stets allen Bedarf trotz der vielen Kriegsschwierigkeiten zu decken.

Zum Schluß will ich noch die Verarbeitung der Kohle zu Dynamobürsten kurz besprechen. Während man ursprünglich bei den Dynamomaschinen und Elektromotoren Bündel von Kupferdrähten (daher der Name Bürste, französisch balai = Besen) oder dünnen Kupferblechen benutzte, um vom umlaufenden Kollektor den Strom abzunehmen oder ihn zuzuführen, verwendet man heute hierzu fast ausschließlich Kohlen und Kohlenmischungen, deren Härte und Leitfähigkeit auf die betreffende Maschine genau abgestimmt ist. Die hohen Umfangsgeschwindigkeiten der Turbodynamos (bis 50 m/s) erfordern sehr weiche Bürsten, damit die Reibung klein und der Gang möglichst geräuschlos sei. Bei Dynamomaschinen mit großer Stromstärke und niedriger Spannung, z. B. für die Galvanotechnik, soll der elektrische Widerstand sehr gering sein. In anderen Fällen ist gerade ein ziemlich hoher Widerstand erwünscht, um Kurzschlußströme, die bei der Stromwendung entstehen, zu schwächen. Den Zweck erfüllen harte Kohlen; meist aber macht man durch Graphit die Bürsten weicher. Die Leitfähigkeit kann man durch Beimischen von Kupfer und Bronze so erhöhen, daß noch eine Belastung mit 30 A/cm² statthaft ist. In der Liste einer Kohlenbürstenfabrik finde ich über 70 Bürstensorten aufgeführt, harte und weiche, Kupfer- und Bronzekohlen mit und ohne Graphit, nach Grup-

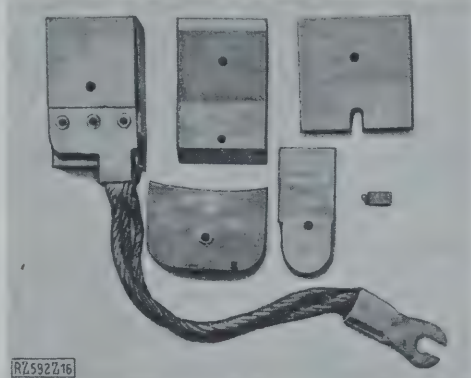


Abb. 16
Dynamobürsten

pen geordnet und mit genauer Angabe ihrer Verwendbarkeit. Indem die Hersteller für jede Mischung die Reibung, den elektrischen Widerstand, die Härte, die Festigkeit und den Verschleiß bestimmten und den Einfluß der Zusammensetzung und des Gefüges ergründeten, gelang es ihnen allmählich, allen Ansprüchen nach Möglichkeit gerecht zu werden. Auch für Magnetzünder von Verbrennungsmaschinen und für elektrische Schalter werden Kohlenkontakte geliefert. Abb. 16 zeigt einige Kohlen- und Metallkohlenbürsten aus meiner Sammlung. Von den zahlreichen deutschen Fabriken nenne ich Carbone, Frankfurt a. M., Ringsdorff, Mehlem a. Rhein, Schunck & Ebe, Gießen, und Gebr. Siemens & Co., Berlin-Lichtenberg.

Neuerdings werden auch Dichtungsringe aus graphitischer Kohle für Dampfturbinen verwendet.

Bei der Herstellung der Kohlenbürsten wird der Wert des Werkstoffes Kohle durch die Verarbeitung auf das Höchste gesteigert. 1 kg bester Naturkohle kostet rd. 3 \mathcal{M} , Elektrodenkohle 30 \mathcal{M} , Elektrographit 150 \mathcal{M} , gute Kohlenbürsten (auf 1 kg umgerechnet) gegen 30 \mathcal{M} und mehr.

[B 592]

³⁾ Lange Kohlenstäbe werden als Heizwiderstände bei der Herstellung von Kalkstickstoff verwendet und in großen Mengen verbraucht.
⁴⁾ Diese Fabrikation wird auch heute noch von Gebr. Siemens & Co. in Charlottenburg betrieben. Auf die Vervollkommenheit der Bogenlampenkohlen, ihre Anpassung an sehr lange Brenndauer, hohe Strombelastung usw. will ich hier nicht eingehen.

Neue Wege bei der Entrindung von Papierholz

Von Ing. Fritz Hoyer, Cöthen

Urform der Rindenschälmaschinen — Ursachen des Entrindeverlustes — Mittel zur Verhütung der Verluste — Ältere und neuere Holzentrindemaschinen ohne Schälmesser — Vorteile der Entrindetrommeln

Wenn man die Entwicklung der gebräuchlichen Holz- und Rindenschälmaschinen verfolgt, so wird man feststellen können, daß seit deren Anwendung, die bis etwa in die Mitte des vergangenen Jahrhunderts zurückgeht, bis heute in erster Linie die mit Messern oder messerähnlichen Teilen arbeitende Entrindemaschine durchgebildet wurde. Diese Entwicklung ist auch klar, wenn man sich vergegenwärtigt, daß diese Maschinen eigentlich aus der Holzbearbeitung übernommen sind. Die erste Rindenschälmaschine war auch weiter nichts als eine Messerrad-Hobelmaschine mit einer um eine wagerechte Welle laufende Messerscheibe. Naturgemäß konnten diese Maschinen in keiner Weise als vollkommen gelten, vor allen Dingen nicht als vollkommen in bezug auf die Sparsamkeit des Schälens. Es hing von der Gewissenhaftigkeit und Geschicklichkeit des bedienenden Arbeiters ab, aber auch von der Beschaffenheit des Holzes, ob sparsam oder nicht sparsam entrindet wurde. Das sparsame Entrinden mag ja nun in der Kindheit der Rindenschälmaschinen nicht von so großer Bedeutung gewesen sein, da das Holz billig und anscheinend in unerschöpflichen Mengen vorhanden war. In Wirklichkeit ist jetzt der Holzverbrauch der Papierindustrie so bedeutend geworden, daß die einheimischen Waldungen nicht mehr in der Lage sind, den Bedarf zu decken. Man legte damals eben in der Hauptsache Wert auf ein möglichst sauberes und schnelles Schälen.

Mit der zunehmenden Verwendung des Holzes zu Papierhalbstoffen, seien es auf chemischem Wege als Zellulose hergestellte oder auf mechanischem Wege als Holzschnitz erzeugt, stieg der Bedarf an Holz, damit auch sein Preis, und die Einfuhr aus dem Auslande wurde erforderlich.

Gezwungenermaßen mußte man also dazu übergehen, die Schälmaschinen auch für sparsameres Schälen auszubilden. Das suchte man vor allen Dingen dadurch zu erreichen, daß man die Arbeit der Maschine dem zu verarbeitenden Holze mehr anpaßte.

Der Entrindeverlust begründet sich in der Hauptsache aus der Beschaffenheit des Rollenholzes. Das Holz, selbst bestes Papierholz, das schlank und gerade gewachsen ist, wie es sein soll, stellt keinen regelmäßigen Körper dar. Nur selten ist es vollkommen zylindrisch, in den meisten Fällen aber, wenn auch nur schwach kegelig. Oft findet sich auch nicht ganz schlank gewachsenes Holz. Durch Astansätze, Verletzungen der Rinde usw. bilden sich Vertiefungen, Überwallungen und Knorren, die eine nachteilige Einwirkung auf die Regelmäßigkeit der Stämme haben. Durch das Wachstum und den Standort bedingt, ist die Dicke der Rinde durchaus nicht überall gleich. Sie schwankt vielmehr mitunter in sehr weiten Grenzen. Da auch nicht immer gleich starkes Holz zur Verfügung steht, so muß man sich auch schnellstens den verschiedenen Durchmesser mit der Schäldicke anpassen können. Ein Sondern des Holzes nach der Dicke kann kaum in Frage kommen, da es zu teuer und somit unwirtschaftlich ist.

Diese Anpassungsfähigkeit der Schäldicke kann man nun bei den mit Messern oder ähnlichen Maschinenteilen arbeitenden Maschinen auf zwei Wegen erreichen. Hierin liegt auch der grundsätzliche Unterschied zwischen den deutschen und den amerikanischen Maschinen. Einmal ist diese Einstellbarkeit der Schäldicke durch Verstellbarkeit der Messer während des Betriebes zu erreichen wie meist bei den amerikanischen Maschinen, die mit Messern arbeiten, und das andre Mal wird diese Einstellbarkeit der Schäldicke dadurch erreicht, daß das Holz je nach der verlangten Schäldicke den Messern mehr oder weniger genähert wird. Ein anderer Umstand, der darauf ebenfalls einen sehr bestimmten Einfluß hat, ist die Umdrehungsgeschwindigkeit des zu schälenden Stammes.

Um aber der Forderung nach sparsamem Entrinden auch gerecht werden zu können, muß man die Maschine so bauen, daß der Arbeiter garnicht in der Lage ist absichtlich mit einem größeren Span zu arbeiten, was z. B. leicht dann tut, wenn im Stücklohn entrindet. Der Arbeiter ist dann leicht bestrebt, die Maschine so einzustellen, daß das Holz schon beim ersten Durchgang sauber geschält ist. Das kann natürlich in den meisten Fällen nur auf Kosten der Sparsamkeit erfolgen. Schälmaschinen müssen daher so gebaut sein, daß leichtfertige Bedienung sehr erschwert oder auch unmöglich gemacht wird. Dieser Forderung entsprechen die Maschinen mit verstellbarem Messer nicht, sie veranlassen den Arbeiter immer leicht zum schwererischen Schälen, um eine große Menge leicht zu vollbringen.

Wie schon erwähnt, hat die Umfangsgeschwindigkeit des Holzes einen Einfluß auf die saubere und sparsame Schälarbeit. Es ist in Betracht zu ziehen, daß die Messer der neueren Entrindemaschinen sich mit großer Umdrehungszahl bewegen und daß infolgedessen bei einer Verringerung der Schnittgeschwindigkeit eine beträchtliche Erhöhung der Schälverluste eintritt, weil dadurch ein dickerer Span genommen wird. Von einer Entrindemaschine, die auch bezüglich Sparsamkeit allen Anforderungen genügt, ist daher eine gute und leichte Regelbarkeit der Holzdrehung zu verlangen; denn dadurch wird die Spandicke beeinflusst.

Es lag nun nahe, daß man bestrebt war, die verschiedenen feststehenden Nachteile der Messerschälmaschine zu vermeiden, indem man neue Wege einschlug und richtungen schuf, bei denen die Messer ganz vermieden waren. Es mag noch vorausgeschickt sein, daß auch Maschinen noch bei weitem nicht den Anforderungen entsprechen, die man an eine Schälmaschine stellen kann. Für viele Zwecke aber haben sie sich schon recht bewährt. Zu den ältesten Vertretern dieser Art der Entrindemaschinen ist wohl die Holzentrindetrommel der Zeitzer Dampfkessel- und Apparatefabrik G. Schumann, Zeitz, zu nennen, Abb. 1.

Der Mantel dieser Entrindungstrommel besteht aus Eisenstäben, die den Umfang des Zylinders bilden und zwischen sich Schlitz lassen. Die anhaftende Rinde wird ohne Verlust durch Stoß und Reibung der Hölzer gegeneinander und durch gleichzeitiges Auffallen der Klötze, die den Mantel der Trommel bildenden Eisenstäbe erreicht. Das zum Waschen der Hölzer erforderliche Wasser wird durch die Welle eingelassen. Die abgelöste Rinde fällt durch die von den Stäben des Mantels gebildeten Schlitz unter die Trommel. Ganz besonders wird diese Entrindetrommel als vorteilhaft erweisen sich für das Schälen von ganz dünnen Hölzern, die man mit der

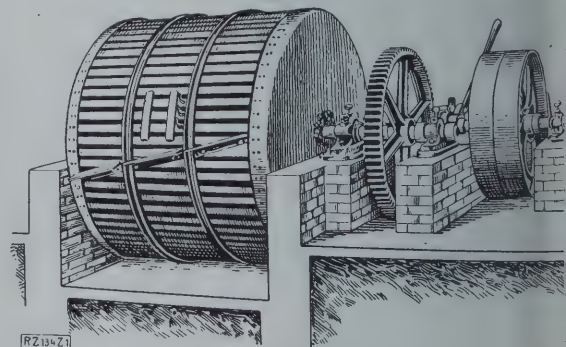


Abb. 1

Entrindetrommel der Zeitzer Dampfkessel- und Apparatefabrik G. Schumann

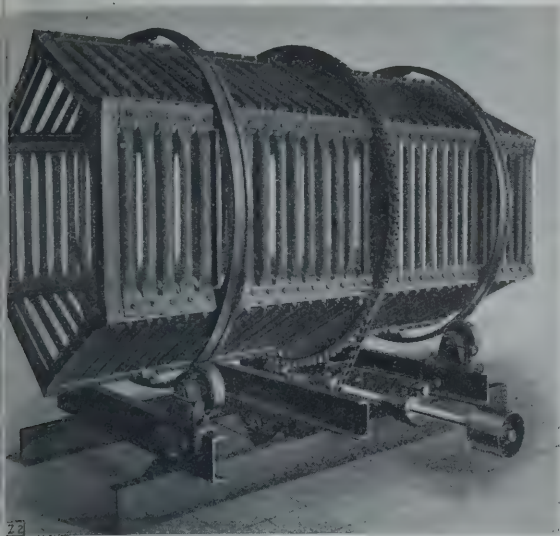


Abb. 2

Entrindetrommel der Firma Heerbrandt, A.-G., Raguhn

vorteilhaft oder überhaupt nicht schälen kann, die heute besonders bei der Herstellung von Braunkohle immer mehr benutzt werden. Man wird unter gegebenen Umständen auch Holz für andere Zwecke damit verwenden können. Ob das aber für alle Zwecke von Vorteil ist, darüber soll weiter unten noch gesprochen werden.

Eine ähnliche und den neuzeitlichen Verhältnissen angepaßte Entrindetrommel ist die der Firma Heerbrandt A.-G., Raguhn¹⁾, Abb. 2.

Diese neue Entrindungstrommel hat achteckigen Querschnitt, wobei die den Mantel bildenden Eisenstäbe wie bei der vorerwähnten Trommel parallel zur Drehrichtung der Trommel liegen, sondern senkrecht zu dem Umfang der achteckigen Trommel sitzen. Laufrollen, mit denen sich die Trommel auf Rollen dreht, werden von einem mittleren, als Kettenrad ausgearbeiteten Ring aus durch Kettenantrieb. Die Stäbe des Trommelumfanges werden aus alten Kesselrohren gefertigt, bieten also dem Holze keine scharfen Kanten. Der Bedarf einer solchen Maschine beträgt etwa 4 PS, die Trommel macht etwa 6 Uml./min. Auch diese Entrindetrommel ist in erster Linie für Holz zu Braunkohle vorgesehen. Das Holz wird entrindet, wie es aus der Kocher kommt, also ohne besonderen Zusatz von Wasser. Die Trommel arbeitet ununterbrochen; denn an höher gelegenen Ende wird das Holz mit der Hand eingeführt und durch die Drehung im Innern der Trommel Stück emporgehoben. Es fällt dann infolge seiner Gewichtskraft wieder zurück. Dabei schlagen die einzelnen Rollen gegeneinander und zugleich auf die aus den Kesselrohren gebildeten Querstäbe auf. Zudem reiben sich die Rollen aneinander und an den runden Stäben, wobei noch anhaftenden Rinden- und Bastteile abfallen und die Schlitz im Trommelumfang herausfallen. Ein Nachputzen ist also nicht mehr erforderlich. Bei richtiger Einstellung der Trommellänge erzielt man eine vollkommene Entrindung des gedämpften oder gekochten Holzes bei einfachem Durchgang durch die Trommel. Macht man die Trommellänge hingegen zu lang, so besteht die Gefahr, daß die Enden der Rollen filzig schlagen, also die besten Bärte bilden, die natürlich in der Holzschleiferei sehr unerwünscht sind, da sie einen splittigen Stoff ergeben.

Soweit bekannt ist, hat man nun diese Konstruktionen nur zum Entrinden von Holz für Weißschliff und Zellulose noch nicht verwendet, obgleich anzunehmen ist, daß sie auch hier, wenigstens in der zuletzt beschriebenen Bauart, ihren Zweck erfüllen würden. Man würde dann allerdings nicht trocken arbeiten können, sondern müßte

Wasser zusetzen, um die Rinde zu erweichen und die abgeriebenen Rinden- und Bastteile wegzuschwemmen.

In der Tat verwendet man im Ausland auch bereits derartige Trommeln zum Schälen von Holz für Zellulose und Weißschliff. In der Hauptsache sind die bekanntgewordenen Bauarten allerdings amerikanischer Herkunft. Am bekanntesten ist hierbei die Entrindetrommel der Fibre Making Processes Inc., Chicago, geworden, Abb. 3. Die Bauart dieser Trommel ist kurz die folgende:

Die Trommel ist in schweren Ketten in der Weise in einem Betontrog aufgehängt, daß ihr aus Profileisen besonderer Art gebildeter Mantel die Wände des Troges nicht berührt. Durch besondere Druckrollen wird der Abstand des Trommelmantels von den Trogwänden stets gleich gehalten. Diese Trommel wird durch die Ketten, und zwar mittels eines Zahnradvorgeleges angetrieben. Die Eisenträger des Trommelmantels bilden nach innen kurze Lamellen. Der Abstand der einzelnen Eisen voneinander ist so, daß sich zwischen je zweien von ihnen ein Schlitz befindet, durch den die Rindenteile usw. entweichen können. Die Trommel taucht so in den Trog ein, daß sie zu etwa $\frac{1}{2}$ mit Wasser gefüllt ist. Die Holzrollen werden auf der einen Seite eingeworfen und durch die Trommeldrehung mit nach oben genommen, von wo sie durch die Schwerkraft wieder nach unten fallen und sich so aneinander und an den Lamellen des Trommelumfanges reiben. Rinden- und Bastteile werden ohne jeden Verlust entfernt, so daß selbst knorrig und bucklige Stücke sauber entrindet sind.

Das geschälte Holz wird aus der Trommel selbsttätig ausgeworfen, so daß man es auf ein Förderband oder auf eine andere Fördereinrichtung aufgeben kann, die es ohne weitere menschliche Hilfe nach den Verarbeitungsstellen, den Schleifern oder den Hackmaschinen bringt.

Es besteht natürlich auch hier die Gefahr, daß durch zu langes Behandeln in diesen Trommeln die Enden der Holzrollen „filzig“ werden und splittieren. Durch mehr oder minder rasches Umlaufenlassen der Trommel kann man aber die richtige Behandlungszeit sehr gut feststellen und anwenden.

Es gibt noch einige andre Entrindungstrommeln, die auf dem gleichen oder einem ähnlichen Grundsatz beruhen, so z. B. die Maschinen der Waterous Engine Works Co. in Brantford (Kanada). Es soll aber auf diese Bauarten nicht weiter eingegangen werden, da sie mehr oder weniger den oben beschriebenen ähneln.

Auf einem ganz andern Grundsatz beruht die Entrindungsmaschine nach Thorne²⁾ der Canadian Allis-Chalmers Ltd. in Toronto (Kanada), die ebenfalls ohne Messer arbeitet und das Holz durch Reibung sauber schält. Ganz besonders kommt diese Einrichtung zum Entrinden von Baumstämmen in Frage, also da, wo man das Holz als Langholz bezieht. Sie läßt sich allerdings auch ohne weiteres für Rollenholz verwenden, nur ist dann die Wirtschaftlichkeit dieser an und für sich umfangreichen Maschinen leicht in Frage gestellt.

²⁾ Vgl. Z. Bd. 71 (1927) S. 585.

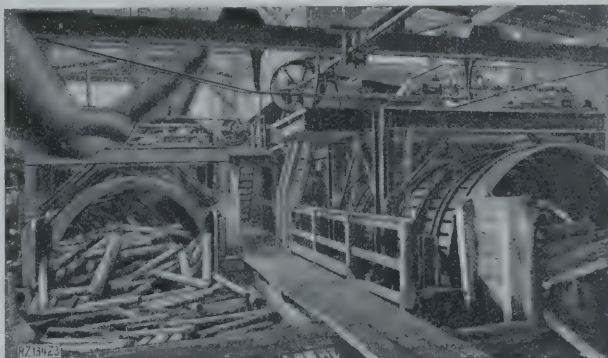


Abb. 3

Entrindetrommel der Fibre Making Processes Inc., Chicago

¹⁾ Wochenblatt für Papierfabrikation Bd. 57 (1926) S. 371.

Die Wirkung dieser Maschine beruht darauf, daß die Baumstämme in muldenförmigen Behältern aneinander gerieben werden, wobei schließlich die Rinde entfernt wird. Durch diese Neuerung wird angestrebt, zugleich eine sehr einfache und doch sicherwirkende Beförderung der Baumstämme durch die Entrindungs Vorrichtung zu erreichen. Zu diesem Zwecke greifen durch Bodenschlitze dieser Entrindungsbehälter auf sich drehenden Wellen angeordnete Daumen, die sich vor den Stämmen emporheben und hinter sich einen Raum schaffen, in den alsbald neue Stämme eintreten. So werden die sämtlichen in einem Behälter befindlichen Stämme fortwährend bewegt und in gegenseitige Reibung untereinander versetzt. Diese die Stämme in gegenseitige Bewegung versetzenden Daumen sind auf einer drehbaren Welle als Doppeldaumen ausgeführt, deren in Drehrichtung vorauslaufende Flächen nach auswärts gewölbt sind.

Die Maschine hat folgende Wirkungsweise, Abb. 4: Wenn die erste Mulde durch die über eine Plattform zugeführten Stämme vollständig gefüllt ist und die Daumen in Drehung versetzt werden, so drücken sie jeweilig die Stämme, die in ihrem Bereich sind, beiseite und versetzen sie zugleich in Drehung. Dabei schaffen sie hinter sich einen Raum, in den wieder andere Stämme nachrücken. Die von den Daumen in Drehung versetzten Stämme übertragen dabei die Drehung immer wieder auf die benachbarten Stämme. Bei dieser Drehung wird eine

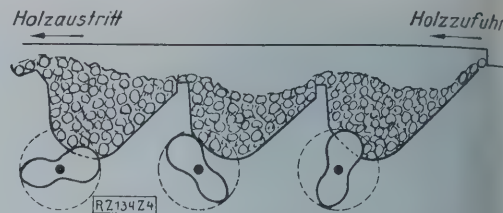


Abb. 4
Wirkungsweise der Entrindemaschine
nach Thorne

starke Reibung der Oberfläche erzielt, wodurch die Stämme mächtig von der Rinde oder sonstigen an der Oberfläche des festen Holzes sitzenden Stoffen befreit werden. Drehung teilt sich sämtlichen in einer Mulde befindlichen Stämmen mit und ist am stärksten im mittleren Teil der Mulde. Bei der dauernden Zuführung von Stämmen werden dann die in der Nähe der Rückwand befindlichen Stämme gehoben und wandern über schräge Flächen zur nächsten Mulde, wo die Bearbeitung der Oberfläche fortgesetzt wird. Auch bei diesen Entrindemaschinen ist die Gefahr des Splitters der Rollenenden nicht ausgeschlossen; immerhin werden sie aber neuerdings in großen amerikanischen Zellstofffabriken weitgehend benutzt. [B 1]

Fehlerhafte Ventilbauart

An der in Abb. 1 wiedergegebenen Ventilbauart, die für das Saugventil eines Gaskompressors verwendet wurde, haben sich, wie G. M. Strobil in „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927) S. 810 berichtet, wiederholt Brüche ereignet, die schwere Schäden am ganzen Kompressor zur Folge hatten. Ein Hauptfehler war die unzureichende Lagerung und Sicherung der Feder, die man zur Vermeidung von Ventilschlägen für notwendig angesehen hatte. Schon nach kurzer Zeit

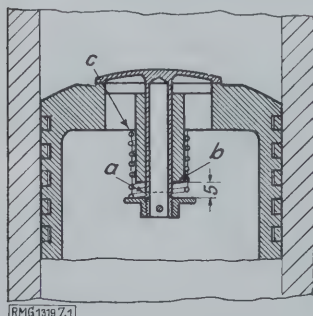


Abb. 1
Ausbohren des Ventilschaftes;
Splintbefestigung und Fehlen des
Federtellers; bei c sind Kon-
struktionsmängel
a Bruchstelle der Ventilschäfte
b Hubbegrenzung

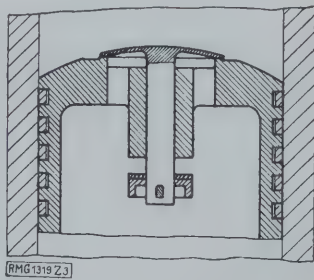


Abb. 2
Einwandfreie Ventil-
konstruktion

wurde der Splint, der zur Sicherung des auf das untere Ende der Ventilschäfte aufgeschraubten Federtellers diente, in seinem nicht genau passenden Loch lose; die Schläge, die infolgedessen am Übergang zum Gewinde bei jedem Hubwechsel des Ventils auftraten und die sich noch dadurch verstärkten, daß sich auch der Federteller ein wenig lockerte, riefen Kerbwirkungen an der Ventilschäfte bei a hervor, wo der volle Querschnitt in das Gewinde überging, und außerdem beanspruchten sie die Splintenden, deren Auflagefläche in der Ventilschäfte sehr gering war, da man aus Rücksicht auf die Gewichtersparnis die Spindel bis auf 2 mm Wanddicke ausgebohrt hatte. Brüche der Spindel am Übergang zum Gewinde und Brüche der Splinte, verbunden mit Abfallen der Federteller, waren die Folgen. Auch an der Stelle c, wo die Stege im Kolbenboden nur etwa 3 mm breit waren und durch die unmittelbar darauffliegende Feder bis zu 5 mm tief abgenutzt wurden, traten wiederholt Kerbbrüche auf, begünstigt durch Lunker, die sich gerade an dieser Stelle gebildet hatten.

Nachdem man verschiedene andre Mittel vergeblich versucht hatte, brachte die in Abb. 2 wiedergegebene Bauart

dauernde Abhilfe. Man verzichtete auf die Ventilschäfte auf das Ausbohren der Ventilschäfte, ohne daß daraus der Gang der Ventile geräuschvoller wurde. Dagegen wurden zugleich die Hubbegrenzung bildende vierkantige Teile des glatten Ende der Ventilschäfte geschoben und durch hochkantig gestellten Keil gehalten, der durch ein über dem Teller geschobenes Blech gegen Herausfallen gesichert wurde. [M 7]

Zweistufig wirkende Fliehkraftkupplung

Eine neuartige Riemenscheibe mit eingebauter Fliehkraftkupplung nach Dipl.-Ing. Schulmann, die der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin, zur Vermeidung von störenden Stromstößen in elektrischen Netzen in Verbindung mit Kurzschlußmotoren gewidmet ist, ist nach ETZ Bd. 48 (1927) S. 1131 in Abb. 3 wiedergegeben. Das mechanisch wesentlich neue Fliehkraftgewichte besteht darin, daß die Fliehkraftgewichte a starr mit der Nabe b der Riemenscheibe verbunden, so mittels radialer Bolzen auf einem Ring c geführt sind, sich um die Nabe frei drehen kann. Der Ring c wird der Nabe dadurch mitgenommen, daß sich die unter dem Einfluß der Fliehkraft nach außen gehenden Gleitstücke von innen an den Ring anlegen. Beim Einschalten des Motors laufen daher die Fliehkraftgewichte a nicht sofort, es dauert vielmehr etwa 5 s, bis sich der Ring c reichend beschleunigt, und diese Zeit kann man ausnutzen, um den in Sternschaltung anlaufenden Kurzschlußmotor um 120° Dreieck umzuschalten. Sobald die Fliehkraftgewichte a genügend beschleunigt worden sind, drücken sie die Gleitstücke e auf die Reibscheiben f auseinander, so daß die Riemenscheibe f mitgenommen wird. [M 7]

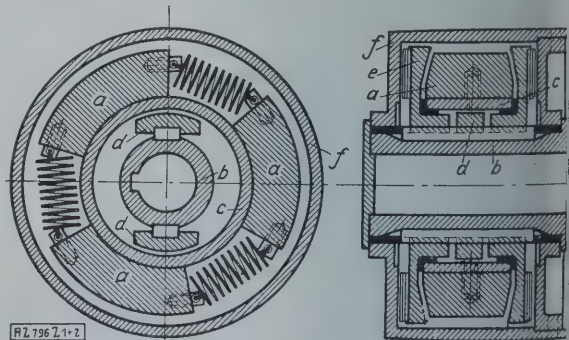


Abb. 3 und 4
Zweistufig wirkende Fliehkraftkupplung

a Fliehkraftgewichte
b Nabe der Riemenscheibe
c Ring zur Führung der Fliehkraftgewichte
d Gleitstücke
e Reibscheiben
f Riemenscheibe

Weltkraftkonferenz Basel 1926

Der elektrische Betrieb der Eisenbahnen¹⁾

Abteilung E der Tagung

Unter Umstellung der Eisenbahnen auf elektrischen Betrieb, weiterhin kurz „Umstellung“ genannt, ist im Sinne der behandelnden Gegenstände die Einführung oder Umstellung der elektrischen Zugförderung bei bestehenden Eisenbahnen zu verstehen, die mit Dampf betrieben werden, oder neuen Eisenbahnen, die mit Dampf betrieben werden könnten.

Die Umstellung führt in einem weiten Gebiete lebenswichtigen Energieverbrauch verknüpfter menschlicher Tätigkeit zu einer besseren und schöneren Energienutzung und im Energiehaushalt der Welt im Sinne der Sparsamkeit. Die Umstellung macht den Betrieb der Eisenbahnen bedeutend angenehmer, technisch sicherer und in vielen wirtschaftlich besser. Umstellung ist daher Fortschritt im Bau und Betrieb von Eisenbahnen.

Die Umstellung war die letzte und in gewissen Beziehungen die schwierigste, wirtschaftlich am längsten zweifelhaft. Die Anwendung des elektrischen Betriebes im Gebiete des Schienenverkehrs. Die Frage der Umstellung des elektrischen Betriebes von Eisenbahnen, fortan des elektrischen Betriebes, ist allgemein anerkannter, technisch so weit gelöst, daß keinem heute über den in Betracht kommenden Umstellungsplan technische Bedenken gesetzt sind. Die elektrische Zugförderung hat sich in allen wesentlichen Beziehungen gegenüber dem Dampfloktrakt überholt. Vervollständigungen und Vereinfachungen und Vereinheitlichungen einzelner sowie mit Wiederholung der Ausführungbare Vereinfachungen sind selbstverständlich zu erwarten. Dagegen stehen auf elektrotechnischer Seite keine Bedenken in Aussicht, die die Stellung der elektrischen Zugförderung gegenüber dem Dampftrieb gründlich ändern könnten. Ebenso wenig ist vorauszusehen, daß von den Lokomotiven und Triebfahrzeugen mit andern als Dampfmaschinen Fortschritte gemacht werden, die den Vortritt der elektrischen Zugförderung zweifelhaft machen könnten.

Die Zahl der durchgeführten Umstellungen kann als bedeutend bezeichnet werden. Sie decken alle möglichen Arten von Betrieben, für die Dampfkraft dienste und anderswo dient. Die technischen Erfahrungen waren in den meisten Fällen von Anfang an gut, nie wurde eine Umstellung bereut. Die elektrischen Betriebe stehen vielmehr in der Gunst nicht nur des Publikums, sondern der Bedienungsmannschaft. Die wirtschaftlichen Ergebnisse scheinen nirgends enttäuscht zu haben. In vielen Fällen sind sie einfach gut und übertreffen die Erwartungen. In keinem Falle wurde je die Rückkehr zum Dampftrieb in Erwägung gezogen. Vielmehr wurden zahlreiche Umstellungen nach der ersten Einführung erweitert.

Schon früher, aber besonders während des Weltkrieges, ist diesem wurden Eisenbahnlinien in größerem Umfange auf elektrischen Betrieb umgestellt, der zwar allgemein als technischer Erfolg, aber nicht allgemein als wirtschaftlicher, zur Nachahmung durch andere ähnliche Umstände anreizender Erfolg anerkannt wird. Wenigstens ist vielen der wirtschaftliche Erfolg, den sie nicht bekommen, nicht groß genug im Verhältnis zu den geldlichen Vorteilen zu sein, die mit großen Umstellungen unvermeidlich verknüpft sind. Diese Umstellungen auf elektrischen Betrieb umfassen Eisenbahnlinien, deren Betrieb mit Dampftrieben ungenügend geworden war, noch seither geworden. Bei den Kohlenpreisen der Gegenwart wäre ihr Betrieb wirtschaftlich nicht schlechter als die Mehrzahl der andern Dampfbetriebe, die noch bestehen.

Aus Gründen, die hier nicht erst angeführt zu werden brauchen, darf eine Umstellung nicht ein technischer Fortschritt und zugleich ein wirtschaftlicher Rückschritt sein. Es wäre der Fall, wenn eine Umstellung Kosten bereitet, die geschäftlich nicht lohnen. Die Untersuchung, ob eine geplante Umstellung geschäftlich lohnen werde, ist daher ob ein vorliegender elektrischer Betrieb geschäftlich lohnend sei, bereitet eigentümliche Schwierigkeiten von sätzlicher Art. Wie alle größeren eisenbahnwirtschaftlichen Untersuchungen sind diejenigen, die den elektrischen Betrieb im Vergleich zum Dampftrieb betreffen, sehr schwierig.

Die Schwierigkeiten und diese Unsicherheit verzögern die Umstellung. Die Untersuchungen sind für jede

gewissenhafte Verwaltung notwendig, die eine Umstellung ins Auge faßt, und sind unentbehrlich zur Überwachung bestehender größerer elektrischer Betriebe. Von den rechnerischen Untersuchungen im Zusammenhang mit Umstellungsplänen sollte aber nicht gewissermaßen die mathematische Entscheidung erwartet werden. Umstellung ist mit Bau- und Anschaffungskosten verknüpft. Diese Kosten können sich in der Regel geschäftlich lohnen, wenn die mit ihnen erkaufte größere Leistungsfähigkeit der Eisenbahnen auch wirklich ausgenutzt wird.

Mit den Verbesserungen soll man nicht warten, bis es ohne sie nicht mehr geht. Die mit ihnen verknüpften Ausgaben werden daher in der Regel gewagt auf Grund der Voraussicht, daß der Verkehr weiter zunehme und ihre Löhnung in der Folge eintrete. Es kann getrost gesagt werden, daß die meisten großen und kostspieligen baulichen Verbesserungen von Eisenbahnen sich ohne Zunahme des Verkehrs geschäftlich nicht lohnen würden. Sie werden gemacht, weil sie nötig scheinen, obwohl im Augenblick kein Zwang dazu vorliegt.

Nun ist freilich eine Umstellung, die die Wirtschaft einer Eisenbahn wesentlich verbessern können soll, ein verhältnismäßig großes Unternehmen und daher mit einem geldlichen Aufwand verknüpft, der, auch wenn auf eine Reihe von Jahren verteilt, bedeutend größer als für alle andern Verbesserungen zusammen ist. Er macht sich überdies für die Verwaltung besonders fühlbar, weil er auf einmal im Gesamtbetrag verantwortet werden muß und wie jede neue Aufnahme von Kapital das Eisenbahnunternehmen empfindlich gegen Verkehrsrückschläge macht.

Die meisten ausgedehnten, aus technischen Gründen nicht erforderlichen Umstellungen werden von Staatsbahnen unternommen, deren Kredit mehr oder weniger durch den nationalen oder internationalen Kredit des Staates bestimmt ist. Der Staat kann starke volkswirtschaftliche Gründe haben, die die Umstellung nahelegen: Verminderung des Einfuhrüberschusses durch Einschränkung der Kohleneinfuhr, Nutzbarmachung einheimischer Wasserkräfte, Entwicklung der Industrie des Landes, Schaffung von Gelegenheiten zur Beschäftigung der Industrie, Gewerbe und Handwerk usw. Sein Anteil an diesen Folgen der Umstellung kann so groß sein, daß er sie sogar bei Privatbahnen des Landes durch Geldhergabe oder auf andere Art erleichtert. Es wäre aber ein Irrtum, zu vermuten, daß bei den Staatseisenbahnen der eigentliche wirtschaftliche Erfolg der Umstellung weniger erforderlich ist als bei Privatbahnen. Eine wirtschaftlich erfolglose Verwendung so großer Geldmittel würde den Staatskredit gefährden.

Es wurde bereits bemerkt, daß die Technik zu jeder Umstellung, die heute überhaupt in Betracht kommen kann, bereit sei und keine umwälzenden Neuerungen in Aussicht stehen. Trotzdem hat die Zurückhaltung mancher Verwaltung gegenüber der Umstellung auch technische Gründe.

In vielen Ländern haben die maßgebenden Eisenbahnverwaltungen oder der Staat eine bestimmte Stromart innerhalb ihres Landes gewählt und dadurch eine wesentliche Hemmung der Umstellung weggeschafft. Nur Italien, in dem schon viele elektrische Bahnbetriebe mit so großem Erfolg eingerichtet wurden, gibt das Beispiel der Ungewißheit für seine weiteren Umstellungen. In den Vereinigten Staaten von Amerika ist die Frage nach der Stromart von einer auch nur für Gruppen von Eisenbahnen gültigen Lösung anscheinend noch weit entfernt. Hieraus und aus dem Bedürfnis nach Einheitlichkeit im Eisenbahnbetrieb wenigstens innerhalb eines Landes, entsteht ohne Zweifel für jede zur Umstellung geeignete Verwaltung ein bedeutendes Hindernis; denn keine möchte die Gefahr laufen, mit ihrer Wahl vereinzelt zu bleiben. Dieses Hindernis verliert von seiner Wirksamkeit heute dadurch etwas, daß es für den Erfolg der Umstellung weniger auf die Wahl der Stromart als auf die Güte der Ausführung ankommt.

Bei vielen neuen größeren elektrischen Betrieben wird der größte Teil der Energie in bahn eignen Kraftwerken erzeugt. Die zentrale Erzeugung der Energie und ihre Übertragung nach den Hauptspeisepunkten ist bei einem einigermaßen verkehrsreichen, geographisch nicht zu stark auseinandergezogenen Eisenbahnnetz wirtschaftlich in der Regel am günstigsten. In Wirklichkeit entstanden die meisten bahn eignen Kraftwerke aus rein praktischen Gründen und infolge zwingender Umstände. Dasselbe gilt auch für die nicht bahn eignen Kraftwerke.

Die Umstellungen können nach verschiedenen Gesichtspunkten eingeteilt, und zwar können voneinander unterschieden werden:

- A. Umstellung neuer Eisenbahnen,
- B. Umstellung bestehender mit Dampf betriebener Eisenbahnen.

¹⁾ Unter Benutzung des Generalberichtes, erstattet von Dr. E. R. Stoß, Bern. Teilberichte sind erschienen in Z. Bd. 71 (1927) 59, 477, 895 und 1284. Der Generalbericht ist erschienen im Verlag Emil Birkhäuser & Cie., Basel, Preis 125 Schv. Fr.; den Vertrieb in Deutschland hat die VDI-Buchhandlung.

In den letzten 10 bis 15 Jahren, während deren die meisten größeren Umstellungen unternommen wurden, sind verhältnismäßig wenig größere neue Eisenbahnen gebaut worden. Es gab daher zu Umstellungen der Hauptklasse A wenig Gelegenheit. Geschichtlich an erster Stelle, 1899, dürfte die Bahn Burgdorf–Thun stehen. Die Queralpen-Hauptlinie Frutigen–Brig der Berner Alpenbahngesellschaft, vollendet 1913, wurde von Anfang an elektrisch betrieben. Heute würde man kaum irgendwo in der Welt eine Eisenbahn von ähnlicher Art anders planen als mit elektrischem Betriebe. In Teilen der Erde, in denen Eisenbahnen noch berufen sein werden, Land zu erschließen, können Umstellungen großen Ausmaßes in der Zukunft erwartet werden. Die Umstellungen neuer Bahnen sind unter sonst gleichen Umständen insofern von vornherein günstiger als andre, als sie keine beim Dampfbetrieb nötig gewesen Einrichtungen und Betriebsmittel entwerfen, sondern sogar den Bau der Eisenbahn verbilligen können.

Bei den Umstellungen der Hauptklasse B, die bis auf weiteres am bemerkenswertesten sind, können voneinander unterschieden werden:

- a) Umstellungen, zu denen nur technischer Zwang vorliegt oder zu erwarten ist,
- b) Umstellungen, zu denen technischer und wirtschaftlicher Zwang vorliegt oder bevorsteht,
- c) Umstellungen, zu denen ein Zwang nicht vorliegt und nicht binnen kurzem vorzusehen ist, sondern die nur Vorteil versprechen, und zwar

I. Umstellungen von verhältnismäßig bescheidenem Umfang als Betriebsversuche, die mehr oder weniger später ausgedehnt werden sollen.

II. Umstellungen von einzelnen größeren Linien oder Liniengruppen von Eisenbahnen, bei denen der Dampfbetrieb eine deutliche Unzulänglichkeit zeigt und die elektrische Zugförderung betriebstechnische und betriebswirtschaftliche Vorzüge bietet und gute geldliche Vorteile verspricht.

III. Umstellungen ganzer Eisenbahnnetze oder größerer Teile von solchen, besonders der Hauptlinien.

Unter Eisenbahn und Eisenbahnnetz ist hier immer das einer und derselben Verwaltung unterstellte Eisenbahnnetz oder ein Teil oder nur eine Linie zu verstehen.

In die Klasse B a) gehören die Umstellungen von Tunnelstrecken, also z. B. folgender:

Baltimore-Tunnel, Cascade-Tunnel, Detroit-Tunnel, Hoosac-Tunnel, Simplon-Tunnel.

Sie erstrecken sich je von der letzten Haltestelle vor dem Tunnel bis zur ersten hinter dem Tunnel, beide eingeschlossen. Der technische Zwang zu den Umstellungen in den Tunneln wird von der Rauchplage ausgeübt, die mit dem Dampfbetrieb in langen Tunneln von wirtschaftlich möglicher Ausführung verknüpft ist und bei starkem Verkehr gesundheitlich schädlich wird, den Betrieb gefährdet und bei starkem Verkehr schließlich praktisch unmöglich machen kann. Die Umstellungen auf den Tunnelstrecken sind nicht sehr ausgedehnt und erfordern nur wenige elektrische Lokomotiven. Sie brauchen daher verhältnismäßig wenig Kapital, das sogar im Verhältnis zu den Baukosten der betreffenden Tunnel gering ist. Sie werden als nötig anerkannt, und es fällt niemanden ein, zu untersuchen, ob der elektrische Betrieb dieser Tunnel mehr oder weniger koste als der Dampfbetrieb.

Nichtsdestoweniger ist das betriebswirtschaftliche Verhalten dieser elektrischen Tunnelstrecken in vielen Beziehungen bemerkenswert. Die Erfahrungen im Betrieb, die jährlichen Fahr- und Zugleistungen der Lokomotiven, deren Unterhaltskosten und die Unterhaltskosten der Fahrleitungen sind übertragbar auf andre Umstellungen und zu lehrreichen Vergleichen mit andern elektrischen Betrieben brauchbar. Sie sind besonders bemerkenswert, wenn sie sich, wie heute schon, auf verhältnismäßig alte Betriebe beziehen; denn sie geben gute Anhaltspunkte für die Schätzung der Lebensdauer von Hilfseinrichtungen und Fahrzeugen.

In die Klasse B b) gehören z. B. folgende Umstellungen:

1. Großbahnhöfe innerhalb von Großstädten und deren Zufahrten: Quai d'Orsay, Paris bis Juvisy, Pennsylvania-Bahnhof New York bis Manhattan-Fähre, Grand Central-Bahnhof in New York bis Harmon.
2. Metropolitan- und Distrikt-Bahn, London.
3. Mit den Hauptbahnnetzen zusammenhängende Linien innerhalb der großen Städte und Vorstädte.
4. Von den Hauptbahnhöfen der großen Städte bis in die Vororte ausstrahlende Linien.
5. Die Hauptlinien quer durch Gebirge: Giovi, Mont-Cenis, Gotthard, Albul, Aarberg (Lötschberg gehört in die Hauptklasse A).

Bei diesen Umstellungen lagen Notwendigkeiten, denen die Verwaltungen nachgeben mußten oder in Zeit hätten nachgeben müssen. Bei Eisenbahnen unterlichen Verhältnissen, die noch nicht umgestellt sind, die Notwendigkeit bereits vor oder wird bei stärkererkehr eintreten. Im Falle der Beispiele 1 und 2 w Notwendigkeit der Umstellung bestimmt gegeben m Notwendigkeit zu neuen Bahnhofbauten in Paris ode York. Im Falle der andern Beispiele erkannten die V tungen die Notwendigkeit, weil sie die Not in abse Zeit voraussahen, die die Folge der Beibehaltung des betriebes gewesen wäre und von der bereits deutli zeichen zu bemerken waren.

Genau genommen, gibt es, wenigstens bei den be den Eisenbahnen, außer der Rauchplage keinen rein nischen Zwang zur Umstellung auf elektrischen P solange es möglich ist oder wäre, die gewünschten n nentechnischen Leistungen der elektrischen Zugfö mit dem Dampfbetrieb zu erreichen, sei es mit Dam motiven, sei es mit entsprechenden Um- oder Neu sei es mit beiden Mitteln. Der Zwang zur Umstellu deren Notwendigkeit war oder ist in den meisten Fäll Klasse B b) in Wirklichkeit betriebstechnisch, betrie schaftlich, verkehrspolitisch und geldlich. Jenac Falle war oder ist der eine oder andre der genann sichtspunkte entscheidend.

Bei den als Beispiel 1 zusammengefaßten Umstel wäre die praktische Lösung der gestellten Aufgab einem andern Weg als auf dem der Umstellung auf schen Betrieb auch heute noch kaum denkbar. In Fällen war Umstellung unbedingt Voraussetzung, te Entstehung, teils der Erhaltung und des Umbau großen Bahnhöfen von größter Lebenswichtigkeit nac stungsfähigkeit und Lage sowohl für den Verkehr al für die Verwaltungen. Umstellung war in diesen praktisch die einzige Rettung: In New York war di meidung der Rauchplage sogar unbedingte Forderu Behörde. Aus vielen Gründen, die hier nicht gena werden brauchen, war elektrischer Betrieb so nötig, betrieb so unbrauchbar, daß die Frage, welcher Betr billigere sei, nicht gestellt werden konnte. Diese lungen werden hier, statt bei der Klasse B a), e wegen ihrer großen allgemeinen Bedeutung in schichte der Umstellung auf elektrischen Betrieb u sie über die Zone, in der der Zwang zu ihnen vorla ausgeführt wurden und durch die Größe der Betriebs gen Quellen höchst maßgebender technischer und schaftlicher Erfahrungen sind.

Bei dem Beispiel 2 wäre die Rauchplage bei dem gen Verkehr wohl auch so groß, daß die Behörde d stellung vorschriebe. Wie der heutige Verkehr auf stehenden Gleisen in den bestehenden Tunneln and mit elektrischer Zugförderung bewältigt werden kön überhaupt nicht einzusehen.

In Fällen wie bei Beispiel 3 und 4 spielt die V dung der Rauchplage zwar auch eine wichtige Rol schlaggebend war und ist aber die heute allgemein v dene Erkenntnis, daß der elektrische Betrieb von v reichen Stadt- und Vorortseisenbahnen technisch, wir lich und verkehrspolitisch dem Dampfbetrieb bei überlegen und das einzige Mittel zur Aufrechterhaltu Wiederherstellung der Fähigkeit zum Wettbewerb andern Beförderungsarten innerhalb des Stadt- und gebietes ist.

Zur Zeit gibt es noch Dampfbetriebe, wenigste Vorortstrecken, die nicht so unvorteilhaft arbeiten, d Beibehaltung bis auf weiteres für die Eisenbahn hängnisvoll wäre. Es dürfte aber kaum einen unter geben, dessen Ersatz durch den elektrischen Betr erwogen oder grundsätzlich beschlossen ist.

Bei den als Beispiel 5 zusammengefaßten Umst kommt je ein langer Tunnel vor, in dem die Rau die Grenze der Zulässigkeit erreicht hatte und w d stellung allein nach Art der Umstellungen in den T der Klasse A a) durchaus die Kosten gelohnt hätte war die elektrische Zugförderung zur Zeit dies lungen bereits so weit entwickelt und als im Betr steiler Strecken dem Dampfbetriebe technisch und schaftlich zweifellos überlegen bekannt, daß nicht g wurde, statt nur der langen Tunnel auch die Zufahr betriebsorganisatorisch angezeigte Länge umzustell diese Zufahrten zum Teil sehr tunnelreich sind.

Bei diesen Umstellungen wurde jedesmal ein Park von Dampflokomotiven überflüssig. Ferner Schuppen und Werkstätten umgebaut und eingericht den. Da es sich aber um keine im Verhältnis zur audehnung des Eisenbahnnetzes der betreffenden tung ausgedehnte Umstellung handelte, konnten di

gewordenen Dampfbetriebsmittel nützlich verwendet werden. Die erheblichen Verluste infolge von Entwertungen werden.

Die Notwendigkeit dieser Umstellungen und ihren wirtschaftlichen Erfolg kann schon eher gestritten werden als die der Umstellungen nach den Beispielen 1 bis 4. Man z. B. besonders leicht hinterher von leistungsfähigen und sparsameren Dampflokomotiven sprechen, die in den angeschafften worden wären. Auch die Verkehrrückstände können angeschnitten werden, wenn sich die Beauftragung nicht so entwickelte, wie vorausgesehen wurde. Es steht aber allgemein kein Zweifel darüber, daß die Umstellung auf elektrischen Betrieb bei verkehrswichtigen Linien von der Art der Queralpen-Eisenbahnen, überhaupt verkehrsreichen Linien mit vielen oder langen Steigungen und vielen Tunneln, angezeigt ist, sobald die Geldverhältnisse vorhanden sind, und mehr oder weniger bald wirksam wird in dem Sinne, daß elektrischer Betrieb billiger als das einfachste, wirksamste und, alles berücksichtigt, billigste Mittel ist, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und die Leistungsfähigkeit zu erhöhen.

Die Klasse Bc) gehören die Umstellungen, von denen eine kleine Teile als in die Klasse Bb) gehörend angenommen werden könnten, die also keineswegs oder nur als zur Sicherung des wirtschaftlichen Bestandes der betreffenden Eisenbahnen angezeigt oder gar nötig betrachtet werden können. Der betriebstechnische und wirtschaftliche Erfolg dieser Umstellungen wird durch deren Auswirkungen überhaupt, die geldliche Wirkung durch die Ausdehnung im Verhältnis zur Ausdehnung des Bahnnetzes der betreffenden Verwaltung stark beeinflusst. Aus diesem Grunde sind die drei Unterklassen I, II und III gebildet.

Die Unterklasse Bc I) gehören z. B. die geschichtlich wertvollen Umstellungen Lecco-Chiavenna und Salsomaggiore-Schulz. Diese wie zahlreiche andere, die mehr oder weniger bestimmt zur gleichen Unterklasse gehören, waren im wesentlichen praktische Versuche, die über die nur durch Erprobung von Stromart und Konstruktion hinterlassen und den Verwaltungen betriebstechnische und wirtschaftliche Erfahrungen als Grundlage zur Beurteilung der Aussichten des elektrischen Betriebes in größerem Maßstab liefern sollten. Ihre geldliche Tragweite war recht verschieden.

Es konnte von ihnen ebenso wenig ein geldlicher Erfolg erwartet, als eine geldliche Gefahr befürchtet werden. Die entstandenen elektrischen Betriebe konnten ihre Berechtigung behalten, auch wenn sie keine Ausdehnung im gleichen Eisenbahnnetz erfuhren.

Für solche Versuche wurden von den betreffenden Verwaltungen Linien oder Liniengruppen gewählt, deren Betrieb elektrischen Zugförderung wenigstens einigermaßen Gelegenheit gab, ihre technischen Vorzüge gegenüber Dampfbetrieb in nützlicher Anwendung zu zeigen, und es ist so wenig umfangreich waren, daß sich kein deutliches betriebswirtschaftliches Bild entwickeln konnte. Der Erfolg aller zu dieser Unterklasse gehörenden Umstellungen wird dadurch bestätigt, daß sie heute als Teile der Umstellungen erscheinen.

Die Unterklasse Bc II) umfaßt Umstellungen, die schon im Hinblick auf die Kosten ihrer Durchführung nicht als solche der betreffenden Verwaltungen betrachtet werden können. Sie beruhen auf der aus den Ergebnissen eingehender Untersuchung der eigenen Dampfbetriebe und der elektrischen Betriebe anderer Eisenbahnen an den maßgebenden geschöpften Erkenntnis, daß die Umstellung gewisser Linien oder Liniengruppen Vorteile bietet, die den erforderlichen Geldaufwand mit befriedigender Gewißheit lohnen. In diesen Fällen ist der Umfang der Umstellung durch die Untersuchung der zusammenhängenden Linien bestimmt, bei der die Voraussetzungen zum betriebswirtschaftlichen Erfolg der Umstellung schon gegeben sind oder angefangen in rasch wachsendem Maße gegeben zu sein.

Zu dieser Unterklasse gehören z. B. folgende Umstellungen: Riksgräns-Bahn, Chicago-Milwaukee- und St. Paul-Rocky Mountains- und Missoula-Abschnitte, Norfolk-Western-Bahn, Bluefield-Vivian-Virginian-Bahn, Roanoke-Mullens.

In diesen Betrieben liegen alle Umstände vor, unter denen der betriebswirtschaftliche Überlegenheit der elektrischen Zugförderung gegenüber dem Dampfbetrieb theoretisch früher zweifellos festgestanden hätte, nämlich lange Strecken bei schweren Zügen. In den beiden ersten Beispielen waren die Möglichkeiten des Dampfbetriebes wohl nicht völlig erschöpft, hingegen sprach hier die Erleichterung der Kohle durch Wasserkraft stark für die Umstellung auf elektrischen Betrieb nicht wegen des Rauches, sondern wegen der Kosten. In den beiden anderen Fällen ist die starke Vergrößerung der Zugkraft, insbesondere

der Dauerzugkraft, und die gleichzeitige Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit, das heißt eine starke Erhöhung der Anfahr- und Zugleistung der Lokomotiven weit über das von Dampflokomotiven technisch und wirtschaftlich befriedigend Erreichbare hinaus wirtschaftlich vorteilhaft für die Eisenbahngesellschaften.

Die Umstellungen der Unterklasse Bc II) betreffen Eisenbahnlinien, die dazu besonders reif waren und Sonderfälle darstellen. Bei diesen Umstellungen muß ein geschäftlicher Gewinn in Gestalt einer die übliche erheblich übersteigenden Verzinsung des Kapitals nachgewiesen werden können, weil dies fast ausschließlich der verfolgte Zweck war. Bei der Riksgräns-Bahn dürfte allerdings der Ersatz eingeführter Kohle durch Wasserkraft im Lande ebenfalls mit als Hauptzweck anzusehen sein.

Zur Unterklasse Bc III) gehören die Umstellungen, die geplantermaßen nicht auf Linien beschränkt sind, bei denen der Dampfbetrieb Mängel zeigt, sondern Linien umfassen, die, wenigstens in Gestalt einer die übliche Schaden für die betreffenden Eisenbahnen als Unternehmungen noch eine unbestimmt lange Zeit mit Dampf betrieben werden könnten. Dies sind die Umstellungen, die dem leitenden Gedanken entsprechen, nach und nach die ganzen Netze elektrisch zu betreiben, zunächst selbstverständlich die Linien, deren elektrischer Betrieb die zahlreichsten oder wichtigsten Vorteile gegenüber dem Dampfbetriebe bietet oder in naher Zukunft bieten wird.

Zu diesen Umstellungen gehören, mehr oder weniger ausgesprochen, die meisten Umstellungen, die von Staats-eisenbahnen durchgeführt wurden und noch werden, auch die der großen französischen Eisenbahngesellschaften. Der Nutzen, der den betreffenden Eisenbahnen als Unternehmungen erwachsen soll, ist der wesentliche und unbedingt nicht zu verfehlende, jedenfalls in naher Zukunft zu erreichende Zweck, den die betreffenden Verwaltungen verfolgen, aber nicht der einzige verfolgte Zweck. Es werden volkswirtschaftliche, verkehrspolitische und handelspolitische Zwecke verfolgt, deren Erreichung vorteilhaft sein kann, in den Rechnungsabschlüssen der betreffenden Eisenbahnen jedoch nicht notwendigerweise ebenfalls vorteilhaft oder überhaupt zum Vorschein kommen muß. Diese Umstellungen dürfen vielleicht als national bezeichnet werden. Im Lande herrschte und besteht eine starke Meinung zugunsten fortwährender Umstellung. Die Verwirklichung war daher in der Regel nicht schwierig.

Es wäre ein großer Irrtum, die Umstellungen der Unterklasse Bc III) als im allgemeinen wenig vorteilhaft für die betreffenden Eisenbahnen anzusehen. Deren Verwaltungen verstanden es durchweg, die Pläne so zu gestalten und durchzuführen, daß Linien, deren Umstellung betriebswirtschaftlich nicht begründet werden konnte, bis auf weiteres den Dampfbetrieb behalten.

Die Umstellungen der Unterklasse Bc III) braucht man oft, wenn sich die Eisenbahnen der Welt dem allgemeinen elektrischen Betrieb wirklich nähern sollen; die Gesamtheit der durchgeführten und in der Durchführung begriffenen Umstellungen, die nach der am Anfang gegebenen Erklärung Umstellungen im Sinne des zu behandelnden Gegenstandes sind, decken erst einen sehr kleinen Teil der Eisenbahnen der Welt.

Es soll bemerkt werden, daß bei weitem nicht alle nennenswerten Umstellungen erwähnt wurden. Unter den Beispielen fehlen solche, die zu den bedeutendsten gehören. Der Grund ist einfach der, daß bei sehr vielen Umstellungen die Einrechnung in eine der Klassen nur mit umständlichen Vorbehalten möglich gewesen wäre. Die Schnelligkeit, mit der weitere Umstellungen erfolgen werden, wird wesentlich bestimmt sein durch die weitere Entwicklung der wirtschaftlichen Lage der Eisenbahnen als Unternehmungen und das Maß, nach dem andere Tätigkeitsgebiete die Geldmärkte beanspruchen.

Zu Umstellungen, die in die Klasse Bb) und Bc II) einzureihen, also keine wirtschaftlichen Wagnisse wären, gäbe es bei verschiedenen Eisenbahnen Gelegenheit. Mancher vom Vorortverkehr bedrängte Bahnhof, manche Linie mit großem Verkehr und vielen starken Steigungen, der Erhöhung der Leistungsfähigkeit bedürftig, wartet auf die Umstellung, von der meist schon geredet worden ist.

Die Eisenbahn-Fachleute wissen längst, daß elektrischer Betrieb um so vorteilhafter als Dampfbetrieb sein kann, je dichter der Verkehr, je teurer die Kohle, je billiger die elektrische Energie, je höher der Arbeitslohn, je stärker und zahlreicher die Steigungen, je geringer der Zinsfuß des Kapitals sind. Die Kenntnis dieser Zusammenhänge genügt keiner Verwaltung, die die Verantwortung einer Umstellung übernehmen soll. Die ersten vier Zusammenhänge deuten auf die Möglichkeit, daß sich die Lage des

elektrischen Betriebes gegenüber dem Dampftrieb mit der Zeit bessere; aber sie alle sind verhältnismäßig unbestimmt und begründen in jedem Falle, wo eine bestimmte Umstellung ins Auge gefaßt werden soll, lediglich die Fragen danach, ob der Verkehr dicht genug, die Steigungen stark und zahlreich genug, die Kohle nicht zu billig, die elektrische Energie nicht zu teuer, die Lohnersparnisse groß genug und das erforderliche Kapital nicht zu hoch verzinslich seien.

Dieser allgemeine Bericht kann in folgenden Sätzen zusammengefaßt werden:

1. Die Umstellung der Eisenbahnen auf elektrische Zuförderung ist eine technisch für alle Fälle befriedigend und im wesentlichen abschließend gelöste Aufgabe.
2. Die elektrischen Betriebe haben sich technisch überall bewährt; sie stehen in der Gunst der Bahnbeamten, der Reisenden und der Anwohner.
3. Es gibt Fälle, in denen der elektrische Betrieb der einzige mögliche ist, technisch und wirtschaftlich.

Vorgänge beim reinen Rollen elastischer Reibungsräder¹⁾

Im Innern zweier einander berührender fester elastischer Körper gelten nach H. Hertz²⁾ die Grundgleichungen der Elastizität. Am Rand ist zwischen einer freien Oberfläche, in der die Spannungen null sind, und einer beiden Körpern bei der Berührung gemeinsamen Berührungsfläche (Druckfläche) zu unterscheiden, für die Hertz folgende Randbedingungen benutzte: Die Oberflächengestalt muß sich so ändern, daß die Berührung in einer Fläche stattfindet (geometrische Bedingung); die in der Berührungsfläche übertragene Normalkraft ist gegeben (Gleichgewichtsbedingung); die Tangentialspannungen in der Berührungsfläche sind null (willkürliche Bedingung).

Fordert man, daß eine gegebene Tangentialkraft übertragen wird, so steht die Tangentialspannung t als Reibungsspannung mit der Normalspannung p und der Gleitgeschwindigkeit v_g an der betreffenden Stelle durch ein Reibungsgesetz in Beziehung (physikalische Bedingung). Die Aufgabe wird aber erst eindeutig, wenn weitere Angaben den Bewegungszustand bestimmen. Sie wurde für das Rollen unendlich langer Zylinder unter gleichbleibender Normalkraft auf Grund des Hookeschen Elastizitätsgesetzes und des Coulombschen Reibungsgesetzes bei Vernachlässigung von Massenkraften in Angriff genommen. Die Berührungsfläche kann dann in ein Haftgebiet und in ein Gleitgebiet zerfallen (reines Rollen).

Beim Rollen weicht die Winkelgeschwindigkeit des getriebenen Zylinders von dem Wert ab, der bei gleitungsfreiem Rollen von starren Zylindern einträte. Der Schlupf s kann an jeder Stelle der Berührungsfläche in einen Formänderungsschlupf s_e und einen Gleitschlupf s_g zerlegt werden ($s = s_e + s_g$). s_e ist nahezu gleich dem Unterschied der Oberflächendehnungen in Richtung der Bewegung, s_g ist proportional v_g . Im Haftgebiet ist daher $s_g = 0$, also $s_e = s = \text{konst.}$, im Gleitgebiet ist $t = \pm \mu_0 p$ für $s_g \gtrless 0$, wenn μ_0 die Gleitreibungszahl ist.

Mit diesen Randbedingungen können die beiden allgemeinen Integralgleichungen des Problems aufgestellt werden, für die bei gleicher Elastizitätszahl der beiden Scheiben eine Lösung angegeben werden kann. Die Rechnung ergibt u.a.:

1. Die Hertzische Theorie der reibungsfreien Berührung gilt ebenso genau auch bei Vorhandensein von Reibung für die Größe der Berührungsfläche und die Verteilung der Druckspannungen in ihr.
2. Die Berührungsfläche ist im allgemeinen nicht symmetrisch zur Ebene der beiden Zylinderachsen. Ihre Mitte ist um ein sehr kleines Stück nach der Ablaufseite oder Auflaufseite hin verschoben, je nachdem der treibende oder der getriebene Zylinder den größeren Halbmesser hat. Die Reibungsspannungen beeinflussen ferner etwas die Gestalt der Berührungsfläche; insbesondere ist die Fläche in der Drehrichtung des getriebenen Zylinders gedreht, so daß der Eindruck in den treibenden Zylinder an der Auflaufseite tiefer als an der Ablaufseite ist.

4. Die Voraussetzungen zum wirtschaftlichen Erfolg der Umstellung scheinen nur gegeben zu sein bei Bahnen mit dichtem Verkehr, vielen und starken Steigungen, um so mehr, je billiger die elektrische Energie und je teurer die Kohle und die menschliche Arbeit.
5. Vom wirtschaftlichen Erfolg der Umstellung der Eisenbahnen ist so eher etwas geopfert werden, je dringender die Beseitigung der Rauchplage ist.
6. Vom wirtschaftlichen Erfolg wird im Falle von Eisenbahnen noch mehr geopfert, je mehr der wirtschaftliche Nutzen durch die Umstellung des elektrischen Betriebes gestiftet wird; in jedem Falle wird jedoch die betriebswirtschaftliche Leistung wenigstens in naher Zukunft als Hauptvorteil von den Privatbahnen als einziger Zweck verfolgt.
7. Es gibt keine festen und leicht anzuwendenden Kriterien für die Feststellung, ob Eisenbahnen zur Umstellung reif sind.

Berlin

W. Wechmann

3. Das Haftgebiet liegt an der Auflaufseite, das Gleitgebiet an der Ablaufseite. Die Grenze dazwischen liegt von der Ablaufseite zur Auflaufseite, wenn die gleichbleibende Normalkraft N die Umfangskraft von null zum Höchstwert $T_{\max} = \mu_0 N$ steigt.
4. Die Beanspruchung wird durch die Reibung stark vergrößert; bei mittleren Umfangskräften kann die Schubspannung leicht das 2½fache, die größte Schubspannung sogar das 30fache der ohne Reibung auftretenden Werte annehmen. Die größte Beanspruchung tritt bei gegebener Anordnung und Normalkraft immer zugleich mit der größten möglichen Umfangskraft auf.
5. Der relative Energieverlust V ist nicht immer mit dem Schlupf gleichwertig wie bei starren Körpern.
6. Die Rechnung liefert für den Schlupf nur etwa 0,3fache der von Jahn und Sachs³⁾ durch Versuche gefundenen Werte. Die berechneten Schlupflinien hängen von der Beanspruchung (vom Schlupf) von der Gestalt und auch in ihrer Abhängigkeit von den Versuchsbedingungen (Normalkraft, Halbmesser der Scheiben) recht gut mit den Ergebnissen der Versuche überein.
7. Die Linien zeigen bei Annäherung an die größte Beanspruchung ein rascheres als proportionales Anwachsen des Schlupfes und erinnern dadurch an den Verlauf der Spannung in Abhängigkeit von der Beanspruchung beim Erreichen der Fließgrenze oder an die Linien der Gleitreibung, abhängig von der Beanspruchung. Als ein wesentliches Ergebnis der Rechnung ist hervorzuheben, daß die Gestalt der Schlupflinien mit dem Hookeschen Elastizitätsgesetz und dem Coulombschen Reibungsgesetz vereinbar ist, also nicht eine Annahme notwendig macht, daß der Schlupf mit bleibenden Formänderungen verbunden ist oder die Reibungszahl der Gleitreibung von der Beanspruchung oder der Geschwindigkeit abhängt.
8. Die im allgemeinen verwickelte Rechnung liefert für hartelastische Stoffe wie Metalle (zulässige Spannungen klein gegenüber der Schubzahl G) einfache und übersichtliche Formeln. Für den verhältnismäßigen Energieverlust und den Schlupf bei reinem Rollen gilt man

$$V = s = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \mu_0 b_0 (1 - \sqrt{1 - v}),$$

$$\text{worin } b_0 = \sqrt{\frac{m-1}{mG} \frac{4}{R_1 + R_2} \frac{N}{\pi l}}$$

die nach der Hertzischen Theorie zu berechnend ist. b_0 ist die Breite der Berührungsfläche, $v = \frac{T}{\mu_0 N}$ der „Schlupf“ ($0 \leq v \leq 1$), R_1, R_2 die Halbmesser und l die Länge der Zylinder und m die Poissonsche Konstante.

¹⁾ H. Fromm, Berechnung des Schlupfes beim Rollen deformierbarer Scheiben, Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 7 (1927) S. 27.

²⁾ Über die Berührung fester elastischer Körper, Ges. Werke Bd. I, Leipzig 1895, S. 155, oder Journ. f. reine u. angew. Mathem. Bd. 92 (1881) S. 156.

³⁾ J. Jahn, Die Beziehungen zwischen Rad und Schiene hinsichtlich des Kräftespiels und der Bewegungsverhältnisse, (1918) S. 145; G. Sachs, Versuche über die Reibung fester an zylindrischen Reibungsriemen, Z. angew. Math. u. Mech. (1924) S. 14.

R U N D S C H A U

Aus dem Ausland



Abb. 1. Verladebrücke von Heyl & Patterson, Pittsburgh, mit 165 m Spannweite und 220 m Länge der gesamten Katzfahrbahn

Förderanlagen

Verwendung und Leistungsfähigkeit amerikanischer Krananlagen

Die Entwicklung und die Anwendung der Krananlagen in den Vereinigten Staaten von Amerika in mehrfacher Hinsicht andere Wege gegangen als in Deutschland. Ein-Hebezeuge, die zuerst in Amerika gebaut wurden, nach Deutschland verpflanzt, große Verbreitung gefunden, während andere in Deutschland entwickelte Krananlagen sich in den Vereinigten Staaten nur einer sehr beschränkten Beliebtheit erfreuen. Es spielen bei dieser Veranschaulichung auch verschiedene Fragen wirtschaftlicher und fördertechnischer Natur mit, die zu beiden Seiten des Atlantischen Ozeans grundsätzlich verschieden sind. Entsprechende Betrachtung gilt beim Vergleich der von amerikanischen Anlagen erzielten Förderleistungen.

Bauarten

Im amerikanischen Stückgutumschlag ist im Hafenbetriebe der in deutschen Häfen so verbreitete Drehkran fast gar nicht zu finden und selbst an den Kaischuppen der großen transatlantischen Dampferlinien wird man vergeblich nach Krananlagen suchen können. Die Umschlagarbeit ist hier dem besonders leistungsfähig ausgebildeten Ladeschiff und den Ladebäumen überlassen¹⁾. Einzelne Drehkrane an den Kaianlagen der Dampfergesellschaften sind vielfach als Säulenkrane ausgebildet, wobei Portal oder Halbportal in Gitterkonstruktion ausgeführt werden.

Gegenüber gibt es für den Massengutumschlag sehr verschiedene und leistungsfähige Verladeanlagen bis zu 165 m Spannweite. Besonders Verladebrücken sind sich großer Beliebtheit, sie sind bis zu 165 m Spannweite gebaut worden, Abb. 1. Einzelne dieser Anlagen tragen außerdem Förderbänder, wodurch die Förderleistung gesteigert werden kann. Greiferdrehkrane im Gegensatz zu Deutschland nur selten zu sehen. In Deutschland nicht ausgeführte Sonderbauten bilden die unter dem Namen Hulett's bekannten kräftig gebauten Erzumschlaganlagen²⁾, die von der Firma Wellmann-Seaver-Morgan, Cleveland hergestellt werden und sich ausschließlich in den großen Seen befinden. Die Tragkraft dieser vielfach beschriebenen Anlagen beträgt etwa 12 t.

Außerdem, in Deutschland kaum angewandte sind die Auslegerturmkrananlagen, die häufig unmittelbar an die Gebäude angebaut werden. Diese sind in der Regel für Massengutumschlag bestimmt und daher mit Greifern ausgerüstet, sie haben kürzeren, wahren Ausleger. Wegen der erreichten Förderleistungen erhalten diese Krane auf neuer Kraftwerke vielfach den Vorzug. Die „Richmond Station“ im Hafen von Philadelphia,

eines der größten Kraftwerke der Welt, das nach vollständigem Ausbau 720 000 kW leisten wird, hat zwei doppelte Verladeturme von je rd. 650 t/h.

Eine andere in Amerika sehr beliebte Krangattung, die in Deutschland kaum zu finden ist, sind die Derricks^{2a)}. Sämtliche Bauunternehmer bedienen sich dieser Krane zum Bau von Hochhäusern und sonstigen Bauzwecken; auch in Steinbruch- und Hafenbetrieben kann man sie antreffen, wobei sie mitunter auch mit Einseilgreifern ausgestattet sind. Mit der Tragkraft geht man bis etwa 10 t, jedoch gibt es vereinzelt Krane bis zu 20 t Tragkraft.

Lokomotivkrane wendet man für die verschiedensten Förderzwecke an, und zwar bis zu 20 t mittlerer Tragkraft. In Sonderfällen sind jedoch derartige Krane mit 50 und 100 t, in einem Falle sogar 200 t³⁾, ausgeführt worden. Diese Schwerlastkrane werden vielfach zu Hilfeleistungen bei größeren Eisenbahnunfällen herangezogen. Zur Erweiterung des Arbeitsbereiches ist man auch mit der Ausladung sehr weit gegangen.

^{2a)} Wippkrane. ³⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1307.



Abb. 2. Raupenkran bei der Aufstellung von Portalkranen

¹⁾ Dr.-Ing. E. Foerster, „Nordamerikanische Seehafentechnik“ (Verlag von „Werlt-Reederei-Hafen“, Berlin 1926, Julius Springer). ²⁾ Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 1208.

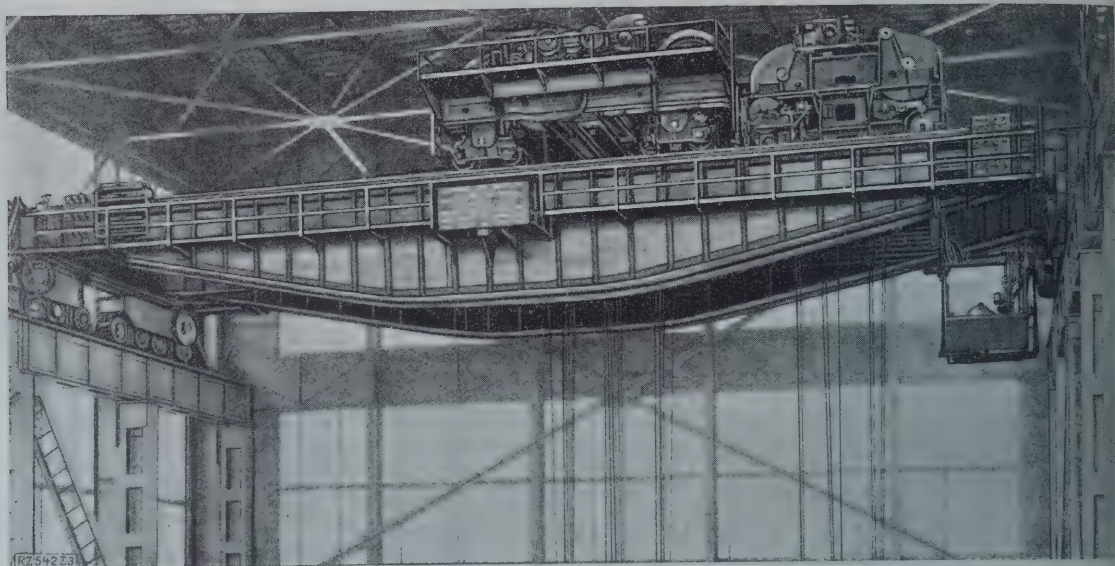


Abb. 3
400 t-Laufkran im Arsenal zu Washington

Die schnellen und leicht beweglichen Kraftwagenkranne werden von den Unternehmern für mannigfache Umladezwecke des Baubetriebes bevorzugt, und zwar in gleicher Weise für Stückgüter wie für Massengüter. In diesem Falle wird im allgemeinen an den Lasthaken der Einseilgreifer angehängt, der sehr häufig im Betriebe zu beobachten ist.

Weit verbreitet sind auch die Drehkrane mit Raupenkettantrieb, Abb. 2, die in der Regel auch als Löffelbagger arbeiten können. Eine der wichtigsten Anwendungsgebiete ist der Straßenbau, wo diese Krane, zu Tausenden über das Land verteilt, arbeiten. Die Tragkraft bleibt durchgängig unter 5 t.

Die amerikanischen Laufkrane weisen verschiedene bauliche Eigentümlichkeiten auf, die z. T. in den hohen Löhnen begründet sind. So wendet man für die Kranbühne fast ausschließlich die Blechträgerkonstruktion an, sehr selten die Gitterwerkskonstruktion. Diese ergibt zwar ein geringeres Gewicht, erfordert aber mehr Aufwand an Arbeitslohn, weswegen diese Bauart vermieden wird. Auch bei der Lagerung der Laufräder und andrer mechanischer Teile kommt dieser Gesichtspunkt zum Ausdruck, ebenso wendet man für die Fahrgestelle Stahlgußquerträger an, da die Arbeiten für Anpassen und Zusammenbau verringert werden⁴. Mehrere in den Geschützwerkstätten der Kriegsmarine in Washington arbeitende Laufkrane haben 400 t Tragkraft, Abb. 3.

⁴ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1139.

Auf den Schiffswerften herrschen die auch in Deutschland üblichen Turmdrehkrane vor. Eigentümliche dieser Bauarten sind bei älteren Anlagen anzutreffen, zwar Turmkrane mit aufgesetzten Wippauslegern. Zu bringen der schweren Ausrüstungsstücke in die Schutzhäuser man wie in den größeren deutschen Häfen Hammerkrane. Der größte Kran dieser Gattung 350 t Tragkraft ist auf dem Gelände des Marinearsens in Philadelphia aufgestellt, Abb. 4.

Die Kabelkrane, die vor mehr als 30 Jahren erst in den Vereinigten Staaten von Amerika für verschiedene Zwecke gebaut worden sind, werden heute eigentlich noch im Baubetriebe (für Brücken, Talsperren und Becken), sowie für Steinbruchbetriebe benutzt. Für Kohlenumschlag, für Schiffsentladung und ähnliche ist man vom Kabelkran abgekommen, und man findet nur noch ganz wenige Greiferkabelkrane im Betrieb, werden Verladebrücken bevorzugt.

Förderleistungen

Die Förderleistungen der für den Massenguttransport gebauten Krane und Verladebrücken sind bei gleicher Tragkraft meist höher als in Deutschland. Dies liegt an den größeren Fördergeschwindigkeiten und an der sehr guten Handhabung der Steuerorgane durch den Kranführer. Bei den Auslegerturmkranen sind bei 30 m Hubhöhe 180 Förderspiele in 1 h normal. Die größte bei diesen Kränen vorkommende Hubgeschwindigkeit beträgt

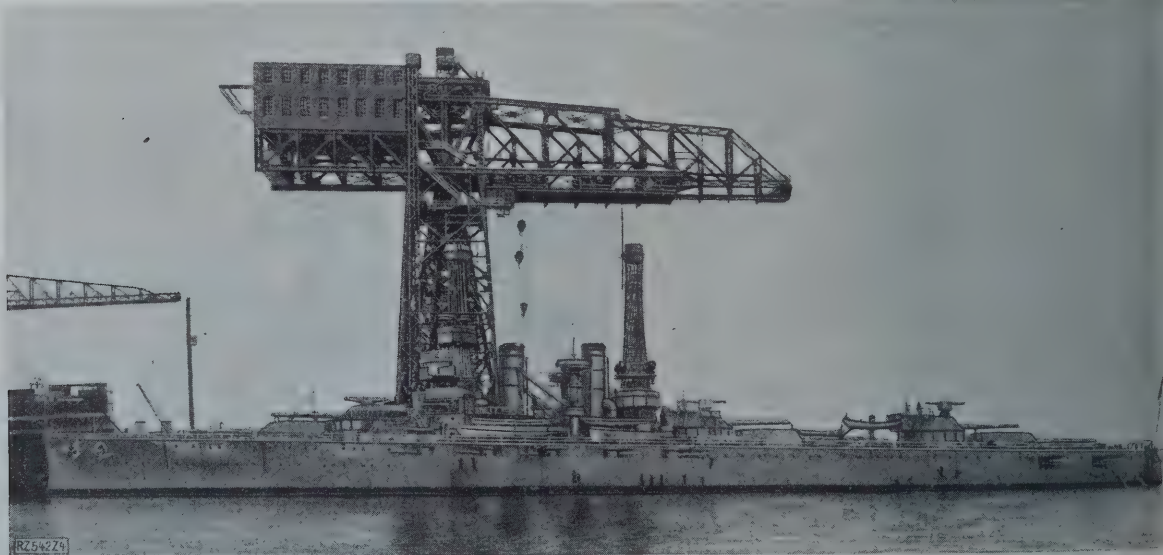


Abb. 4
350 t-Hammerkran der Kriegsmarine Philadelphia

min. Die Kohlenumschlaganlagen des Richmond-erkes leisten mit zwei Greifern von je 1½ t Kohle gsvermögen, wie schon erwähnt, 650 t/h.

er die in der Hauptsache zur Stückgutverladung be-
 Kranarten treten die Leistungsunterschiede gegen-
 deutschen Verladeanlagen nicht so stark in die Er-
 ung.

e Huletts erreichen bemerkenswerte Leistungsziffern,
 der Umschlag eines etwa 12 000 t fassenden Erz-
 rs im Durchschnitt in 3 bis 5 h bewältigt werden
 wenn mehrere Vorrichtungen benutzt werden.

i den Lauf- und Derrickkranen sowie den
 en mit Raupenkettensystemen liegen die erzielten Lei-
 n im Durchschnitt nicht viel höher als bei den deut-
 Erzeugnissen. Die vereinzelt Greiferkabelkrane
 stündlich über 50 Förderspiele bei etwa 200 m
 recke. Das sind Zahlen, die in Deutschland auch
 annähernd verwirklicht worden sind. [M 542]

den Dr.-Ing. W. Franke

Werkstoffe

er Mangan, seine Erzeugung und Verwendung

uf der letzten Jahresversammlung des „Iron and Steel
 te“ wurde von Hadfield¹⁾ in einem Vortrag das
 Stahlherstellung wichtige Zusatzmetall Mangan be-
 t. Unter besonderer Berücksichtigung englischer
 tnisse wird in zusammenfassender Weise eine Über-
 egeben über Vorkommen, Erzeugung und Verwen-
 dieses Metalls. Welche Bedeutung dem Mangan zu-
 en ist, geht daraus hervor, daß der jährliche Welt-
 uch an diesem Metall seit seiner um das Jahr 1839
 Einführung in die Stahldarstellung auf 500 000
 0 000 t gestiegen ist.

ediegen kommt Mangan wegen seiner großen Ver-
 schaft zum Sauerstoff nirgends vor, dagegen sind die
 chen Erze, die für die Verhüttung am wichtigsten
 überaus weit verbreitet. Stets kommt Mangan in
 nder Zusammensetzung in Begleitung von Eisen vor.
 genaue Einteilung der einzelnen Erzsorren läßt sich
 vornehmen, da sowohl Erze gefunden werden mit
 Manganengehalt und geringen Eisenmengen, wie auch
 en Abstufungen bis herunter zu geringen Mangan-
 an Eisengehalten. Pyrolusit und Psilomelan ge-
 zu den wichtigsten Manganerzen, die das Mangan in
 rm des Braunsteins (MnO₂) enthalten; nächst diesen
 Manganit (Mn₂O₃) zu erwähnen, der mit zu den be-
 sten Manganmineralien zählt.

e wichtigsten Handelssorten kommen aus Süd- und
 indien, von der Goldküste, aus Georgien und Bra-
 Zahlentafel 1 veranschaulicht die Förderung der
 en Länder an hochhaltigen Manganerzen, zahlen-
 in 1000 t ausgedrückt, während der letzten Jahre.

Zahlentafel 1

Manganförderung in 1000 t

	1921	1922	1923	1924	1925
... ..	679	474	695	803	710
ste	7	66	140	233	339
id	28	193	237	492	513
en	271	335	232	157	307
aaten	14	13	33	57	76
Länder	200	300	350	500	500
unt	1199	1381	1687	2242	2445

doch erheben diese Zahlen keinen Anspruch auf un-
 te Zuverlässigkeit, da aus den amtlichen Statistiken
 mmer klar hervorgeht, um welche Sorten von Erzen
 handelt. Weitere Erzlagerrstätten finden sich in Süd-
 afrika, Kanada, Australien, Sibirien sowie am Ural
 rdkaukasus. Reichere Erze in geringer Menge wer-
 Spanien, Italien und Schweden gefunden, und gering-
 Erze in Frankreich, Belgien, Deutschland, Griechen-
 nd der Türkei. Auf den Britischen Inseln wurden zu
 dieses Jahrhunderts 23 000 t jährlich gefördert,
 ist die Erzeugung im Laufe der Jahre erheblich ge-
 , um erst, durch die Bedürfnisse des Krieges angeregt,
 re 1918 wieder eine Höhe von 17 465 t zu erreichen.
 gegenüber steht ein Verbrauch an Manganerzen von

t.
 e in den Vereinigten Staaten vorkommenden Erze
 eistens geringer im Manganengehalt und auch gering
 ehnung. Hier stehen sich gegenüber im Jahre 1925
 rbrauch von über 850 000 t, während im Lande selbst
 000 t hochwertiges und 267 000 t geringwertiges Erz

ron and Coal Trades Review Bd. 114 (1927) S. 813, 853, 886.

gefördert wurden. Bemerkenswert ist deshalb die große
 Aufmerksamkeit, die Amerika den Manganvorkommen in
 Südafrika widmet, erhebliche Geldsummen sind hier schon
 zum Ausbau der Bahnen zur Verfügung gestellt und be-
 deutende Verträge sind zwecks Ausbeutung der Lagerstätten
 zwischen amerikanischen und südafrikanischen Gesellschaf-
 ten abgeschlossen worden.

Nächst dem Eisen ist das Mangan das wichtigste Metall,
 das es zur Stahlherstellung unentbehrlich geworden ist, und
 nach Schätzung der zur Verfügung stehenden Erzvorkom-
 men könnte sich bei dem dauernd steigenden Verbrauch in
 einer nicht allzu fernen Zukunft ein fühlbarer Mangel be-
 merkbar machen. Eigenartiges Spiel der Natur ist es, daß
 die Hauptbezirke der Manganvorkommen weit entfernt von
 den wichtigsten Eisenerzbezirken liegen, nur Indien ist das
 einzige Land, das gleichzeitig ein reiches Manganvorkommen
 und eine größere Eisenindustrie hat. Der weitaus größte
 Teil der geförderten Manganerze wird zu den Ferrolegierun-
 gen verhüttet, eine beträchtliche Menge wird dem Möller
 manganarmer Erze zugegeben, um das Eisen an Mangan
 anzureichern. Große Mengen von Braunstein werden zur
 Herstellung der verschiedenen Arten von elektrischen Batte-
 rien verbraucht. Allein 35 000 t Manganerz werden zu die-
 sem Zwecke in den Vereinigten Staaten verarbeitet. Weiter-
 hin wird Braunstein noch als Oxydations- und Entfärbungs-
 mittel in der Glasherstellung benutzt.

Die wertvolle metallurgische Eigenschaft des Mangans
 beruht auf seiner desoxydierenden und entschwefelnden
 Wirkung. Durch seine große Verwandtschaft zum Sauer-
 stoff bewirkt Mangan in überfrischten Eisenbädern eine
 rasche Umwandlung des Eisenoxyduls zu Manganoxydul,
 das so gut wie unlöslich ist und sich deshalb aus dem Bad
 ausscheidet. Die Entschwefelung erfolgt zum Teil auch durch
 die auf größerer Verwandtschaft beruhende Ausscheidung
 von Mangansulfid in der Schlacke. Andererseits soll das im
 Metall zurückbleibende, rundlich ausgebildete Mangansulfid
 nicht in dem Maße den inneren Zusammenhang stören, wie
 das an den Korngrenzen in zusammenhängender Schicht
 ausgebildete Eisensulfid. Weiterhin macht Mangan den
 Stahl weniger empfindlich gegen Überhitzung und in höhe-
 ren Gehalten unmagnetisch.

Die Darstellung des reinen Metalls gelang erst ver-
 hältnismäßig spät, da Mangan infolge seiner großen Ver-
 wandtschaft zu Sauerstoff und seiner leichten Aufnahme-
 fähigkeit von Fremdbestandteilen, wie vor allem Kohlen-
 stoff, sich nur schwer rein darstellen läßt. Das ursprüng-
 lich angewandte hohe Erhitzen mit Holzkohle ergab selbst
 bei mehrfachem Umschmelzen mit neuem Oxyd stets kohlen-
 haltiges unreines Metall. Auch das auf aluminothermischem
 Wege hergestellte Mangan ist noch stark, hauptsächlich
 durch Aluminium und Silizium, verunreinigt.

Der beste Weg der reinen Darstellung ist die Elektro-
 lyse des Chlorürs in gesättigter Lösung. Ein weiterer
 neuer Weg ist die Destillation von aluminothermischem
 Mangan in hoher Luftleere in einem Hochfrequenzofen. Das
 so erhaltene Metall enthält nur Spuren von Silizium und
 Aluminium. Auch die Elektrolyse von Mangansalzlösungen
 und das Niederschlagen des Metalls als Amalgam an einer
 Quecksilberkathode führt zu fast reinem Mangan, wenn das
 Quecksilber nachher im Wasserstoffstrom erhitzt und ver-
 flüchtigt wird und man das erhaltene Manganpulver eben-
 falls im Wasserstoffstrom einschmilzt. Diese Verfahren sind
 mehr oder weniger laboratoriumsmäßige Darstellungsarten,
 die für die Praxis nicht in Frage kommen. Die Dichte des
 so erhaltenen Metalles schwankt je nach dem Reinheitsgrad
 zwischen 7,0 und 8,013, der Schmelzpunkt liegt nach Heraeus
 bei 1245 °.

Die handelsüblichen Sorten von Eisen-Mangan-Legie-
 rungen sind Ferromangan mit ungefähr 80 vH Mangan und
 6 bis 7 vH Kohlenstoff, Spiegeleisen mit 5 bis 20 vH Man-
 gan und 4 bis 5 vH Kohlenstoff und Siliko-Spiegel mit 15
 bis 20 vH Mangan, 10 vH Silizium und weniger als 5 vH
 Kohlenstoff. (Dazu kommen noch die Siliko-Mangane mit
 ungefähr 60 bis 70 vH Mangan, der Rest ist Silizium.) Die
 zuerst dargestellte Eisen-Mangan-Legierung war das Spie-
 geleisen, das in Deutschland im Siegerländer Bezirk in
 Hochöfen auch heute noch erschmolzen wird. Der Name
 Spiegel, der übrigens unmittelbar als Fremdwort in die
 französische und englische Sprache übernommen wurde,
 rührt von der grobkristallinen spiegelnden Bruchfläche
 dieser Legierung her. Der große Nachteil des Spiegeleisens
 bestand einmal in dem geringen Manganengehalt und dann
 in dem hohen Kohlenstoffgehalt, der es besonders für das
 damals in England aufkommende Bessemer-Verfahren un-
 tauglich machte.

Frühzeitig gingen deshalb die Bestrebungen dahin, eine
 Manganlegierung herzustellen mit möglichst hohem Man-
 ganengehalt und möglichst wenig Kohlenstoff. Die verschie-

densten Verfahren traten miteinander in Wettbewerb. Es gelang bald, bei Verwendung sehr reicher Erze und heißer Ofenführung Ferromangan mit dem hohen Gehalt von 80 bis 85 vH Mn im Hochofen zu erzeugen. Jedoch ist eine so erschmolzene Legierung niemals kohlenstofffrei zu erhalten und außerdem enthält sie aus dem Erz herrührende andre Verunreinigungen, besonders Phosphor. Bei sehr guter Ofenführung rechnet man 2 t Koks auf 1 t Ferromangan, der Abbrand wird auf durchschnittlich 30 vH geschätzt. Ein älteres, heute nicht mehr ausgeführtes Verfahren ist das Henderson-Verfahren, das 1865 aufkam. Im Siemens-Flammofen wurde eine Mischung von Mangan-karbonat und Eisenoxyd bei Gegenwart von überschüssiger Kohle reduziert. Anfänglich konnte die so erschmolzene Ferrolegierung mit dem Spiegeleisen in Wettbewerb treten, später mußte das Verfahren wegen Unwirtschaftlichkeit aufgegeben werden. Aus denselben Gründen ist man auch schon frühzeitig von der Darstellung von Manganlegierungen im Tiegelofen, die Prieger in Bonn einführte, abgekommen.

Heute stehen in Wettbewerb nur noch zwei Verfahren: die Darstellung im Hochofen und im elektrischen Ofen. Im Elektroofen erschmolzenes Ferromangan ist von besonderer Reinheit und vor allem sehr niedrig im Kohlenstoffgehalt. Der Preis hängt von den Stromkosten ab, auch ist der Abbrand durch die hohe Temperatur sehr hoch. Doch wird es überall dort bevorzugt werden, wo es auf eine sehr reine Legierung ankommt. In allen anderen Fällen wird das im Hochofen erschmolzene Ferromangan verwendet. Silikomangane dagegen werden ausschließlich im Elektroofen dargestellt. [N 753]

Berlin-Charlottenburg Dipl.-Ing. H. Kraemer

Forschungswesen

Technisch-wissenschaftliche Forschungen der staatlichen physikalischen Forschungsanstalt in England im Jahre 1926

Der Bericht des „National Physical Laboratory“ in Teddington bei London über die wissenschaftlichen Arbeiten im Jahre 1926 bringt wieder eine Fülle bemerkenswerter Mitteilungen, die dem wissenschaftlich-tätigen Ingenieur in Deutschland zeigen, wie viele der ihn zur Zeit beschäftigenden Probleme auch in England in Angriff genommen und erfolgreich vorangebracht worden sind. Insbesondere sind die Berichte über Arbeiten auf dem Gebiete der Meßkunde und der Elektrizität sehr reichhaltig. Den vom Wissenschaftlichen Beirat des Vereines deutscher Ingenieure in den letzten Jahren geförderten Arbeiten über Schalltechnik, über Wärmebewegung in Kraftmaschinen, über Bearbeitung von Metallen, über Ermüdungsfestigkeit und einigen anderen Arbeiten entsprechen Versuche des englischen Institutes, über die hier kurz berichtet werden soll.

Schallforschung. Für die Durchführung eingehender Messungen wurden zwei größere Kellerräume zweckentsprechend ausgebaut, Abb. 5.

Es wurden die bereits im Vorjahre eingeleiteten Versuche über Durchgang und Rückwurf von Schall an Wänden fortgesetzt. Verschiedene Baustoffe für Wände wurden in der Weise untersucht, daß entsprechend hergerichtete Platten in die Öffnung der Mauer zwischen zwei schalldichten Prüfräumen eingefügt wurden. In dem einen Raum befand sich ein elektrischer Lautsprecher als Schallquelle, der im Brennpunkt eines parabolischen Spiegels schräg zur Versuchswand aufgestellt war. Während man früher zur Messung des Schalles die Rayleighsche Platte benutzte, verwendet man neuerdings ein Mikrophon. Dies hat den Vorteil, daß der Körper des Beobachters das Schallfeld nicht stört. Bei der Untersuchung von schallisolierenden Belagstoffen zeigte sich die bemerkenswerte Tatsache, daß das Schallsenden von der Anwesenheit eines solchen Belagstoffes vor der Öffnung des Lautsprechers praktisch nicht beeinflußt wird, z. B. durch den Schallrückwurf an Wänden in der Nähe der Schallquelle. Die Auskleidung der Wände des Versuchsraumes mit schallabsorbierenden Stoffen hat also ihre Aufgabe voll erfüllt. Verschiedene Belegstoffe, z. B. Filz, wurden insbesondere auf Schalldurchlässigkeit untersucht. Die Filztafeln waren 15 mm dick und wurden in einfacher, zweifacher, dreifacher und vierfacher Lage geprüft. Die Schwingungszahl der benutzten Schallwellen wechselte zwischen 250 und 1600 in der Sekunde. Die Ergebnisse stimmen im allgemeinen mit denen von Sabine darin überein, daß die Schalldurchlässigkeit in Übereinstimmung mit der Plattendicke abnimmt, und zwar bei hohen Schwingungszahlen schneller als bei niedrigen.

Es gibt verschiedene Verfahren zur Klärung der akustischen Eigenschaften von Räumen durch Modellversuche. Das erste besteht im Photographieren von Luftstörungen im

Modell. Man ruft diese Störungen durch Auslösen elektrischen Funkens hervor, der wie eine Schallwelle wirkt, und läßt einige Tausendstelsekunden später zweiten Funken folgen, bei dessen Licht man Schatten der Luftstörungen machen kann. Bei dem zweiten Verfahren werden die Modellteile in einen seichten Wassertank gelegt. Im Innern des Modells wird durch einen Kolben ein kurzer Wellenzug erzeugt, der von den Wänden genau wie ein Schallwellenzug zurückgeworfen wird. Das Fortschreiten des Wellenzuges läßt sich mit dem Auge verfolgen. Im Laufe des Berichtjahres hat man in Teddington die Handhabung dieses Tankwellenversuchs vervollkommen; man projiziert das Bild der Wellen auf einen durchscheinenden Schirm und photographiert ihn von hinten in üblicher Weise. Mit Hilfe eines Lauffilms kann man leicht die günstigsten Beobachtungswerte feststellen.

Wegen der Ähnlichkeit zwischen diesen Wasser- und akustischen Wellen erscheint es bei dünnflüssigen Medien zulässig, für kleine harmonische Störungen die Schallwellen an Stelle der zylindrischen Schallwellen zu betrachten. Hat die Flüssigkeit eine größere Tiefe als halbe Wellenlänge, so ist die Höhe der Oberflächenwellen maßgebend für die entsprechende Luftverdichtung. Unter dieser Annahme auf mathematisch strenge Ähnlichkeit hat man im Laboratorium an Stelle gleichförmiger Wellenzüge Stöße wandt; man hält die Übereinstimmung der Verhältnisse zwischen diesen Wasserwellen und Schallwellen für genügend.

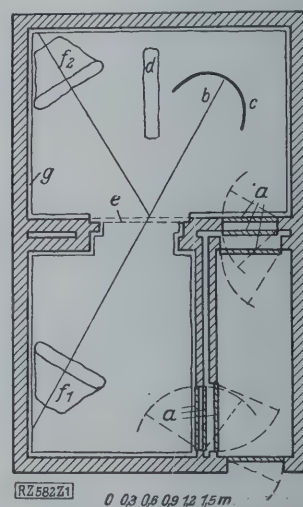


Abb. 5
Schallraum

a Dreifachrohr
b Schallquelle
c Parabolspiegel
d Schirm
e Prüfobjekt
f1 Schallmikrophon
g Dämpfungsbelag

In das Gebiet der Schallforschung gehören auch Messungen der Erschütterungen des Erdbodens durch überfahrende Züge, die das Institut angestellt hat. Für die Untersuchungen geeignete Platz war ein Grundstück, das die Bahnlinie berührte, gleichzeitig aber soweit vom Bahnhof entfernt war, daß die Züge ihre volle Geschwindigkeit erreicht hatten. Die Schwingungen des Bodens an verschiedenen Stellen längs der Strecke rechtwinklig zur Fahrtrichtung dieser gemessen. Sowohl die Geschwindigkeit als auch die Richtung der Züge waren in weitem Bereich veränderlich. Ein sicherer Anhalt für die Änderung der Schwingungswerte mit dem Abstand von dem Gleis und von der Geschwindigkeit des Zuges zu erhalten, waren sehr schwierige Messungen notwendig.

Wärmeforschung. In einem früheren Bericht wurde bereits gesagt worden, daß der Zeitpunkt des „Klopens“ bei der Explosion von Gemischen aus Luft und flüchtigen Ölen erst gegen Ende der „Explosionszeit“ liegt, kurz bevor der Höchstdruck bei ungestörter Verbrennung erreicht ist. Durch diese Erkenntnis wurde die Aufmerksamkeit auf Versuche mit Verbrennungsmotoren insbesondere auf die Messung der Temperatur und des Drucks bei Eintritt des „Klopens“ nicht verbrannten Gemischteile hingelenkt. Man kann den Druck dieser Restbestände unmittelbar aus dem Druckverlauf bestimmen und einen ungefähren Wert der Temperatur aus der Annahme berechnen, daß die Restbestände mit fortschreitender Entflammung adiabatisch verdichtet worden sind ($\kappa = 1,35$). Beschränkt man die Untersuchung auf übliche Brennstoffgemische (Benzin, Pentan, Hexan, Heptan) und setzt voraus, daß die „Detonation“ auf die plötzliche Entflammung der verbrannten Restbestände zurückzuführen ist, so hat die Untersuchung das beachtenswerte Ergebnis, daß die Temperaturbestimmende Faktor ist und daß der Druck gar keine höchstens eine ganz geringe Rolle spielt.

Die Temperaturen bei adiabatischer Verdichtung zu Be-
des Klopfens betragen bei verschiedenen Brennstoffen
gleicher Anfangsdichte für

Pentan	486 °C
Heptan	446 °C
Hexan	470 °C
Benzin	480 °C.

man $\kappa = 1,33$ statt $\kappa = 1,35$ ein, so sind diese
um rd. 14° zu verringern. Da die Abkühlung un-
sichtigt blieb, sind das nur Vergleichswerte; außer-
bedürfen die Angaben über Pentan und Heptan noch
Bestätigung.

Um die Wirkung eines Zusatzes auf die Detonation des
Brennstoffgemisches zu untersuchen, wurde dem Brenn-
1 vH Nickelkarbonyl beigemischt. Als Brennstoffe
en gewählt:

ein reiches Luft-Benzol-Gemisch mit der Anfangstempe-
ratur a) 100°C und b) 50°C und dem Anfangsdruck
a) 6,79 at und b) 5,76 at;

ein reiches Luft-Benzin-Gemisch mit der Anfangstempe-
ratur 186° und dem Anfangsdruck 8,08 at;

ein übliches Luft-Petroleum-Gemisch mit der Anfangs-
temperatur 186°C und dem Anfangsdruck 8,1 at.

Versuche ergaben keine Verminderung des Klopfens im
lossenen Gefäß durch den Zusatz von Nickelkarbonyl.
in dem Ausnahmefall der Explosion von Luft-Heptan
oher Temperatur war die Stärke des Klopfens nur
verringert, während der Druck beim Klopfstoß etwas
schien. Da zwischen der Verdampfung des behan-
Brennstoffes und der Entflammung des Luft-Brenn-
Gemisches einige Minuten verstrichen, so ist es wahr-
lich, daß das Nickelkarbonyl sich bei der höheren An-
temperatur zersetzt hatte, ehe die Ladung entflammt ist.
ie im letzten Jahresbericht bereits erwähnten Versuche
messung des Wärmeverlustes an Dampfrohrleitungen
n beendet. Das Versuchsrohr war rd. 6 m lang, hatte
1 Dmr. und wurde zur Überwindung der Schwierig-
in der Temperaturverteilung durch einen zentralen
itheizstab für 20 kW elektrisch geheizt. Die Endver-
wurden durch kalorimetrische Messungen an den Enden
eitung erfaßt. Die Oberflächentemperatur wurde an
ellen gemessen. Die Messungen erstreckten sich über
Temperaturbereich bis zu 300° aufwärts. Diese
war durch die verfügbare Wärmequelle gezogen.
die Ergebnisse wurde gesondert berichtet.

Verkstofforschung. Die Härte von Stahlarten
mit Diamantkegeln planmäßig erforscht. Vom weich-
bis zu dem härtesten Stahl wurden in Proben von
ahlsorten Diamantkegel mit 78° , 90° , 105° , 120°
 42° Spitzenwinkel eingedrückt, wobei jedesmal ver-
ene Belastungen aufgebracht werden. Es zeigte sich,
as Ergebnis des Versuchs, ausgedrückt in der Form

$$\frac{\text{Belastung}}{r^2 \pi}$$

von der Belastung, sondern von dem Kegelminkel ab-
t. In früheren Versuchen mit Stahlkegeln verschiede-
spitzenwinkels war eine Berichtigungsformel aufgestellt
n, um die Reibung zu berücksichtigen und damit eine
Einstimmung der Werte bei verschiedenen Kegelmwin-
zu erhalten. Die Formel lautet:

$$\text{Berichtigte Härte} = \frac{\text{Belastung}}{r^2 \pi (1 + \mu \cot \varphi)}$$

2 r = Durchmesser des Eindruckloches,

μ = Reibungsbeiwert,

2 φ = Kegelspitzenwinkel ist.

it $\mu = 0,1$ ergab die Formel gleiche Härtewerte bei
ndung von Diamantkegeln mit 78° , 90° , 105° und
auf einem Sonderstahl von mehr als 300 Brinelleinhei-
ärte. Außer mit Kegeln wurden auch mit Pyramiden
diamant Härtemessungen angestellt.

in allgemeinen hat die Untersuchung gezeigt, daß
ntkegel für zuverlässige Messungen bei harten Werk-
brauchbar sind, und daß bei Berücksichtigung des
Reibungsbeiwertes auch für weichere Werkstoffe ein Ver-
mit den Werten des Kugeldruck- und des Kegeldruck-
es möglich ist. Am brauchbarsten ist ein Diamant-
von 120° Spitzenwinkel, besonders bei Stahlorten
den den Brinellhärten 300 und 440. Bei noch härteren
n sind Diamantkegel zuverlässiger als Stahlkugeln,
diese sich abplatten. Selbst an sehr harten Stählen
Diamantkegel noch Eindruckspuren, die leicht meßbar

In Verbindung mit anderen Forschungsstellen wurden
die Ermüdungserscheinungen an Einkristallen von Alumi-
nium untersucht, besonders unter Zuhilfenahme von Rönt-
genstrahlen. Die Einkristalle werden auf wechselnde Ver-
drehung bis zum Bruch beansprucht und hierbei die Be-
ziehung zwischen Ermüdungsfestigkeit und Scherfestigkeit
entlang bestimmter Linien ermittelt. Das Problem bietet
für den Forscher mehrere günstige Versuchseigenschaften.
Es wurde festgestellt, daß der Probekörper als Ganzes bei
Beanspruchungen kurz unter der Ermüdungsgrenze noch
nicht merklich verformt ist, wenn auch die örtlichen Ver-
letzungen zur Ausbildung eines Bruches ausreichen würden.
Die Verhältnisse sind hierbei besser vergleichbar mit denen
eines einzelnen Kristalles in einem Haufwerk als bei ein-
facher Belastung.

Verdrehungsversuche wurden weiter mit verschiedenen
Stahlorten für Blattfedern angestellt, darunter Chrom-
Vanadiumstahl und Chrom-Nickelstahl. Bei einer Zugfestig-
keit des Werkstoffes von 157 kg/mm^2 wurde durch entspre-
chende Warmbehandlung der Probekörper eine Ermüdungs-
festigkeit in Verdrehungsversuchen zwischen ± 70 und
 $\pm 79 \text{ kg/mm}^2$ erreicht. Federstahlplatten wurden ohne vor-
herige Bearbeitung auf Biegedauerfestigkeit untersucht.
Die Festigkeitswerte lagen niedriger als bei gehobelten und
polierten Platten. Die beim Walzen und bei der Wärme-
behandlung eintretenden Oberflächenverletzungen bewirken
also eine dauernde Herabsetzung der Ermüdungsbiegefestigkeit.

Dauerversuche auf der Grundlage eines zehnmillionen-
fachen Lastwechsels wurden mit weichen und harten Stahl-
sorten vorgenommen. Man stellte hierbei die Ermüdungs-
grenze für schwingende Belastung, für schwellige Be-
lastung und für hohe, einfache Belastung fest. Die Er-
müdungsfestigkeit war bei allen Werkstoffen für schwellige
Belastung nur wenig niedriger als für schwingende Be-
lastung; bei gehärteten Stählen lag die Dauerfestigkeit für
schwingende Belastung etwa 25 bis 35 vH unter den Werten
der statischen Belastung.

Einen breiten Raum in den Untersuchungen nahm die
Klärung der Ursache für das Auftreten spröder Stellen bei
der Benutzung schmiedeiserne Ketten ein. Glieder einer
neuen Kette wurden wiederholt statisch überbeansprucht
und zwischendurch sowie am Ende des Versuches bei rd.
 650°C geglüht; sie zeigten feine Risse. Diese Risse traten
nicht ein, wenn die Kette als Ganzes stoßweise beansprucht
wurde. Die wahre Ursache ist noch unbekannt. Zur Be-
seitigung von Kaltreckungsspannungen ist jedoch nach wie
vor das Ausglühen geeignet. Die Überbeanspruchung der
Kette durch heftige Stöße machte sich in einer fortschreiten-
den Zerstörung der Schweißstellen bemerkbar. Die im Be-
triebe der Kette auftretenden zahlreichen kleinen Stöße
haben eine oberflächliche Härtung der Glieder zur Folge.
Diese örtliche Härtung geht in den meisten Fällen nur
bis in geringe Tiefe, sie setzt aber die Dehnung an diesen
Stellen wesentlich herab und ist die Ursache der meisten
Kettenbrüche. Man soll daher ein Hämmern der Glieder,
häufiges heftiges Aufschlagen auf den Boden oder auf das
Kettenrad vermeiden. Die dünne brüchige Schale spannt
sich bei der Biegung des Gliedes zunächst elastisch und
bricht dann. Der Riß setzt sich beim Erreichen des darunter-
liegenden dehnbaren Werkstoffes fort und ruft einen Bruch
hervor, der ganz das Aussehen wie bei einem spröden
Werkstoff hat. Solche Brüche wurden ebenfalls an neuen,
im Laboratorium leicht gehämmerten Ketten und Ketten-
gliedern beobachtet.

Getriebeforschung. 1925 war der Vorschlag
gemacht worden, den Einfluß der verschiedenen Arten von
Fehlern an den Zähnen der Getriebe auf die Leistung und
Abnutzung zu klären. Man wollte die zulässigen Fehlergren-
zen bestimmen und damit die zulässigen Zahnbelastungen
genauer als bisher festlegen. Man hat zu diesem Zweck be-
sondere Getriebe mit absichtlich angebrachten Fehlern der
Zähne hergestellt, und zwar Teilungsfehlern, Fehlern im
Durchmesser des Grundkreises, der Exzentrizität und Zahn-
formfehlern. Der Teilungsfehler des ersten jetzt in Versuch
genommenen Getriebesatzes beträgt bei den beiden Ritzeln
(37 Zähne) 0,04 mm auf vier Zähne und bei den beiden
Rädern (38 Zähne) weniger als 0,004 mm. Dieses Getriebe
machte bei 1500 Uml./min bisher insgesamt 15 Millionen Um-
drehungen; die Zahnbelastung betrug 70 kg/cm^2 , entsprechend
rd. 54 PS. Der Wirkungsgrad war zu Anfang 99,2 vH,
gegen Ende 99,5 vH. Die Zähne werden vor dem weiteren
Lauf zunächst sorgfältig gemessen.

Über den Einfluß von Fehlern des Fräswerkzeuges auf
die Zähne wurde eine eingehende theoretische Untersuchung
angestellt. [M 582]

Berlin

Dr. Adrian

Kleine Mitteilungen

Die schnellaufende Ölmaschine

Auf Grund von Erfahrungen der Bessemer Gas Engine Co. mit kompressorlosen Dieselmotoren für 720 bis 900 Uml./min behandelt H. F. Shepherd die Anforderungen an Motoren für noch höhere Drehzahlen. Die Einspritzzeit braucht man, wenn überhaupt, nur wenig zu verändern, da die stärkere Luftwirbelung alle Schwierigkeiten der Zündung beseitigt. Dagegen müsse man mit höchsten Zylinderdrücken von rd. 52,5 at rechnen, ähnlich wie bei den neuesten Flugmotoren. Besonders wichtig sei die Verminderung des Gewichtes der Triebwerkteile, das, bezogen auf 1 cm² Kolbenfläche, bei 800 Uml./min nicht mehr als 0,415 kg betragen soll. Das ließe sich erreichen, wenn man Leichtmetall für Kolben und Pleuelstangen verwendet. Allerdings seien die wissenschaftlichen Grundlagen für die Bemessung solcher Teile noch nicht ganz vollständig. Bei den Kurbelwellen könne man durch Wahl steifer, leichter Bauart der Gefahr von Drehschwingungen begegnen. Die Lager könnten Belastungen bis zu 122,5 kg/cm² aushalten, ohne daß die Öltemperatur im Dauerbetriebe rd. 60 °C übersteigt. Sehr vorteilhaft sei es auch, die Steuerwelle durch Gelenkketten anzutreiben. Hohe Anforderungen stelle endlich der Schnellauf an die Werkstatt. Hier müßten alle Verfahren zur Anwendung kommen, namentlich das Schleifen der Zylinder, die aus der Kraftwagenherstellung bekannt sind. („Mechanical Engineering“ September 1927 S. 991/94*) [N 831 a] H.

Selbsttätige Feuerungsregelung im Port Morris-Kraftwerk

Im Port Morris-Kraftwerk der New York Central Railroad, das die elektrische Energie für ihre Eisenbahnen in einem Umkreise von rd. 92 km um die Stadt New York liefert, treten infolge der sehr wechselnden Verkehrsverhältnisse im Laufe eines Tages erhebliche Belastungsschwankungen auf; die abgegebene Leistung beträgt im Mittel 48 000 kW, im Höchstfalle 60 000 kW, sinkt aber oft sehr schnell auf 18 000 kW und weniger. Um die infolge der schnellen und starken Belastungsschwankungen hohen Verluste und die bisweilen auftretenden Betriebsstörungen zu vermeiden, hat man selbsttätige Feuerungsregler der Hagan Corp. eingebaut, die sich u. a. schon im Crawford-Kraftwerk, Chicago, seit Jahren gut bewährt haben¹⁾. Die Hauptregler sind vom Dampfdruck abhängig und wirken mittels mechanischer Übertragung (Stangen und Hebel) auf die Abgasschieber ein. Die bisher erzielten Betriebsergebnisse im Port Morris-Kraftwerk sind sehr befriedigend. Es wurden wesentliche Brennstoffersparnisse erzielt, und die höchste, bei den stärksten Belastungsschwankungen auftretende Dampfdruckschwankung beträgt 0,35 at. („Engineering“ 9. September 1927 S. 325)

[N 831 b]

Maschine zur Herstellung großer Spiralkegelräder

Die Firma Gleason baut neuerdings ihre Maschine zur Herstellung von Spiralkegelrädern²⁾ auch in einer größeren Ausführung, so daß Kegelräder mit höchstens 1520 mm Dmr. geschnitten werden können. Der Spiralwinkel der Zähne kann zwischen 0° und 30° verändert werden; die Zahnzahlen können zwischen 12 und 180 liegen, ausgenommen sind die Primzahlen über 100. Ein unmittelbar gekuppelter Motor von 10 PS bei gleichbleibender Geschwindigkeit treibt die Maschine an. („The Iron Age“ 1. September 1927 S. 549) [N 831 d] Pa.

Asbestbeförderung mittels Drahtseilbahn

Auf der Insel Zypern befördert eine Drahtseilbahn von rd. 29,4 km Länge Asbest vom Bergwerk hinab zum Hafen. Der Höhenunterschied der Endpunkte beträgt 1266 m. Die Wagen sind auf der Talfahrt mit je 270 kg belastet, auf der Rückfahrt nehmen sie Sand, Zement, Lebensmittel u. a. mit. Insgesamt fahren 262 Wagen mit 2,75 m/s Geschwindigkeit, dabei werden 12 t/h Asbest zum Hafen befördert. Die Wagen haben eine flache Schale zur Aufnahme der Last.

Die ganze Strecke hat je neun Tragseile für Berg- und Talfahrt, die durch acht Verankerungs- und Spanngerüste

derart miteinander verbunden sind, daß jeweils ein G zum Abspannen des nach unten und zum Verankern nach oben führenden Seiles dient. Zum Abspannen nutzt man Gegengewichte aus Eisenbeton. Die Tragseile für die Talfahrt haben 24 mm Dmr., die für die Bergfahrt 22 mm Dmr. Das Zugseil hat 14 mm Dmr. und besteht aus 42 Adern. Zum Antrieb der Anlage sind 165 PS erforderlich. („Le Génie Civil“ 10. September 1927 S. 253)

[N 831 c]

Emaillieranlage einer amerikanischen Herdfabrik

Die Detroit-Michigan Stove Co., durch den Zusammenschluß dreier älterer Herdfabriken entstanden, hat in Detroit eine neue Herdfabrik mit einer Leistungsfähigkeit von 850 Herden täglich errichtet. Die Anlage umfaßt 16 Gebäude, die außer der Gießerei und der Emailliererei sämtlich vier Stockwerke hoch sind. Auf die Emaillieranlage ist besonderer Wert gelegt; gutes Aussehen, Festigkeit und Hitzebeständigkeit der Emailleüberzüge sind Grundregeln, auf denen zum großen Teil die Verkaufsfähigkeit der Herde beruht.

Die Grundierung wird den zu emaillierenden Herden durch Tauchen gegeben; die beiden weißen Deckfarben werden aufgespritzt; zwei große Tauchbottiche und zwei Spritzständer mit Druckluftanschluß sind vorhanden. Brennen dienen gasgefeuerten Öfen, die nach Art von Muffeln aus Ziegeln gebaut sind. Besonders wichtig ist die selbsttätige Temperaturüberwachung. Das Brennen wird bei 755 bis 865 °C vorgenommen und erfordert jeweils 5 min. Ersparnisse sind auf die kurze, gleichmäßige Brenndauer und die Brennstoffersparnis, die durch richtige Luft-Mischung erzielt wird, zurückzuführen. Die selbsttätige Temperaturüberwachung verhindert Ausschuß. („Iron Age“ 1. September 1927 S. 531) [N 831 e]

Aufstockung eines Hauses ohne Beseitigung des alten Traggerüsts

Ein New Yorker Bureaugebäude, das vor einigen Jahren um sechs Stockwerke aufgestockt wurde, bestand ursprünglich aus zwölf Stockwerken; sein Dach war über den Dächern 52,5 m hoch. Der aufgestockte Teil steht auf stützenartigen Säulen, je vier an der rechten und vier an der linken Querseite. Die Säulen sind oben durch schwere Tragbänder parallel zur Straßenfront verbunden, die 15,1 m Spannweite haben und die Last des aufgestockten Bauteiles aufnehmen.

Auf der einen Querseite konnte man die neuen Säulen unmittelbar an die bestehenden alten anlehnen, auf der anderen Seite wurden sie möglichst nahe an die alten Stützen gestellt und mit diesen durch besondere Abstreben verbunden. Zur Aufnahme der größeren Windlast wurde die Tragkonstruktion des dritten Stockwerkes durch Tragbänder verstärkt. Die dicht an den bestehenden Stützen angebauten Säulen mußten, da sie unmittelbar an den alten Gründungen standen, durch eine besondere hängende Konstruktion gegen die neuen Gründungen abgefangen werden. („Engineering News-Record“ 1. September 1927 S. 356*) [N 831 f]

Der Rohölbedarf des britischen Reichs

Im britischen Reich wurden 1926 rd. 11 Mill. t Rohöl verbraucht, und zwar Großbritannien 5,8 Mill. t, Irland 2,45 Mill. t, Australien 0,57 Mill. t, Südafrika 0,13 Mill. t, Neu-Seeland 0,18 Mill. t und die übrigen Kolonien zusammen 1,8 Mill. t. Von den 11 Mill. t wurden 3 Mill. t im britischen Reich gewonnen, während der Rest, d. h. 8 Mill. t, aus Persien, den Vereinigten Staaten von Amerika und andern Ländern eingeführt wurde. Die Einfuhr könnte u. a. dadurch gedeckt werden, daß man in England aus Pechkohlen, Kohlenschiefer, Ölschiefer und Braunkohle in Kanada aus Ölschiefer, Kohlenschiefer und teerhaltigen Sanden flüssige Brennstoffe herstellt. Ein Fünftel des Rohöls bedarfs von Kanada könnte aus den Ölfeldern bei Edmonton gedeckt werden. In einem Teile der andern Kolonien könnten ähnliche Vorkommen ausgenutzt werden. Nach dem Bau der hierfür notwendigen Anlagen könnte man noch erforderliche Einfuhrmenge aus Persien beziehen. („The Iron and Coal Review“ 2. September 1927 S. 334) [N 805 a]

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 858.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 918.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften. 3. Aufl. Herausgeg. von E. Frey. 1. Element bis Hebel. Berlin und Leipzig 1927, 4. Auflage. Verlagsanstalt Stuttgart. 843 S. m. Abb. 45 M.

3. Band dieses bekannten Nachschlagewerkes mit Stichwörtern von Element bis Hebel gibt trotz der Einschränkung des Gesamtumfangs in gedrängter Form gute Erläuterungen der einzelnen Fachausdrücke. Die Erklärungen sind im allgemeinen dem heutigen Stand der Technik gemäß ergänzt worden; die Vollständigkeit des Handbuches wird sich im Gebrauch erweisen.

Die wesentlichen Erleichterung des Nachschlagens wäre vermehrt gewesen, die weggelassenen Stichwörter mit einer Hinweiszeile beizubehalten. Der Raum könnte durch Zusammenfassung an andern Stellen gewonnen werden. Wenn z. B. „Gefechtsmast“ unter „Schiff“ besprochen wird, sind schon gleich die Bezeichnungen bei „Gefechtsmast“ überflüssig.

Die Festigkeitsprüfmaschinen fehlen Angaben und Angaben von Maschinen für die neueren Kerbschlagversuchverfahren. Zu empfehlen wäre noch, an Stelle „Telephon“ „Fernsprecher“ als Stichwort zu wählen und über die Funktechnik unter Funkwesen statt unter „Telephon“ zu bringen. Bei den Grobasperrorganen ist der Sperrschieber für Wasserkraftanlagen nicht erwähnt. Diese Bemerkungen sind lediglich als Anregung für die nächste Auflage gedacht und sollen kein Werturteil über dieses Handbuch darstellen, das wohl keiner besonderen Ergänzung bedarf. [E 777] Ls.

Wärmeverwertung. Von Robert Kratochwil. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 695 S. 31 Abb. Preis 40 M.

Die zweite Auflage ist gegenüber der 1924 erschienenen umgearbeitet und wesentlich erweitert worden. Es ist die Absicht des Verfassers, bei der dauernd zunehmenden Bedeutung der Elektrowärme für zahlreiche Gebiete der Technik und Industrie eine möglichst umfassende und vollständige Darstellung zu geben und auch die vielen Grenzgebiete zwischen Wirtschaft und Technik, in denen sich der Einfluß der Elektrowärmeverwertung kenntlich macht, zu behandeln. Nach einem allgemeinen Teile folgt ein Abschnitt über vielfältige Fragen, worin vor allem die Tarifbildung in verschiedenen Ländern behandelt wird, dann in neun die Anwendungsmöglichkeiten der Elektrowärme in Industrie, Industrie und Landwirtschaft. Hier werden das Kochen und Backen im Haushalt, Klein- und Großtrieb, die Warmwasserbereitung, die elektrischen Heizkörper und die Elektrokühlschränke, die elektrische Heizung und der Elektro-Dampfkessel besprochen. Der ausführliche Abschnitt „Wärmeverwertung in der Industrie“ behandelt die Formtrocknung in Gießereien, das Schweißen und Schmelzen, ferner die verschiedenen Arten von Öfen (Schmelzöfen, Glühöfen, Trockenöfen). Am Ende werden noch zahlreiche andere Anwendungsmöglichkeiten für verschiedene Industrien und für die Landwirtschaft besprochen. Pt.

Mathematische Geometrie für Maschineningenieure. Von Carl Großmann. Berlin 1927, Julius Springer. 260 S. m. 260 Abb. Preis 16,50 M.

Für die Formgebung im Maschinenbau ist die Entwicklung der räumlichen Vorstellung durch die darstellende Geometrie nicht zu entbehren. Das Buch ist aus dem Unterrichtsvorgang, den der Verfasser seit 20 Jahren Maschinen-Ingenieuren an der Technischen Hochschule in München geboten hat. In den ersten vier Abschnitten sind verschiedene zur Anwendung kommenden Projektionsarten ausführlich dargelegt. Das nächste Kapitel handelt von Kurven und führt allmählich zu den Flächen über. Die Darstellung der Kreiszylinder und Kreiskegel, der graphischen und topographischen Flächen, sowie der allgemeinen Kegelflächen und Rotationsflächen. Der Abschnitt über das Rotationshyperboloid ist die Behandlung der Regelflächen ein. In einem besonderen Abschnitt ist die Konstruktion der Propellerblätter dargelegt, dem sich die Abschnitte über Schrauben- und Schraubenflächen anschließen. Daß die Beispiele der Möglichkeit dem Gebiet des Maschinenbaues entnommen sind, ist besonders zu begrüßen.

Der Verfasser hat in diesem gut aufgemachten Buch in seiner klaren Darstellungsweise eine knappe, abgerundete Zusammenfassung des Wesentlichen gegeben, die vielen willkommen sein wird. [E 778] Ls.

Handbuch der Physik. Herausgeg. von H. Geiger und K. Scheel. 11. Bd.: Anwendung der Thermodynamik. Red. von F. Henning. Berlin 1926, Julius Springer. 454 S. m. 198 Abb. Preis 37,20 M.

Der vorliegende Schlußband des Abschnittes „Wärme“ bildet einen in sich abgeschlossenen Teil des nunmehr immer vollständiger werdenden Handbuches der Physik. Sein Inhalt gliedert sich in folgende Abschnitte: Thermodynamik der Erzeugung des elektrischen Stromes (bearbeitet von W. Jaeger), Wärmeleitung (M. Jakob), Thermodynamik der Atmosphäre (A. Wegener), Hygrometrie (M. Robitzsch), Thermodynamik der Gesteine (E. Freundlich), Thermodynamik des Lebensprozesses (O. Meyerhof), Erzeugung tiefer Temperaturen und Gasverflüssigung (W. Meißner), Erzeugung hoher Temperaturen (C. Müller), Wärmeumsatz bei Maschinen (K. Neumann). Schon diese Inhaltsangabe und die Namen der Verfasser der einzelnen Abschnitte lassen die vorwiegend technisch-physikalische Einstellung dieses Teiles des Handbuches erkennen. Beim Lesen findet man dies in vollem Maße bestätigt; die harmonische Verteilung von Theorie und Praxis ist dabei in den meisten Abschnitten gewahrt.

Der begrenzte Raum verbietet es, Einzelheiten anzuführen. Es sei nur kurz auf die Abschnitte über Wärmeleitung, Erzeugung hoher und tiefer Temperaturen und über den Wärmeumsatz in Maschinen hingewiesen. Sie bilden gewissermaßen die Grundlage für die technische Verwertung der Wärme und vermitteln einen lückenlosen Überblick über dieses Wissensgebiet. Durch gedrängte und straffe Darstellung wurde es ermöglicht, den umfangreichen Stoff auf sehr beschränktem Raum in musterhafter Weise unterzubringen. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, die neueren Erfahrungen und Versuchsergebnisse aufzunehmen (neueste Thomson-Joule-Versuche, Verflüssigung von Wasserstoff und Helium, neuere Erfahrungen in der Hochtemperaturtechnik usw.). Auch die übrigen Beiträge enthalten die Versuchsergebnisse und wichtigen theoretischen Überlegungen kritisch gesichtet und in vorbildlicher Weise dargestellt. [E 553] Dr.-Ing. Reihner

Fluglehre. Vorträge über Theorie und Berechnung der Flugzeuge. Von Richard von Mises. 3. Aufl. Berlin 1926, Julius Springer. 321 S. m. 192 Abb. Preis 13,50 M.

Die Volkstümlichkeit der Fliegerei hat es mit sich gebracht, daß über dieses Gebiet eine unverhältnismäßig umfangreiche Literatur entstanden ist. Bei einer genaueren Betrachtung ist jedoch leider festzustellen, daß die Zahl der wirklich wertvollen Veröffentlichungen außerordentlich gering ist. Unter diesen steht das Büchlein von v. Mises etwa an erster Stelle, da es trotz der Absicht einer volkstümlichen Aufklärung auch dem Fachmann Wertvolles bietet.

Es ist erfreulich, festzustellen, welche eingehende Durcharbeitung der Verfasser jeder neuen Auflage in Rücksicht auf den technischen Fortschritt wieder zuteil werden läßt. Man hat den Eindruck, daß der Verfasser, der doch auf anderen Gebieten bedeutenden Ruf genießt, der Flugtechnik mit besonderer Wärme noch heute anhängt und eben vielleicht gerade deswegen, weil er nicht mitten in dieser Technik darin steht, ein berufener Interpret für deren Entwicklung ist.

Auch gibt ihm diese neutrale Stellung die Möglichkeit einer unbefangenen Auswahl seiner Beispiele. Besonders hervorgehoben zu werden verdienen die ausgezeichneten Abbildungen, die nach den Skizzen des Verfassers hergestellt wurden und die klaren Ausführungen aufs vortrefflichste ergänzen. Die wenigen, zwischengeschobenen Formeln und Gleichungen tun der Volkstümlichkeit der Betrachtung keinen Abbruch, da auch ohne ihre Durcharbeitung die wichtigsten Aufgaben und Beziehungen der Flugtechnik zu klarer Darstellung gelangen. [E 757] Dr.-Ing. H. G. Bader

Gefesselte Flammen. Von Karl Maurer. Stuttgart 1926. Dieck & Co. 80 S. m. 38 Abb. u. 1 Bild. Preis 2,50 M.

Eine kleine Schrift, die in allgemeinverständlicher Weise die Erscheinungsformen und Wirkungsweise der Flamme, des Lichtes und der Wärme in der neuesten Technik dem Verständnis des Laien näherbringen will.

Die fünf Abschnitte sind benannt: Flamme, Wärme, Energie; die Flamme als Chemiker; leuchtende Flamme; die Flamme als Werkzeug; die Flamme im Käfig. Die Ausführungen sind durch eine Reihe von Abbildungen unterstützt. [E 780] Ls.

Abhandlungen aus dem Aerodynamischen Institut an der Technischen Hochschule Aachen. 7. H. Berlin 1927, Julius Springer. 62 S. m. 49 Abb. Preis 7,50 M.

v. Kármán, Über die Grundlagen der Balkentheorie. — Seewald, Die Spannungen und Formänderungen von Balken mit rechteckigem Querschnitt. — Kober, Stegbeanspruchung hoher Biege träger. — Knein, Zur Theorie des Druckversuchs.

Die Geologie im Ingenieur-Baufach. Von Walter Kranz. Stuttgart 1927, Ferdinand Enke. 425 S. m. 53 Abb. u. 7 Taf. Preis 34 M.

Die Entwicklung der Kriegsgeologie und ihre Bedeutung für die allgemeine angewandte Geologie. — Die Bedeutung der Entwicklung der Kriegsgeologie für die allgemeine angewandte Geologie. — Technisch wichtige Mineralien und Gesteine. — Tabelle technisch wichtiger Erup tivgesteine, kristalliner Schiefer und umgewandelter Gesteine, vulkanischer Tuffe usw. — Betondruckproben in Verbindung mit geologisch-petrographischen Untersuchungen. — Geologie und Wasser im Bau fach. — Geologie und Baugrunduntersuchung.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern. 5. Bd. 3. H. Berlin 1927, Julius Springer. 225 S. m. zahlr. Abb. Preis 21 M.

U. a. Schwachstromstörungen beim Schalten von Gleichstrombahnen. — Die Asynchronmaschine in Verbindung mit fremderregter Drehstrom-Erregermaschine. —

Die Aufladung von Nichtleitern durch hochgespannter. — Metall-Einkristalle. — Kritische Betrachtungen der verschiedenen Transformatorschutzsystemen. — die Beeinflussung von Wandströmen in Quecksilberentladungen. — Zur Frage der Blaubrüchigkeit des und seiner Anomalien bei der plastischen Beanspruchung.

The British Steam Railway Locomotive 1825 bis 1925. E. L. Ahrens. London 1927, The Locomotive Publishing Co., Ltd. 391 S. m. 473 Abb. Preis 10/6.

Die ästhetische Gestaltung des Seeschiffes. Von Franz. Berlin 1927, R. C. Schmidt & Co. m. 32 Abb. Preis 4 M.

Siedlung und Stadtplanung im Osten. Von O. K. pel. Berlin 1927, Guido Hackebeil. 43 S. m. 10 Abb. Preis 1,50 M.

Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturwissenschaftler und Ärzte. 89. Versammlung zu Düsseldorf vom 25. September 1926. Herausg. „Die Naturwissenschaften“. Berlin 1926, Julius Springer. 72 S. m. Abb. Preis 1,20 M.

Jahrbuch der deutschen Steinkohlen-, Braunkohlen- und Erzindustrie, 1927. Herausgeg. unter Mitwirkung des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins. Halle a. d. S. 18. Jahrg. Bearb. von H. Hirz. a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. Rd. 550 S. Preis 10/6.

Geschichte der Hamburg-Amerika-Linie. 2. T. Ballin. Von Kurt Himer. Hamburg 1927, Hamburg Amerika-Linie. 128 S. m. Abb. Im Buchhandel erhältlich.

Der Bauratgeber. Handbuch für das gesamte Baugewesen. Von Leopold Herzka. 8. Aufl. von Junk: Wien 1927, Julius Springer. 780 S. m. 700 Abb. Preis 38,50 M.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION

Drucksauerstoff- und Druckstickstoff-Anlagen

In Z. Bd. 71 (1927) S. 1059 beschreibt V. Fischer die Gewinnung von reinem Stickstoff durch Rektifikation von flüssiger Luft unter Druck nach einem als neu bezeichneten Verfahren. Demgegenüber sei darauf hingewiesen, daß das Verfahren nichts weniger als neu ist, sondern von uns seit nahezu 20 Jahren für die Gewinnung von Stickstoff angewandt worden ist; eine größere Anzahl von Anlagen, die genau nach der beschriebenen Arbeitsweise arbeiten, sind von uns im Laufe der Jahre ausgeführt worden. Eine Veröffentlichung hierüber findet sich u. a. in der zum 3. Internationalen Kältekongreß in Chicago 1903 von uns herausgegebenen Schrift „Technik der tiefen Temperaturen“ S. 45. Die Arbeitsweise zeichnet sich durch Einfachheit aus, gewährt jedoch nur eine ungenügende Ausbeute. Es ist nämlich die Menge der Waschflüssigkeit, die zur Auswaschung des Sauerstoffs zur Verfügung steht, gegeben durch die Menge der sauerstoffreichen Flüssigkeit, die am unteren Ende der Säule entnommen und auf den Kondensator (f in Abb. 8 S. 1061 des Aufsatzes von Fischer) aufgegeben wird. Je besser die Ausbeute, desto kleiner ist die Menge dieses Sauerstoffs und damit die Menge der Waschflüssigkeit; die Grenze, bei welcher diese Menge zu klein wird, um eine genügende Reinigung des Stickstoffs zu bewirken, liegt bei etwa $\frac{1}{2}$ m³ Stickstoff für 1 m³ verarbeitete

Luft. Aus diesem Grunde ist die Anwendbarkeit des Verfahrens auf Stickstoffanlagen von kleinster Leistung sehr beschränkt.

Gesellschaft für Linde's Eismaschine

Entgegnung

Die zitierte Stelle ist mir entgangen, da sich Literatur, abgesehen von den bekannten Doppel-Apparaten, nur die Stickstoffanlagen mit Vakuum oder mit Stickstoffkompressor vorfinden. Auch S. 45, der herangezogenen „Technik der tiefen Temperaturen“ stellt eine Stickstoffanlage mit Vakuumpumpe dar.

Es steht jedoch auf Grund der erwähnten Veröffentlichung fest, daß Stickstoffanlagen, die dem von uns beschriebenen Verfahren entsprechen, zuerst von der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen gebaut wurden. Ausführung dürften Unterschiede bestehen, da ich fast ständige Reinheit des Stickstoffs durch Steigerung der Erzeugungsdruckes, über 3 bis 4 at hinaus auf 10 at erziele, was betriebstechnisch wegen der besseren Schmelzfähigkeit des Stickstoffs oder dessen motorischen Nutzung vorteilhaft ist. Das sonst über die Stickstoffbeute Gesagte stimmt auch mit meinen Ergebnissen überein.

[D 719]

V. Fischer

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Mechanische Weißwäschereien. Von P. Liske	1345
Regelung des Kraftomnibusverkehrs im Bereich von New York	1352
Zur Entstehung des Gußgefüges. Von v. Göler und G. Sachs	1353
Bemerkenswerte neuere Bauteile für Stadtröhrenposten. Von Kasten	1357
Elektrische Antriebe für Arbeitsmaschinen im technischen Unterricht. Von H. Becker	1360
Kohle als Werkstoff. Von K. Arndt	1361
Neue Wege bei der Entrindung von Papierholz. Von F. Hoyer	1366
Fehlerhafte Ventilbauart	1368
Zweistufig wirkende Fliehkraftkupplung	1368
Weltkraftkonferenz Basel 1926	1369
Vorgänge beim reinen Rollen elastischer Reibungsräder	1372

Rundschau: Anwendung und Leistungsfähigkeit amerikanischer Krananlagen — Über Mangans seine Erzeugung und Verwendung — Technische wissenschaftliche Forschungen der staatlichen physikalischen Forschungsanstalt in England im Jahre 1926 — Kleine Mitteilungen	
Bücherschau: Luegers Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften. Von E. Frey — Elektro-Wärmeverwertung. Von R. Kratochwil — Darstellende Geometrie für Maschineningenieure. Von M. Großmann — Handbuch der Physik. Von H. Geiger und K. Scheel — Fluglehre. Von R. v. Mises — Gefesselte Flammen. Von K. Maurer — Eingänge	
Zuschriften an die Redaktion: Drucksauerstoff- und Druckstickstoff-Anlagen	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

71

SONNABEND, 1. OKTOBER 1927

NR. 40

Haushalt-Kältemaschinen

Von R. Plank, Karlsruhe

Anforderungen an die kleinsten Kältemaschinen für Haushaltzwecke — Kompressions- und Absorptionsmaschinen — Besondere Merkmale der Kompressionsanlagen — Wahl der Kälte Träger, Bauarten von Kompressoren, Kondensatoren und Verdampfern
Besondere Merkmale der Absorptionsanlagen: nasse und trockene Absorptionsmaschinen, Adsorptionsmaschinen, Ausführungsformen von unterbrochen und fortlaufend arbeitenden Absorptionsmaschinen.

Neben den Großkältemaschinen, deren Leistungen heute bis zu mehreren Millionen Kalorien in der Stunde reichen, haben sich in den letzten Jahren auch die Kleinkältemaschinen entwickelt, deren Leistungen etwa zwischen 500 und 10 000 kcal/h liegen, die im Lebensmittel-Kleingewerbe in steigendem Maße Verwendung finden (Schlächtereien, Molkereien, Konditoreien, Bierhandlungen, Hotels u. a.). Sie werden fast ausschließlich nach dem Kompressionsverfahren gebaut und unterscheiden sich ursprünglich weitgehend an die klassischen Bauarten des Baues von Großkältemaschinen an. Allmählich entwickelten sich aber auch selbständige Bauarten, die besonderen Anforderungen der Kleinbetriebe in bezug auf hohe Betriebsicherheit, Einfachheit der Bedienung, geschlossenen Gang, geringen Platzbedarf und niedrige Anschaffungskosten besser entsprachen.

Die kleinsten Kältemaschinen, die in den Haushalten bisher verwendeten Eisschränke ersetzen sollen, sind eine Schöpfung der letzten Jahre; es handelt sich um Leistungen von 50 bis rd. 500 kcal/h und um die Erfüllung folgender Forderungen:

Weitgehende Betriebsicherheit und geringe Abnutzung
Unbedingte Unfallsicherheit
Einfache Bedienung
Erzeugung dauernd gleichmäßiger Temperatur im Kühlschrank
Geräuschloser Gang
Geringer Platzbedarf
Niedrige Anschaffungskosten.

Neben diesen Forderungen tritt die Wirtschaftlichkeit hinzu, doch gibt es auch da Grenzen, die nicht überschritten werden dürfen. Wenn es auch bisher noch gelungen ist, alle diese Forderungen zu erfüllen, so doch so wertvolle und eigenartige Bauarten auf dem Markt erschienen, daß eine kritische Übersicht über die vorhandenen Maschinen geboten erscheint. An der Spitze der Entwicklung marschieren die Vereinigten Staaten und Amerika, das einzige Land, in dem ein bedeutender Markt für Haushaltmaschinen (einige 100 000 im Jahre) erzielt wird. Einige führende amerikanische Firmen, z. B. die Delco-Light Co. (General Motors) in Dayton, Ohio, und die Kelvinator Corporation in Detroit, Michigan, haben neuerdings auch in Europa eine geschäftliche Tätigkeit entwickelt, die möglicherweise dazu beitragen wird, die Vorzüge der maschinellen Kühlung über der Eiskühlung auch unseren Haushaltungen bekannt zu machen. Bisher haben die sehr zahlreichen amerikanischen Fabriken keine nennenswerten geschäftlichen Erfolge auf diesem Gebiet erzielt. Die Entwicklung in Amerika, der wir z. B. im Automobilwesen schon folgen beginnen, berechtigt zur Annahme, daß auch uns in wenigen Jahren ein maschineller Kühlschrank in den Haushalten ebenso geläufig werden wird, wie heute eine Zentralheizung oder ein Gasbadeofen.

Heute ist der maschinelle Schrank noch ein Luxusgegenstand, der in Anschaffung und manchmal auch im Betrieb teurer als der Eisschrank ist. Nur Absorptions-Kältemaschinen, die mit Leuchtgas oder mit flüssigen Brennstoffen beheizt werden, sind im Betriebe besonders billig; bei elektrischem Betrieb dagegen sind die Kompressionsmaschinen unbedingt im Vorteil.

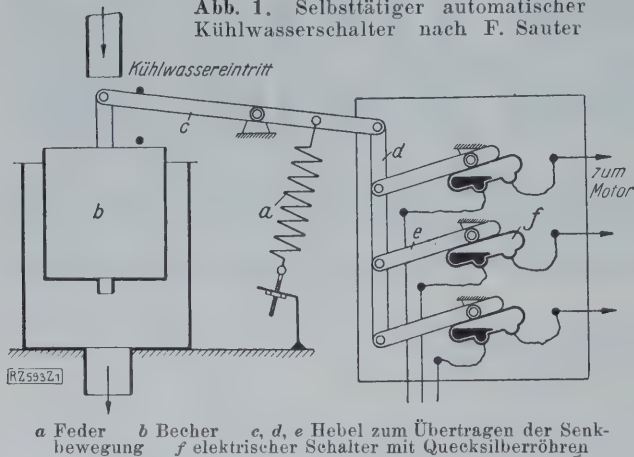
Für mittlere Haushaltungen genügt ein Kühlschrank von 0,15 bis 0,2 m³ Nutzinhalt. Der gesamte Kältebedarf beträgt dann je nach der Güte der Isolierung 800 bis 1200 kcal in 24 Stunden, entsprechend der Schmelzwärme von 10 bis 15 kg Eis. Davon entfallen auf die Nutzkalteleistung etwa 500 kcal. Die Temperatur im Schrank soll auf etwa + 5 °C erhalten werden; eine wichtige Forderung, die nicht immer beachtet wird, ist die sorgfältige Isolierung des Schrankes.

Kompressions- und Absorptions-Kältemaschinen

Betriebsicherheit. Beim Kompressions-Verfahren haben wir es immer mit Maschinen zu tun. Die bewegten Teile des Kompressors nutzen sich im Laufe der Zeit auch bei sorgfältiger Schmierung ab, und die Notwendigkeit der Schmierung bedeutet an sich schon eine Umständlichkeit. Das in die Druckleitung und weiter in den Kondensator und Verdampfer mitgerissene Öl muß in den Sammelbehälter im Kurbelkasten zurückgeführt werden.

Die empfindlichsten Teile sind die Ventile und die Stopfbüchse. Die Saugventile ersetzt man gelegentlich durch Schlitze im Zylinder, die entweder vom Kolben oder durch die schwingende Bewegung des Zylinders gesteuert werden. Im übrigen werden leichte Platten- oder Tellerventile benutzt, bei denen durch Schmutzteilen oder durch Bruch Störungen eintreten können. Die Stopfbüchse hat allerdings nur eine umlaufende Kurbelwelle abzudichten, da die meisten Kleinkältekompresseuren einfachwirkende stehende oder Drehkolbenmaschinen sind. Trotzdem gibt die Stopfbüchse zu Undichtheiten Anlaß, und das gleiche gilt von den Ventilen in den Verbindungsleitungen, die man oft schon deswegen verwendet, um Kompressor, Kondensator oder Verdampfer einzeln absperrn zu können, falls die Anlage an irgendeiner Stelle geöffnet werden muß. Amerikanische Fabriken schreiben regelmäßige Untersuchungen vor, die in gewissen Zeitabständen durch ihre Ingenieure vorgenommen werden. Neben der allgemeinen Prüfung des Zustandes der Maschine und des Schrankes dienen diese Untersuchungen zum Nachfüllen von Öl und nötigenfalls auch von Kältemittel. Die Forderung der Betriebsicherheit kann also bei guten Bauarten von Kompressionsmaschinen zwar weitgehend aber nie restlos erfüllt werden.

Die gewöhnliche Absorptionsmaschine enthält an bewegten Teilen nur eine einfache Pumpe für die reiche Lösung. Bei den kleinen Haushalts-Absorptionsmaschinen kommt auch diese Pumpe in Fortfall; man hat es dann nicht mehr mit einer Maschine, sondern mit einem chemischen Apparat zu tun.

Abb. 1. Selbsttätiger automatischer
Kühlwasserschalter nach F. Sauter

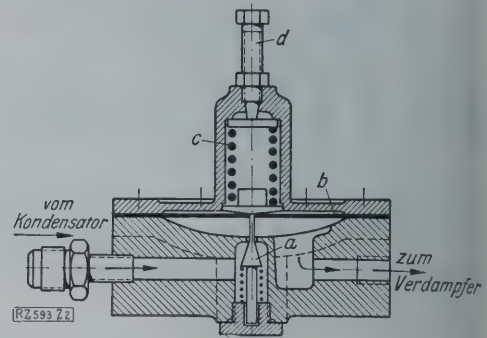
a Feder b Becher c, d, e Hebel zum Übertragen der Senkbewegung f elektrischer Schalter mit Quecksilberröhren

Die Abnutzung durch bewegte Teile entfällt also, und damit entfallen auch alle Fragen der Schmierung; darin liegt wohl der Hauptvorteil dieses Verfahrens.

Unfallverhütung. Diese Forderung muß als die wichtigste bezeichnet werden¹⁾. Am nächsten liegt die Gefahr, daß man eine Kältemaschine anläßt, ohne gleichzeitig für die Kühlung des Kondensators zu sorgen, oder daß während des Betriebs der Kühlwasserzufluß stockt und daher der Kondensatordruck unzulässig hoch wird. Das Einschalten der Energiequelle wird daher stets zwangsläufig mit dem Öffnen des Kühlwasserhahns gekuppelt. Eine besondere Vorrichtung muß aber außerdem dafür sorgen, daß beim Versagen des Kühlwasserzuflusses der elektrische Strom oder das Gas selbsttätig ausgeschaltet wird; die Schaltbewegung kann dabei nach Abb. 1 (F. Sauter, Basel, und Cumulus-Werke, Freiburg) dadurch hervorgerufen werden, daß sich ein durch eine Feder *a* aufwärts gedrückter Becher *b* unter dem Gewicht des einfließenden Wassers senkt; die Senkbewegung wird z. B. durch Hebel *c, d, e* auf einen elektrischen Schalter *f* mit Quecksilberröhren übertragen. Man kann auch eine Membran durch den Druck in der Wasserleitung derart beeinflussen, daß sie den elektrischen Strom ausschaltet, wenn der Wasserdruck sinkt.

Die größte Sicherheit bieten Kältemaschinen, die gar kein Kühlwasser brauchen, bei denen also der Kondensator durch Luft gekühlt wird.

¹⁾ Vergl. E. Zäuner, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 34 (1927) S. 137.

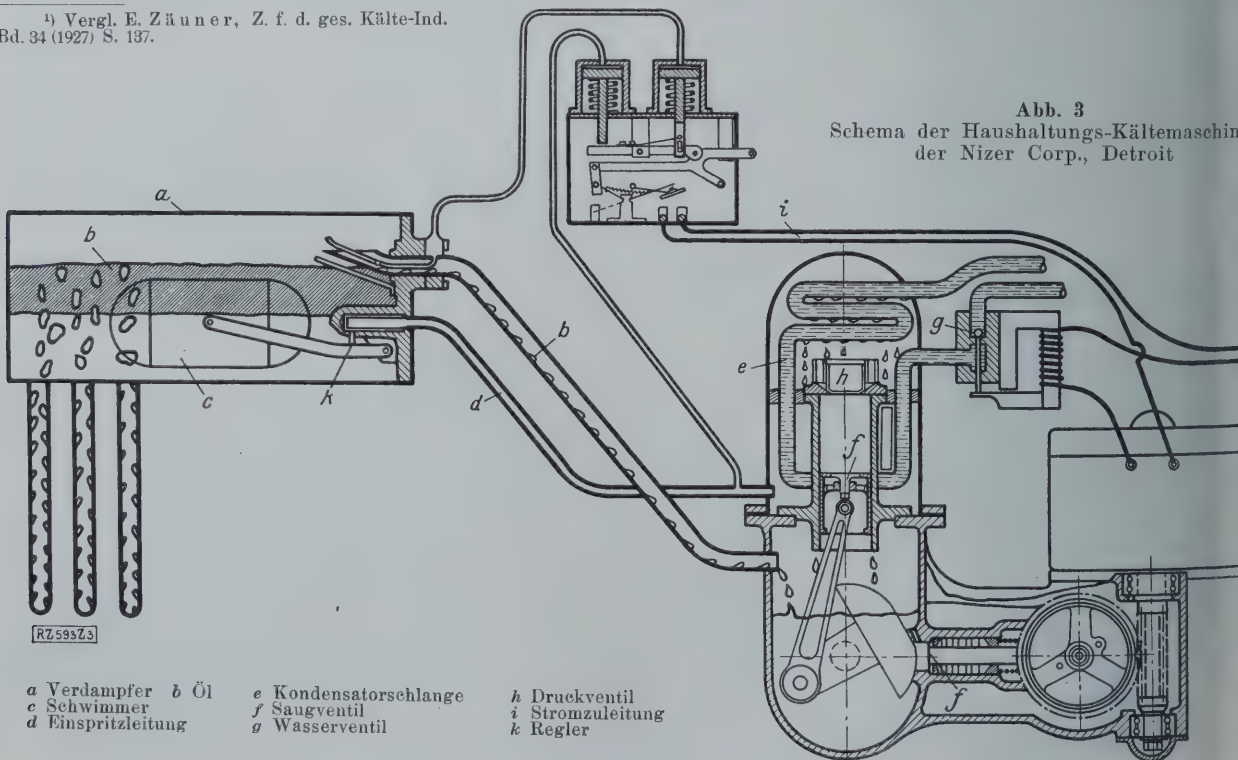
Abb. 2
Selbsttätiges Regelventil

a kegelförmiges Regelventil b Membran c Feder d Schraube zum Einstellen der Federvorspannung

Die Folgen von Brüchen kann man dadurch mildern, daß man die Füllung mit Kältemittel möglichst macht; die SO₂-Maschine der Isko Co., Chicago, enthält z. B. nur eine Füllung von 1½ kg. Bei Absorptionemaschinen mit wässrigen Ammoniaklösungen hat die Druckentlastung beim Bruch ein starkes Nachdampfen des Wassers zur Folge; deswegen verwenden man neuerdings gerne feste, trockene Absorptionen.

Bedienung und Temperaturregelung. Es ist selbstverständlich, daß bei einer Haushaltmaschine keine geschulte Bedienung vorausgesetzt werden muß. Wenige einfache Handgriffe müssen genügen. Bei Absorptionemaschinen muß daher die Schmierung selbsttätig wirken; in der Regel verwendet man Druckschmierung, sondern Schleuderschmierung. Für die Einstellung des Regelventils auf wechselnde Kühlwasserhältnisse und Kühlschrank-Temperaturen selbsttätig stellen. Zu diesem Zweck verbindet die Isko Co. das kegelförmige Regelventil *a*, Abb. 2, mit einer Membran *b*; diese ist auf der einen Seite durch eine Feder *c* belastet, deren Vorspannung mittels der Schraube *d* auf das gewünschte Maß eingestellt werden kann; auf der anderen Seite der Membran wirkt der Verdampfendruck, dessen Ansteigen der Durchgang des Ventils stärker drosselt wird.

Ein grundsätzlich anderer Weg besteht darin, man die Weite des Regelventils nicht durch den Verdampfendruck, sondern durch die Menge des fließenden

Abb. 3
Schema der Haushaltungs-Kältemaschine
der Nizer Corp., Detroit

a Verdampfer b Öl c Kondensatorschlange d Schwimmer e Einspritzleitung f Druckventil g Wasserventil h Stromzuleitung i Regler

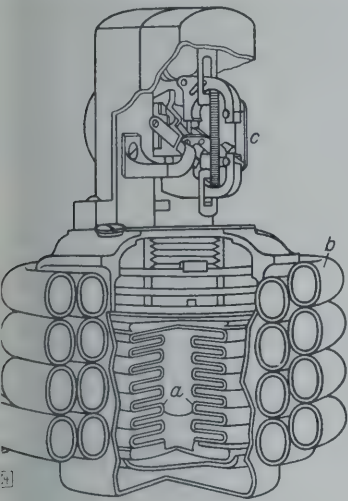


Abb. 4
Thermostat der
Kelvinator Corp.,
Detroit

a dehnbarer Behälter
b Verdampfer-
schlange
c elektrischer Schalter

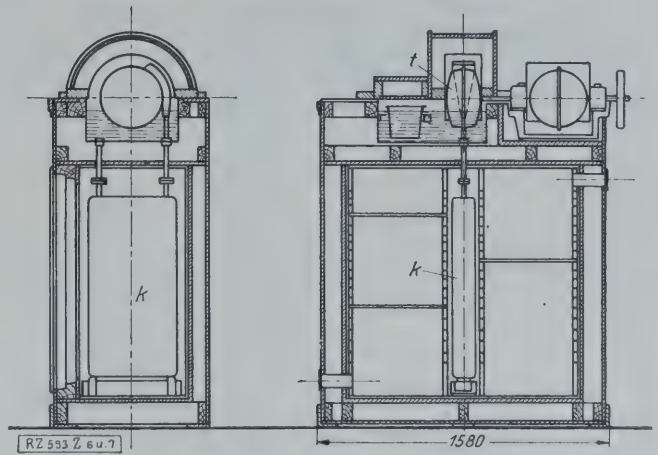


Abb. 6 und 7
A-S-Kühlschrank von Brown, Boveri & Cie.
t Verdampfertrommel k Solebehälter

mittels im Verdampfer beeinflusst; diesem Zweck ein Schwimmer, der bei einer bestimmten Höhe der Temperatur den weiteren Zufluß absperrt. Solche immer verwendet z. B. die Nizer Corporation in Detroit, Mich., Abb. 3, und die Delco Light Co. in den Vereinigten Staaten.

Die Selbsttätigkeit der Anlage kann sich ferner darstellen, daß im Kühlschrank möglichst gleichzeitige Temperatur aufrechterhalten wird. Die zu diesem Zweck verwendeten Thermostaten werden von der Lufttemperatur im Kühlschrank unmittelbar beeinflusst; die Bewegung kann z. B. durch den Unterschied der Ausdehnung zweier Metalle bewirkt werden (Fr.

Sauter, Basel, und Cumulus-Werke, Freiburg). Die Lufttemperatur kann aber auch mittelbar durch die sie bestimmende Verdampfertemperatur des Kältemittels oder bei Solekühlung auch durch die Soletemperatur geregelt werden.

Man benutzt als Thermostaten häufig einen blasebalgartig dehnbaren geschlossenen Behälter a, Abb. 4, der mit schwerflüchtiger Säure, Methylchlorid, Äthylchlorid oder Äther gefüllt ist; dieser Behälter wird entweder in die Sole getaucht oder von den letzten Verdampferschlangen b eng umgeben. Sinkt die Verdampfertemperatur, so sinkt auch der Sättigungsdruck der im Behälter eingeschlossenen Flüssigkeit; der Behälter zieht sich zusammen, und diese Bewegung wird auf den elektrischen Schalter c übertragen, der den Antriebmotor des Kompressors oder den Heizstrom einer Absorptionsanlage ausschaltet. Bei höherem Verdampferrückdruck wird durch die entgegengesetzte Bewegung der elektrische Strom wieder eingeschaltet²⁾.

²⁾ J. Engeli, Ausführliches über selbsttätige Schalteinrichtungen, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 34 (1927), erscheint demnächst.

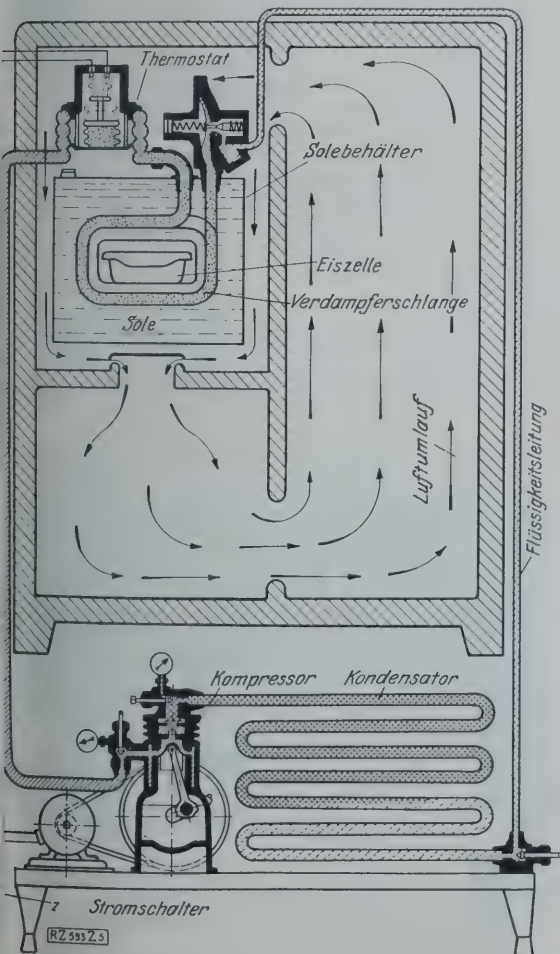


Abb. 5

Allgemeine Anordnung der Kältemaschine im
Kühlschrank

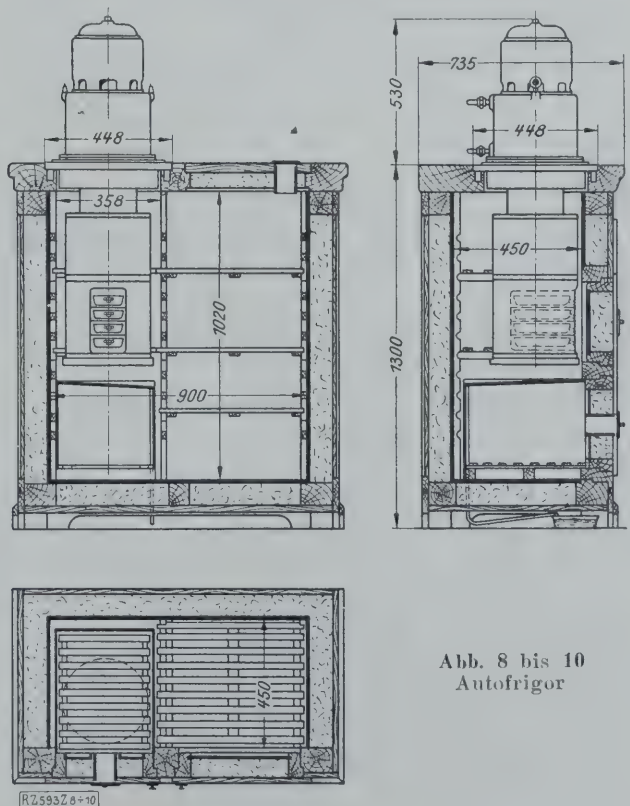


Abb. 8 bis 10
Autofrigo

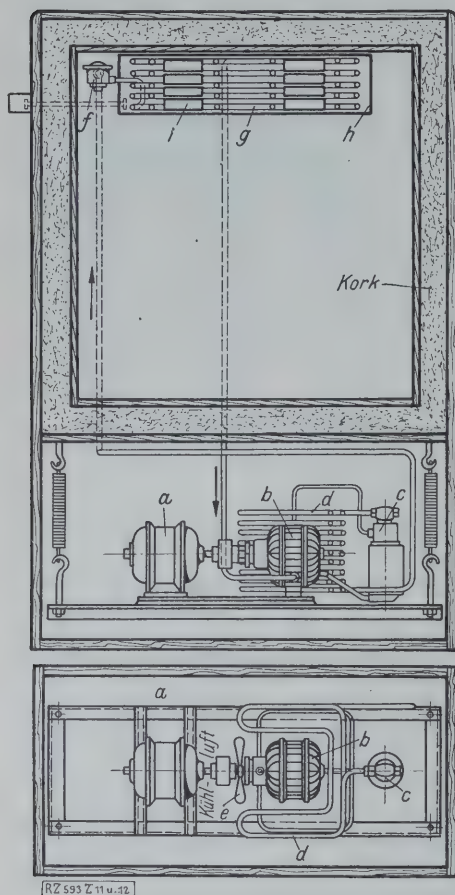


Abb. 11 und 12
Schema des
Rota-Haushalt-
kühlschranks
von
Sylbe & Pondorf,
Schmölln
(Thüringen)

a Motor
b Rota-Kompressor
c Ölabscheider
d Kondensator
e Ventilator
f Regler-Überflutungsventil
g Verdampferschlange
h Solebehälter
i Roheiszeuger

Die Kompressionsmaschinen und die ununterbrochen arbeitenden Absorptionsmaschinen sind je nach der Jahreszeit 6 bis 12 h täglich im Betrieb. Absatzweise betriebene Absorptionsmaschinen haben eine Kochzeit von $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ h und sollen während der übrigen 22 h kühlen. Während der Betriebspausen treten bei den erstgenannten Maschinengattungen Temperaturerhöhungen ein; bei den unterbrochen arbeitenden Absorptionsmaschinen wird die größte Kälte im ersten Abschnitt der Kühlzeit erzeugt. Viele Fabriken (aber nicht alle, vergl. Zahlentafel 2) versehen daher ihre Anlagen mit Kältespeichern in der Form von Behältern mit schwer gefrierenden Flüssigkeiten (Lösungen von Chlorkalzium, Glyzerin oder Alkohol in Wasser).

Platzbedarf, Kaufpreis und Wirtschaftlichkeit. Die allgemeine Anordnung der Teile eines Kühlschranks ist aus Abb. 5 zu ersehen. Der Platzbedarf beschränkt sich in der Grundfläche meist auf den vom Kühlschrank eingenommenen Raum, im Mittel auf $0,5\text{ m}^2$. Die Kompressionsmaschinen (Kompressor und Kondensator) werden bei den europäischen Bauarten (Brown, Boveri & Cie., Escher, Wyss & Cie., Linde-Ges.) meist oberhalb des Kühlschranks angeordnet, Abb. 6 bis 10. Die Amerikaner ziehen es dagegen vielfach vor, die Maschinenanlage unter den Kühlschrank zu setzen, Abb. 5 (Frigidaire, Kelvinator, Serv-el u. a.), und diesem Vorbild ist man neuerdings auch in Deutschland gefolgt, s. Abb. 11 und 12 (Sylbe & Pondorf, Schmölln). Um einen möglichst geräuschlosen Gang zu erzielen, setzt man die Anlage auf eine Platte, die auf Gummifüßen, Abb. 13, oder Federn steht oder an solchen Federn aufgehängt wird (Frigidaire).

Aus Rücksicht auf geräuschlosen und gleichmäßigen Gang verwenden viele Fabriken selbst bei den ganz kleinen Anlagen Mehrzylinderkompressoren mit versetzten Kurbeln. So hat z. B. bei den Frigidaire-Maschinen nur die kleinste Ausführung für 135 kcal/h einen Zylinder, alle Größen von 270 kcal/h aufwärts zwei Zylinder. Das gleiche gilt für die Kompressoren der Kelvinator Corp. Die Lindesche Autopolarmaschine hat sogar drei Zylinder.

Der Preis von maschinellen Haushalt-Kühlschränken mit $0,15$ bis $0,2\text{ m}^3$ Nutzraum beträgt bei Absorptionsmaschinen zwischen 750 und 1000 M , bei Kompressionsmaschinen sogar bis zu 1500 M . In Amerika kostet solcher Schrank rd. 250 $\text{\$}$. Da aber die Kaufkraft in Amerika wesentlich höher ist, so wird der Großsatz solcher Kühlschränke dort verständlich. Massenherstellung ließe sich bei uns der Preis noch beträchtlich senken; es darf daher angenommen werden, daß bei Verbesserung unserer wirtschaftlichen Lage auch diesem Gegenstand ein größerer Absatz wachsen wird.

Von dem Gesamtpreis entfallen im Mittel bei Absorptionsanlagen 40 vH auf den Schrank und 60 vH auf die Kältemaschine. Bei Kompressionsanlagen entfallen bis zu 75 vH auf die Maschine. Die Wirtschaftlichkeit der Haushalt-Kühlschränke spielt innerhalb gewisser Grenzen vorerst keine ausschlaggebende Rolle; werden den hohen Kaufpreis bezahlen kann, fragt selten danach, ob die täglichen Betriebskosten um 10 $\text{\$}$ höher oder niedriger sind.

Die wirtschaftliche Gegenüberstellung von Eiskühlung und Maschinenkühlung sei einer Vergleichung entnommen, die Mc. Lay für amerikanische Verhältnisse aus Beobachtungen in 42 Städten aufgestellt hat³⁾. Der Rechnung liegen folgende Werte zugrunde:

Innenraum des Kühlschranks	0,36 m ³
„Normale“ Belastung (durch elektrische Heizung des Schrankes)	75 kcal
Außentemperatur (Jahresmittel)	21°
Mittlerer täglicher Verbrauch bei maschineller Kühlung	2,62 kcal
Jahresverbrauch	956
Strompreis	22,2 $\text{\$}$
Mittlerer täglicher Eisverbrauch	17,9 kg
Jahresverbrauch an Eis	6,53 t
Eispreis	5,55 $\text{\$}$
Verzinsung des Anlagekapitals	6 vH
Abschreibungen:	
für den Schrank bei Eiskühlung	15 $\text{\$}$
„ „ „ „ Maschinenkühlung	5 $\text{\$}$
„ „ „ „ die Kältemaschine	10 $\text{\$}$
Jährliche Erhaltungskosten (nur bei Maschinenkühlung)	63,2 $\text{\$}$

Daraus ergeben sich die jährlichen Ausgaben
Zahlentafel 1:

³⁾ Im Bericht des Ausschusses für elektrische Kühlung, gegeben von der National Electric Light Assoc., New York Nr. 25 bis 48, S. 33.

⁴⁾ Bei Eiskühlung nutzt sich der Schrank erfahrungsgemäß rascher ab (Einwerfen der schweren Eisblöcke, Wirkung der Feuchtigkeit).

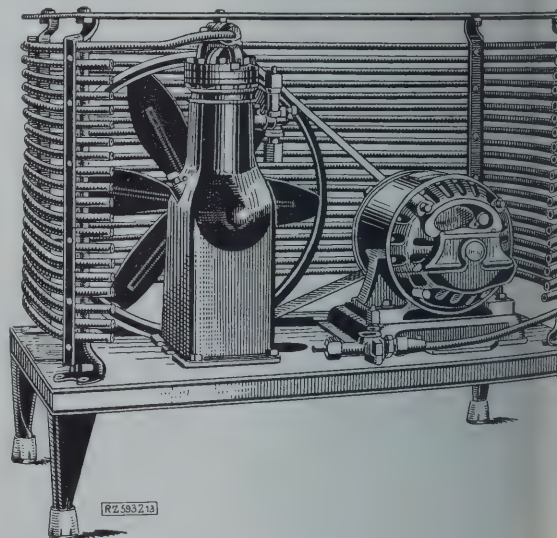


Abb. 13
Gesamtanordnung der Kelvinator-Kältemaschine

Zahlentafel 1. Betriebskosten von Eiskühlung und Maschinenkühlung

	Anschaffungskosten <i>M.</i>	Verzinsung <i>M.</i>	Amorti- sation <i>M.</i>	Unterhaltung <i>M.</i>	Eis oder Strom <i>M.</i>	Gesamte Be- triebskosten <i>M.</i>
hlung	715,—	43,30	107,—	—	363,—	513,30
inenkühlung	715,— (Schrank) 1240,— (Maschine)	116,50	159,50	63,—	212,—	551,—

Bei diesem Strompreis sind also die gesamten Be-
kosten bei maschineller Kühlung nur unwesentlich
als bei Eiskühlung.

Besondere Merkmale der Kompressionsanlagen

Vahl des Kälteträgers. Das bei Großkälte-
ninen gebräuchliche Ammoniak steht in der Reihe
für Haushalt-Kühlschränke benutzten Kälteträger
n letzter Stelle. Die Ursache ist einmal der ziem-
hohe Dampfdruck, der bei Kondensation durch Luft
uf 20 at steigen kann. Auch der Verdampfdruck
2 bis 3 at im Kurbelkasten ist wegen der möglichen
chtheiten der Stopfbüchse nicht erwünscht. Gegen
oniak sprechen ferner seine chemische Einwirkung
Kupfer und Kupferlegierungen, auf deren Verwen-
die Konstrukteure nicht verzichten wollen, der
genehme Geruch, Schwierigkeiten der Schmierung
ke Absorption von Ammoniak durch das Öl) und die

allzu kleinen Zylinderabmessungen. Infolge der hohen
Verdampfwärme wird außerdem die stündlich umlaufende
Ammoniakmenge so klein (knapp 1 kg), daß die Rege-
lung des Zutritts der Flüssigkeit zum Verdampfer emp-
findlich und schwierig wird.

Wie aus Zahlentafel 2 zu ersehen ist, steht schweflige
Säure (SO₂) an erster Stelle; sie wird insbesondere von den
führenden amerikanischen Firmen und in Europa von Brown,
Boveri & Cie. bevorzugt. Daneben verwendet man Chlor-
methyl (CH₃Cl) und Chloräthyl (C₂H₅Cl), Stoffe, gegen
deren Entzündbarkeit man oft übertriebene Bedenken
hegt, und bei denen die Schmierung einige Schwierigkei-
ten bereitet⁵⁾; die Stoffe sind außerdem in Deutschland
noch nicht genügend rein im Handel. Erst an vierter
Stelle finden wir Ammoniak (NH₃). Außerdem hat man
in Amerika die Verwendung einiger gesättigter Kohlen-

⁵⁾ Vergl. O. Wagner, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 34 (1927) S. 62.

Zahlentafel 2

Übersicht über Haushalt-Kältemaschinen nach dem Kompressionsverfahren

An- nung Bau- ters	Hersteller	Kälte- träger	Nenn- leistung (t = +25° t ₀ = -10°) kcal/h	Kompressor			Motor- lei- stung PS	Konden- sator, gekühlt durch	Ver- dampfer	
				Bauart	Strö- mung des Dampfes	Zylin- der- zahl				Drehzahl Uml./min (Antrieb)
.....	Brown, Boveri & Cie., Mannheim	SO ₂	550	hin- u. hergehend doppelt wirkd., liegend, schw. Zylinder	Wechsel- strom	2	360 (Riemen)	0,6	Wasser od. Luft	Solekühlung
aire .	Delco Light Co., Dayton Ohio (Gen. Motors Corp.)	SO ₂	135 270	hin- u. hergehend stehend	Gleich- strom	1 oder 2	250 (Riemen od. Zahn- rad)	1/6 od. 1/4	„	unmittelbare Verdampfng.
nator	Kelvinator Corp., Detroit, Mich.	SO ₂	150 300	hin- u. hergehend stehend	„	1 oder 2	300 250 (Riemen)	1/6 oder 1/4	Luft	Solekühlung (CaCl ₂)
....	Nizer Corp., Detroit, Mich.	SO ₂	600	hin- u. hergehend stehend	„	1	175 Schnecke	1/2	Wasser od. Luft	Solekühlung (Alkohol)
.....	Isko Co., Chicago	SO ₂	300	Zahnrad-Kom- pressor	—	1	1500-1750 unmittb.	1/4	Wasser	Solekühlung (Glyzerin) Solekühlung
al	General Electric Co., Schenectady, N. Y	SO ₂	rd. 150	hin- u. hergehend schwingend	Gleich- strom	2		1/6		
uk ..	Keokuk Refrig. Co., Keokuk, Iowa	SO ₂	rd. 300	hin- u. hergehend stehend		1 oder 2	(Zahn- rad)	1/4	Luft	unmittelbare Verdampfng.
one .	Iron Mountain Co., Chicago, Ill.	SO ₂	rd. 300	„		1	330 (Riemen)	1/4	„	Solekühlung
r ...	Leopold Ziegler, Berlin	SO ₂	300	„		1		1/2		
trigor	Escher, Wyss & Cie., Zürich	CH ₃ Cl	150 500	hin- u. hergehend doppeltwirkend liegend, schw. Zylinder	Wechsel- strom	1	1400 900 (unmittb.)	1/6 1/2	Wasser	unmittelbare Verdampfng. oder Sole- kühlung
polar .	G. f. Linde's Eismasch., Wiesbaden	CH ₃ Cl	350	hin- u. hergehend liegend	„	3	1500 (unmittb.)	1/3	„	„
.....	Sylbe & Pondorf, Schmölln, Thür.	CH ₃ Cl	250	Drehkolben	—	1	1450 (unmittb.)	1/3	Luft	Solekühlung
el ...	Serv-el Corp., New York	CH ₃ Cl	350	hin- u. hergehend stehend	Gleich- strom	2	325 (Riemen)	1/4	„	Solekühlung (Alkohol)
k....	Multicold Co., Provi- dence, R. J.	C ₂ H ₅ Cl	rd. 250	Zahnrad-Kompr. zweistufig	—	2	1200 (unmittb.)	1/4	„	Solekühlung
ums .	Simplex Refrig. Corp., Brooklyn, N. Y.	C ₂ H ₅ Cl	225	Drehkolben	—	1	(unmittb.)	1/4	„	unmittelbare Verdampfng.
- erator	Motorfrigerator Co., Lansdale, Pa.	C ₂ H ₅ Cl	rd. 150	hin- u. hergehend liegend	Wechsel strom	1	260 (Riemen)	1/6	„	„
nach .	Welsbach Co., Glou- cester N. Y.	C ₂ H ₅ Cl	rd. 250	„		1	280 (Riemen)	1/4	„	Solekühlung (Glyzerin)
and..	Copeland Products, Detroit, Mich.	(CH ₃) ₃ CH Isobutan	rd. 150	hin- u. hergehend stehend	Gleich- strom	1	(Riemen)	1/6	„	Solekühlung (Alkohol)
naker	Coldmaker, Toledo, O..	NH ₃	375	„	„	2	(Riemen)	1/3	Wasser	
s	George J. Cooke, Chicago, Ill.	NH ₃	rd. 300	„	„	1	450 (Riemen)	1/4	„	Solekühlung
go ...	Refrigo Corp., Milwaukee, Wis.	NH ₃	300	„		1	350 bis 400 (Riemen)	1/4	„	„

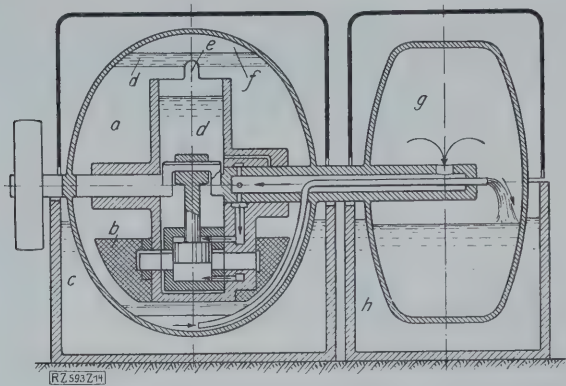


Abb. 14 (links)
Schnitt durch eine
A-S Kältemaschine
von B B C

- a Kondensator
- b Gegengewicht
- c Kühlwasser
- d Öl
- e Ölabbreifer
- f verflüssigte SO₂
- g Verdampfer
- h Sole

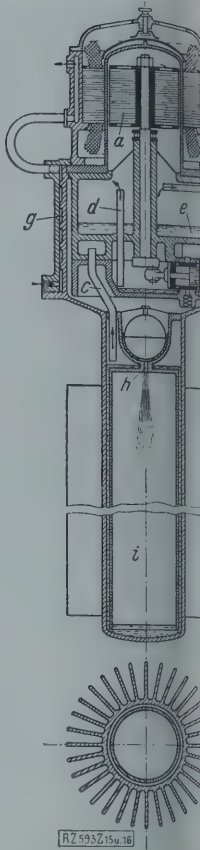


Abb. 15 und 16 (rechts)
Autofrigor von Escher,
Wyß & Cie.

- a Elektromotor
- b Kompressor
- c Saugrohr
- d Druckrohr
- e Öl
- f Kondensatorringraum
- g Kühlwasserführung
- h Regler
- i Verdampfer

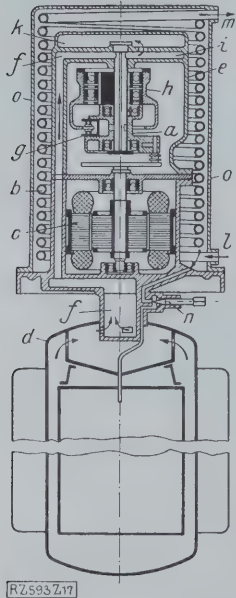


Abb. 17 und 18
Autopolar
der Linde-
Gesellschaft

- a Kompressor
- b Kondensator
- c Elektromotor
- d Verdampfer
- e Maschinen-
gehäuse
- f Saugkanal
- g Zylinder mit
Kolben
- h Kompressor-
glocke
- i Druckkanal
- k Druckraum
- l Wassereintritt
- m Wasseraustritt
- n Regulier-
vorrichtung
- o Stahlzylinder



Abb. 18
(rechts)
Autopolar-
maschine
in Ansicht

wasserstoffe, besonders von Isobutan (C₄H₁₀) unter dem Namen „Freezol“⁶⁾, und einiger Halogenverbindungen der Kohlenwasserstoffe angeregt und in beschränktem Umfang eingeführt. Kohlensäure dagegen wird bei Haushaltmaschinen überhaupt nicht benutzt.

Die Kompressoren der Haushalt-Kältemaschinen werden in der Regel mit hin- und hergehendem Kolben, seltener mit Drehkolben ausgeführt. Gelegentlich findet man auch gekapselte Zahnradpumpen. Bei hin- und hergehendem Kolben hat sich die stehende, einfachwirkende Bauart am meisten eingeführt, Abb. 13. Liegende oder doppeltwirkende Maschinen findet man verhältnismäßig selten. Ferner findet man in den meisten Fällen die Gleichstrombauart, bei der die Dämpfe stets in der gleichen Richtung von unten nach oben durch den

Zylinder strömen, wodurch die thermischen Wandverluste verringert werden: das Saugventil — ein leichtes Teller- oder Plattenventil — ist im Tauch angeordnet.

Die Wechselstrombauart findet man bei den stehenden einfachwirkenden Maschinen viel seltener; hier haben die Saug- und Druckventile im Zylinderdeckel. Bei Audiffren-Singrün-(A-S)-Kältemaschinen von Brown, Boveri & Cie., Abb. 14, und beim Autofrigor von Escher, Wyß & Cie., Abb. 15 und 16, werden die Saug- und Druckventile durch kleine Schwingbewegungen des Kolbens gesteuert. Diese Maschinen haben doppeltwirkende Wechselstromzylinder.

Von der noch vor wenigen Jahren in Amerika verbreiteten Steigerung der Drehzahl scheint man in den letzten Jahren wieder abzukommen. Viele führende Maschinen begnügen sich heute mit 300 Uml./min und darunter. Kompressor und Motor sind meist auf einer gemeinsamen Platte aufgebaut; der Antrieb erfolgt durch Riemen, die unter Einschaltung einer Spannrolle. Kompressoren mit hin- und hergehendem Kolben, die bis zu 1500 Uml./min erreichen und mit Drehstrommotoren unmittelbar gekuppelt sind, hat man wohl bisher nur in Europa gebaut.

⁶⁾ Vergl. „Refrigerating Engineering“ Bd. 12 (1926).

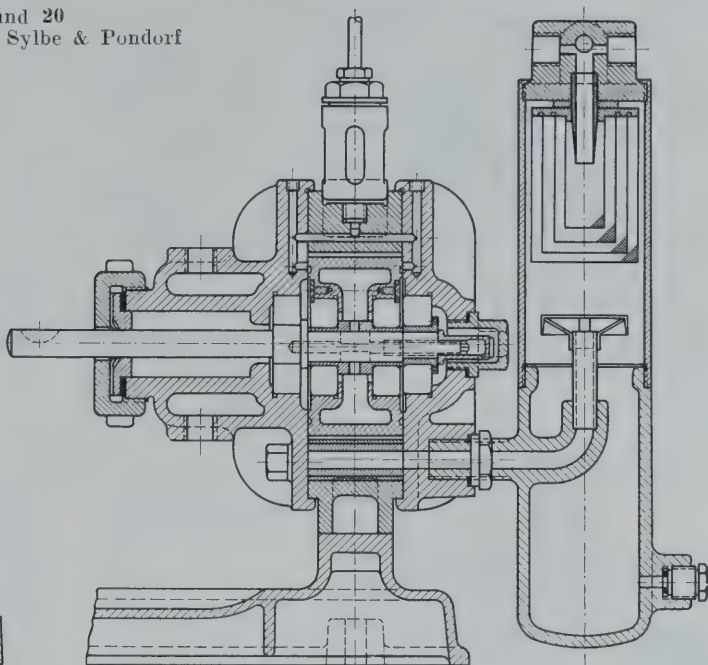
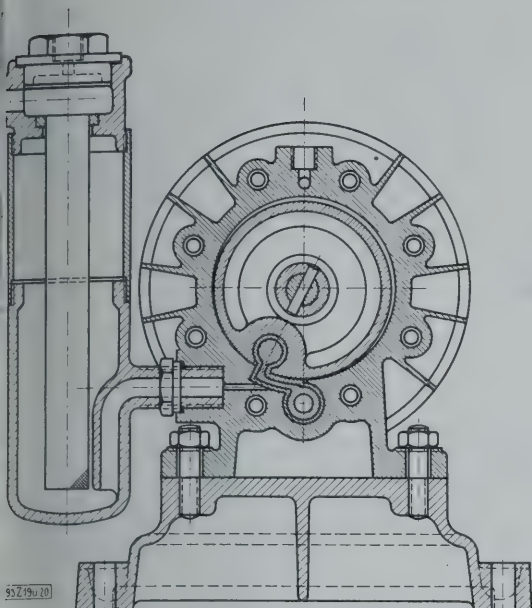
Zahlentafel 3

Konstruktionszahlen von Kolbenkompressoren für Haushalt-Kältemaschinen

Bauart und Hersteller	Kälteträger	Kälte- Nennleistung kcal/h	Zylinder- zahl	Zylinder- Dmr. mm	Hub mm	Hub- verhältnis	Dreh- zahl Uml./ min
A-S, Brown Boveri	SO ₂	550	2 ⁷⁾	42	28	0,67	300
Kelvinator	„	150	1	46	38	0,83	310
Nizer	„	600	1	108	57	0,53	170
Zerozone	„	ca. 150	1	44,5	44,5	1,0	330
Ziegler	„	300	1	60	50	0,83	300
Autofrigor	CH ₃ Cl	150	1 ⁷⁾	20	20	1,0	1400
Autopolar	„	500	1 ⁷⁾	33	26	0,79	900
Serv-el	„	350	3	26	15	0,58	1500
Motorfrigerator	„	350	2	38	38	1,0	330
Welsbach	C ₂ H ₅ Cl	150	1	76	12,7	0,167	2600
Coldmaker	„	225	1	76	19	0,25	2800
Refrigo	NH ₃	375	2	32	32	1,0	330
	„	250	1	32	38	1,19	370

⁷⁾ Doppeltwirkende Zylinder; die übrigen haben einfachwirkende Zylinder.

Abb. 19 und 20
 Rota-Kompressor von Sylbe & Pondorf



ntesten sind der Autofrigor und der Autopolar der e-Gesellschaft, Abb. 17 und 18; beide arbeiten mit rmethyl. Bei beiden befinden sich Kompressor, Anmotor und Kondensator in einem luftdicht geschlos- 1 Gehäuse, das eine gewisse Ölmenge erhält. Beim frigor liegt der Motor oben, beim Autopolar unten. bei den hohen Drehzahlen die Wirkung der Massen- e der hin- und hergehenden Teile zu verringern, führt inde-Gesellschaft die Kolben in Leichtmetall aus. Die en werden beim Saughub durch die Fliehkraft heraus- leudert und beim Druckhub durch einen auf der zentrisch angeordneten Ring wieder hereingepreßt. Diese Maschinen haben drei Zylinder. Die Zylinder en durchweg sehr kurzhubig gebaut, da man trotz rer Drehzahlen hohe mittlere Kolbengeschwindigkeit hohe Beschleunigungsdrücke vermeiden will. Oft sind aderdurchmesser und Hub gleich, oft ist aber der Hub viel kleiner als der Durchmesser, Zahlentafel 3.

Drehkolben-Kältekompressoren für Haus- wecke sind verhältnismäßig selten anzutreffen; von schen Bauarten sind der Rota-Kompressor von Güt- , gebaut von Sylbe & Pondorf, Schmölln, und der rady-Kompressor, gebaut von der Maschinenfabrik ard in Oberursel, bekannt geworden.

Der Rota-Kompressor wurde früher für Ammoniak für Kälteleistungen nicht unter 1000 kcal/h gebaut; r Ausführungsform ist bekannt⁸⁾. Für den Gebrauch aushalt-Kühlschränken hat man neuerdings eine An- für 250 kcal/h Kälteleistung entwickelt, die mit Chlor- yl arbeitet und einige wesentliche Verbesserungen eist, Abb. 19 und 20. Kompressor und Antriebmotor bei 1450 Uml./min unmittelbar gekuppelt. Das Ge- e ist dreiteilig und das Glied zwischen Saug- und kraum — die frühere „Zunge“, die sich in der „Nuß“ end und schwingend bewegte — hat eine ganz neue n erhalten, die zugleich eine zwangsläufige Steuerung Ein- und Auslasses ermöglicht.

Einen amerikanischen Drehkolben-Kältekompressor Williams Simplex Refrigerating Corporation, Brook- N. Y., für Chloräthyl zeigt Abb. 21. Die Kälte- ng beträgt 225 kcal/h. Die Schmierung erfolgt durch erin, das spezifisch schwerer als Chloräthyl ist und daher von diesem leicht trennt. Die Bauart entspricht nigen von Wittig⁹⁾, die von der Demag, Duis- , und anderen deutschen Fabriken für Luftverdichter endet wird.

Daneben werden auch raschlaufende, mit dem Motor gekuppelte Zahnradkompressoren verwendet; ein Beispiel hierfür ist die Maschine der Isko Co. in Chicago, Abb. 22 und 23, mit einer Kälteleistung von 300 kcal/h, die voll- kommen ventillos ist. Die Zahnräder laufen in Öl. Die Maschine arbeitet mit schwefliger Säure.

Kondensatoren. Die Verflüssigungswärme führt man bei den großen Kältemaschinen ausschließlich durch Kühlwasser ab, das sich dabei entsprechend erwärmt oder teilweise verdunstet. Auch bei vielen Haushalt-Kältemaschi- nen verwendet man Kühlwasser wegen seiner guten Wärme- übertragung.

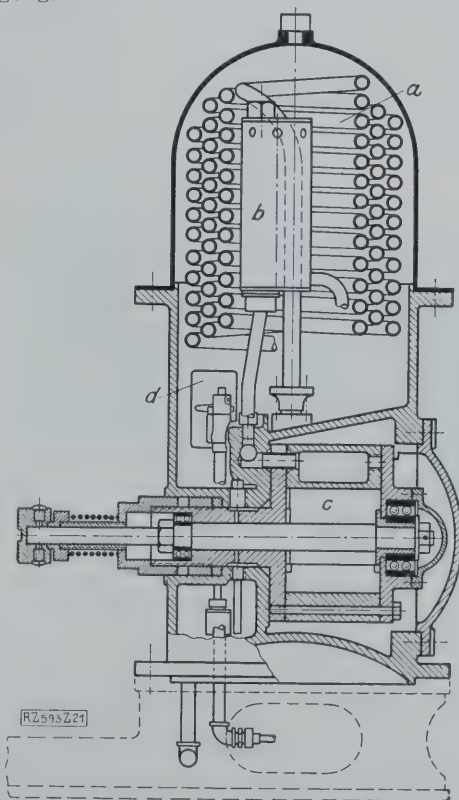


Abb. 21
 Schema des Drehkolben-Kältekompressors der Williams Simplex Refrigerating Corp.

a Kondensatorschlange für Luftkühlung
 b Glycerinabscheider c Kompressor
 d Schwimmerreglerventil

⁸⁾ Vergl. Plank, Krause und Tamm, Z. Bd. 69 (1925) S. 393
 f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 32 (1925) S. 46, ferner Tamm, Z. f. d. ges.
 -Ind. Bd. 33 (1926) S. 23.
⁹⁾ Vergl. z. B. Plank, Drehkolbenmaschinen als Kraft- und
 tsmaschinen, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 29 (1922) S. 189.

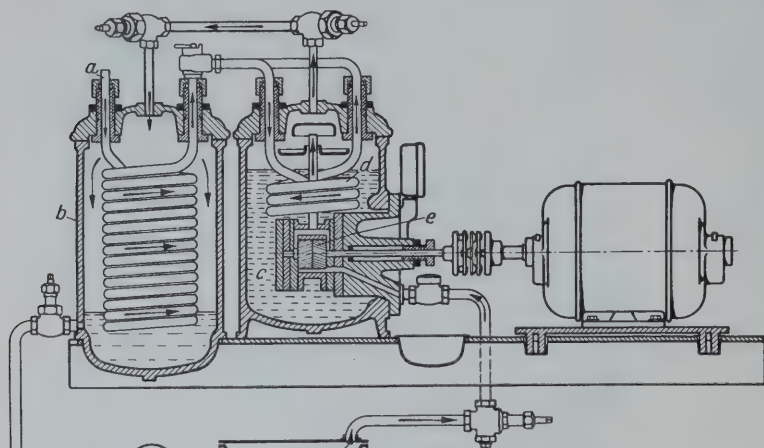


Abb. 22
Zahnradkompressor
der Isko Co.

- a Wassereintritt
- b Kondensator
- c Öl
- d Kühlwasserschleife
- e Kompressor
- f Eispfanne
- g Verdampferschleife
- h Solebehälter

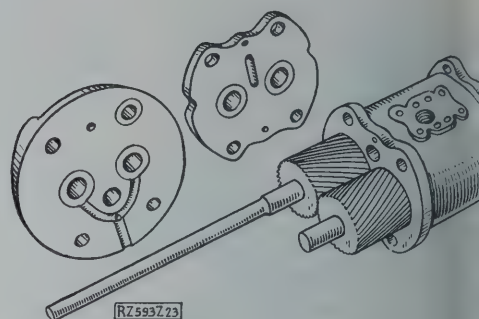


Abb. 23
Einzelheiten des Zahnrad-
kompressors

dem Maße gebaut. Vom Standpunkt des Wärmeganges ist der Kondensator mit Luftkühlung unter Umständen im Nachteil; man braucht größere Kühlflächen und muß trotzdem höhere Kondensationstemperaturen lassen, also unwirtschaftlicher arbeiten; allerdings hier, wie erwähnt, die Wirtschaftlichkeit nicht den Schlag.

Man verwendet in der Regel einen Ventilator, das Schwungrad des Kompressors eingebaut ist und die Luft mit rd. 15 m/s an den Kondensatorschlangen vorbebläst. Hier liegt eine wesentliche Sicherheit; denn so, wenn der Kompressor läuft, tritt auch die Kühlung in Tätigkeit. Die Luftkühlung ist besonders in tropischen Gegenden Platz, wo es manchmal sehr wenig oder gar kein Wasser gibt. Der Fortfall aller Wasserleitungen und Vorrichtungen zum selbsttätigen Ein- und Ausschalten des Kühlwassers vereinfachen die Anlage. Der Temperaturregler im Kühlraum kann unmittelbar den Elektronenein- und ausschalten und braucht nicht auf dem Wege über einen Kühlwasserschalter zu wirken.

Genauere Versuche liegen für die Maschine „Junker Kelvinator Corp. vor“¹⁰⁾. Sie hat einen einfachen

¹⁰⁾ L. A. Philipp und C. C. Spreen, „Refrigerating Engineering“, Bd. 13 (1927) S. 301.

Die Bauarten der Kondensatoren mit Wasserkühlung weichen von denen des Großmaschinenbaues erheblich ab. Berieselungs-Kondensatoren kommen überhaupt nicht in Frage, da die Maschinen in geschlossenen Räumen stehen, wo die Verdunstung sehr schwach wäre und das Verspritzen des Wassers stören würde. Auch der sonst so beliebte und nur wenig Platz beanspruchende Doppelrohrkondensator wird nur selten verwendet. Dagegen hat sich eine Art Tauchkondensator eingeführt, bei dem aber, im Gegensatz zu den alten Tauchkondensatoren, die Rollen von Kühlwasser und kondensierendem Dampf vertauscht sind.

Das Kühlwasser fließt durch zylindrisch gewickelte Rohrschlangen, die für alle Kälteüberträger, ausgenommen NH_3 , aus Kupfer hergestellt werden. Diese Schlangen liegen in einem Raum, in den die vom Kompressor verdichteten und möglichst weitgehend entölteten Dämpfe eingeblasen werden; sie verflüssigen sich also an der Oberfläche der Rohrschlangen, und die Tropfen sammeln sich im unteren Teil des Kondensationsraums. Dank der hohen Wassergeschwindigkeit und der raschen Abführung des Kondensats sind die Wärmedurchgangszahlen sehr hoch; Versuche an einem Kondensator von 10 000 kcal/h haben Wärmedurchgangszahlen $k = 800$ bis 1000 kcal/m² h °C ergeben. Die untersten Kühlwasserschlangen liegen bereits im Flüssigkeits-Sammelraum und bewirken so eine günstige Unterkühlung des Kondensats.

Die bauliche Verbindung des Kompressors mit diesem Kondensator ist bei vielen Bauarten geschickt gelöst; die Linde-Gesellschaft legt bei ihrer Autopolar-Maschine den Kondensator konzentrisch um das den Kompressor und Elektromotor aufnehmende Gehäuse, Abb. 17. Eine ähnliche Anordnung findet man auch bei der Autofrigor-Maschine, Abb. 15 und 16. Die Nizer Corporation legt die Kühlwasserschleife in eine über den oberen Teil des Kompressors gestülpte Glocke, Abb. 24, in die das Druckventil des Kompressors unmittelbar ausbläst. Nach dem gleichen Verfahren ist auch der Kondensator der Isko Co., Abb. 22, gebaut.

Neben dem Kondensator mit Wasserkühlung setzt sich neuerdings der mit Luftkühlung immer mehr durch; er wird besonders von amerikanischen Fabriken in steigen-

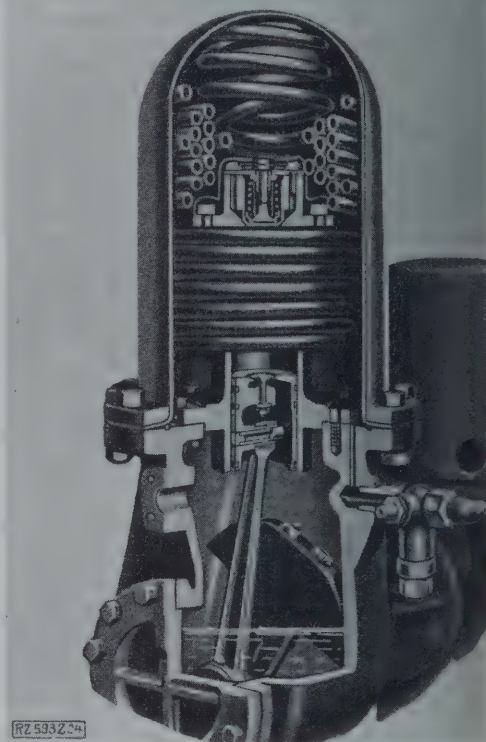


Abb. 24
Kompressor und Kondensator der Nizer Corp.

ylinder mit 46 mm Dmr. und 38 mm Hub bei 310 Uml./
Die folgenden Zahlenwerte beziehen sich auf eine
mpfemperatur von $-9,5^{\circ}$:

mpertatur $^{\circ}\text{C}$	20	25	30	35	40
nsationstemperatur „	35,0	38,8	42,7	46,5	50,4
eistung kcal/h	213	196	180	162	145
erbrauch am Elek- tor PS	0,29	0,28	0,285	0,295	0,31

für den Aufbau des Kondensators mit Luftkühlung
s verschiedene Vorschläge: Die Kelvinator Corp.
ie Kühlschlangen um die ganze Maschinenanlage
so daß sie ein Schutzgelande um die bewegten
einenteile bilden, Abb. 13. Der Querschnitt der kup-
Rohre ist oft nicht kreisrund, sondern elliptisch
(daire).

ie Copeland Products Inc. in Detroit setzt die Kon-
orschlangen in ein zylindrisches Gefäß; der Ven-
ist auf der Motorwelle angeordnet und bläst die
mit großer Geschwindigkeit durch das Gefäß. Von
hen Firmen führen bisher nur Sylbe & Pondorf und
gler, Berlin, Kühlschrankmaschinen mit Luftkühlung

Abb. 25 ist die Maschine der Nizer Corp. mit Luft-
ng dargestellt; die Luft tritt durch den Krümmer *a*
Rohrschlinge *b* des Kondensators, an deren Außen-
die bei *c* eintretenden SO_2 -Dämpfe verflüssigt

n.
ie Verdampfer. Die Haushalt-Kühlchränke
n sowohl für unmittelbare Verdampfung, als auch
lekühlung ausgeführt. Die richtige Bemessung der
äche und die richtige Unterbringung im Schrank
richtiger als die Frage des Verdampfverfahrens. Die
n Verdampfer nehmen kleine Pfannen auf, in denen
Eiswürfel zur Kühlung von Getränken oder Speise-
erstellt. Die Solekühler haben höhere Speicherwir-
und sollen weniger Schwankungen der Lufttempera-

tur im Schrank ergeben; die Temperatur der Sole beträgt
im Mittel -6 bis -7° .

Die Wärmedurchgangszahl für den Übergang von ver-
dampfendem Kälteträger auf die ruhende (nur konvektiv
bewegte) Badflüssigkeit kann bei überflutetem Verdampfer
mit $k = 125 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^{\circ}\text{C}$ angenommen werden. Die Spei-
cherwirkung der Sole wird vielfach überschätzt; ist der
Kühlschrank mit Lebensmitteln gut gefüllt, so üben diese
eine genügende Speicherwirkung aus. Bei unmittelbarer
Verdampfung rechnet man mit einer Wärmedurchgang-
zahl $k = 10 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^{\circ}\text{C}$.

Der Verdampfer wird meist in einer oberen Seite des
Schrankes angeordnet und beansprucht etwa 25 vH des
Innenraumes. Zwischen Verdampfer und Schrank muß
allseitig genügend Raum für die Luftströmung frei bleiben;
das ist für die gute Kühlwirkung und möglichst gleich-
mäßige Temperaturverteilung im Kühlschrank wichtig. Am
Verdampfer befindet sich ein selbsttätiges Reglerventil,
s. a. Abb. 2, und der von den letzten Verdampfer-Rohr-
windungen umschlossene Temperaturregler, s. a. Abb. 4,
der den elektrischen Strom ein- und ausschaltet.

Eine Anlage mit unmittelbarer Verdampfung ist der
„Frigidaire“, Abb. 26. Beim „Autofrigor“ und beim „Auto-
polar“ bestehen die Verdampfer aus stehenden Rohren mit
Längsrippen, in die unten kleine Eispfannen eingescho-
ben werden können. Den Einbau in einen Kühlschrank
zeigt Abb. 5. Verdampfer für Solekühlung baut die Kel-
vinator Corporation. Die Wirkungen der Verdampfer-
schlangen umgeben die zur Aufnahme der Eispfannen
dienenden Schubfächer. Bei der AS-Maschine von Brown,
Boveri & Cie. taucht die umlaufende Verdampfer-Trom-
mel zur Hälfte in das Solebad ein; dadurch wird die Sole
mitgenommen und dem im Schrank angeordneten Kühl-
körper zugeführt. [B 593] (Schluß folgt.)

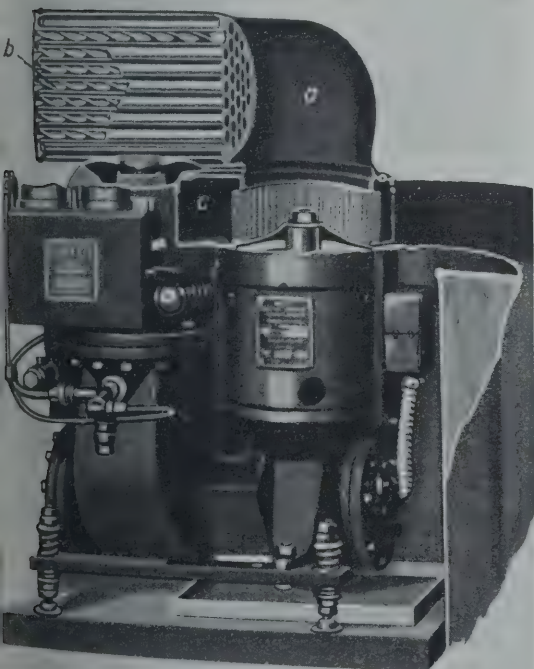


Abb. 25
Kühlmaschine der Nizer Corp. mit Luftkühlung
a Krümmer für den Lufttritt
b Kondensatorrohrschlinge *c* Eintritt der SO_2 -Dämpfe

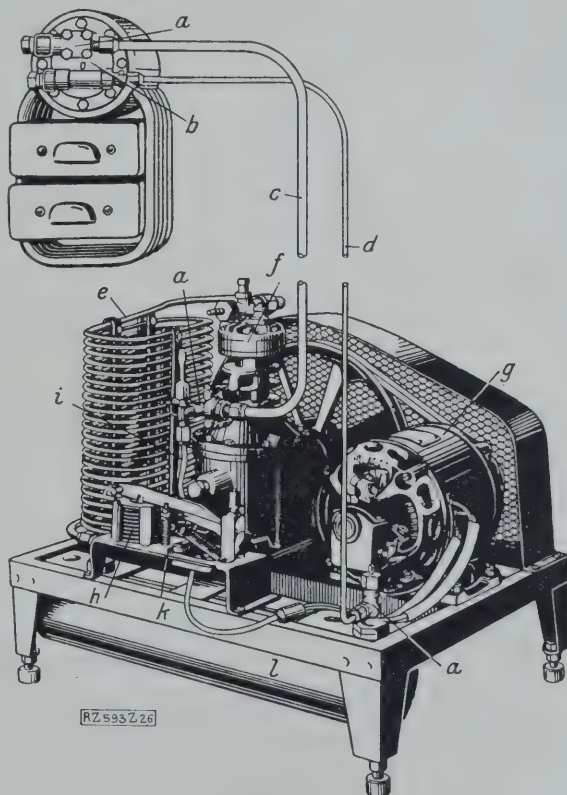


Abb. 26
Frigidaire-Kältemaschine der Delco Light Co.

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| <i>a</i> Absperrventil | <i>f</i> Kompressor |
| <i>b</i> Schwimmerventil
(innen) | <i>g</i> Motor |
| <i>c</i> Saugleitung | <i>h</i> elastische Membran |
| <i>d</i> Flüssigkeitsleitung | <i>i</i> Niederdruckkontrolleitung |
| <i>e</i> Kondensator | <i>k</i> Schalter |
| | <i>l</i> Sammelbehälter |

Das Versilbern von Porzellan

Das Anbringen des Silberüberzuges auf Porzellangegegenständen erfordert stets eine gründlichere Sachkenntnis und eine größere Aufmerksamkeit als die andern Malmittel. Das Silber muß stets rein gehalten werden, und zudem hat es die Eigenschaft, daß es leicht oxydiert.

Zur Herstellung einer gut haltbaren Silberlösung müssen auch reine Chemikalien verwendet werden. Zum Auflösen bedarf es einer verdünnten Salpetersäure. Sie muß von Salzsäure frei sein; sonst bildet das Chlor der Salzsäure mit dem Silber unlösliches Chlorsilber. In die Salpetersäure wird das Silber eingetragen; sodann wird eine blanke Kupferplatte eingelegt. Das Silber fällt in weißen, leichten Flocken aus und setzt sich zunächst an der Kupferplatte an. Um dies zu verhindern, muß man die Flüssigkeit während des Auflösungs Vorganges schütteln. Die Auflösung ist vollzogen, wenn die Flocken verschwinden und sich am Boden kein weiteres Silber mehr absetzt. Die darüber stehende Flüssigkeit wird abgossen und das am Boden befindliche metallische Silber mehrmals mit kochendem Wasser ausgewaschen. Vom Kupfer her erhält es eine Blaufärbung, die beim Waschen verschwindet. Das Silber muß dunkelgrau erscheinen und ist, wenn sauber ausgewaschen, chemisch rein.

Wenn daraus das echte Muschelsilber hergestellt werden soll, so muß es noch mit einer Gummilösung verrieben werden und ist so zum Auftragen fertig.

Wenn dem salpetersauren Silberoxyd kohlen-saures Natrium zugesetzt wird, so wird das kohlen-saure Silberoxyd erhalten. Die Silberlösung ist darin noch feiner verteilt. Der Niederschlag ist sehr fein und weiß. Er zerfällt sich in der Hitze leicht und lagert das metallische Silber ab; somit kann er wie metallisches Silber benutzt werden. Während sich das Silber in Salpetersäure auflöst, entwickeln sich braune Dämpfe, die die Atmungsorgane heftig angreifen; das Auflösen des Silbers muß daher im Freien unter dem Abzuge vorgenommen werden.

Wenn Silbernitrat (Höllenstein) zu lösen ist, so werden auf 10 g 500 cm³ destilliertes Wasser genommen. Die Lösung vollzieht sich rasch; darauf wird in die Lösung ein Kupferblechstreifen eingehängt, noch einige Kupfermünzen hineingeworfen und bis zum nächsten Tage abgestellt. Das überstehende Wasser wird nun abgeschüttelt, das ausgefallene Silber einige Male mit heißem Wasser ausgewaschen, getrocknet und auf einer Reibmühle fein verrieben.

Als Flußmittel beim Auftragen des Silbers auf das Porzellan wird auf zwölf Teile Silber ein Teil Wismut-sultrinat zugesetzt. Als Bindemittel dienen verschiedene Öle, wie Lavendelöl; doch wird in der böhmischen Glas-industrie zum Auftragen von kolloidalem Silber gar nur das billige Terpentinöl benutzt.

Große Aufmerksamkeit erfordert das Brennen; denn bei der Hitze verflüchtigt das Bindemittel rasch, das Silber wird niedergeschlagen, weiter oxydiert, bis es gelb und schwarz wird und endlich ganz verbrennt.

Brongniart hängt bemalte Probescheiben ein, die das Fortschreiten des Brandes anzeigen. Das aufzustreichende Probenmittel ist ein aus Gold bereitetes Karmin. Es wird auf eine kleine Porzellanplatte gestrichen und diese mit einem Draht in die Muffel durch das Schau-loch eingehängt.

Er unterscheidet folgende sechs Brandstufen, die noch Übergänge zeigen:

1. Bei dem Feuer, das erforderlich ist, um Gold auf weichem Grund einzubrennen, ist das Probenmittel braun-rot, unrein, ziegelfarbig und kaum verglast;
2. beim Retouchefeuier ist der Karmin an den dünnen Stellen schön rosenrot, die dickeren Stellen sind etwas ziegelfarbig;
3. beim ersten Einbrennen der Malereien geht die Farbe aus dem rosenroten Ton in den purpurfarbigen über;
4. beim Einbrennen der Goldgründe auf der weißen Glasur geht der rosenrote Ton etwas ins Violette über;
5. beim Feuer zum Einbrennen der Goldränder an Tellern wird der violette Ton bei zunehmender Temperatur blässer und unrein;
6. beim Feuer, zum Einbrennen matten Goldes verschwinden sowohl der rosenrote wie der violette Ton vollständig.

Noch besser ist freilich der Gebrauch eines Pyrometers oder eines andern sicheren Wärmemessers. Im Gebrauch sind auch die Segerkegel. Für diese Zwecke kommt Segerkegel Nr. 022 zur Anwendung. Geübte Brenner beobachten nur mit dem bloßen Auge.

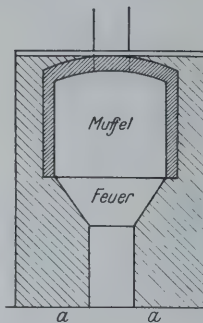


Abb. 1
Muffelofen für Holz-
feuerung
a Seitenmauern

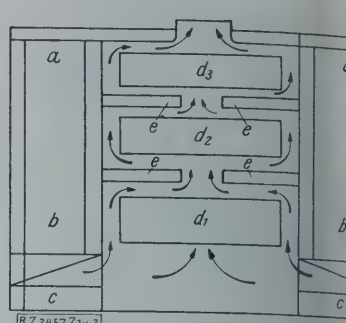


Abb. 2
Muffelofen für Halbgasfeuerung
a Feuerraum b Schrägrast c As-
chenfall d₁, d₂, d₃ Muffeln e eingebaute S

Ofenteile und Muffeln werden von den Tonwarenfabrikanten in guter und passender Ausführung geliefert. Die haben etwa die folgenden Abmessungen:

Sie können 1,3 m hoch werden und etwas über 1 m lang. Die beiden Seitenmauern aa, Abb. 1, werden dick von Grund aus aufgeführt bis zu etwa 45 cm. Hier werden die Roststäbe eingelegt und die Mauerdicke etwa 90 cm Höhe auf 14 cm verringert. Damit ist der Feuerraum geschaffen. Nun werden Schamotte oder Kieselsteine als Einsätze zur Auflage für die Muffeln eingelegt, die in der Dicke von 14 cm noch etwa 45 cm höher gehen und so der Raum für die Muffeln geschaffen. Der Raum wird überwölbt oder überdeckt und das Abzugsgewölbe für den Schornstein eingelassen. Die Vorlegetür vor der Muffel kann zum Einkleben oder bloß zum Vorlegen eingerichtet werden. Wenn sehr große Gegenstände gebrannt werden sollen, so müssen die Muffeln entsprechend genommen werden.

Als Brennstoff wird fast allgemein Holz benutzt. Die besten eignen sich die weichen Hölzer, wie Fichte, Kiefer und Kiefer. Weniger gut die harten. Kohlen, insbesondere Steinkohlen, werden wegen ihrer ungleichen, heftigen Verbrennung kaum verwendet. Der Verfasser hat jedoch in einem einfachen Muffelofen bei Braunkohlenfeuerung (H. Osseger, Böhmen) kolloidales Silber auf Glas mit dem besten Erfolg eingebrannt, ebenso auch kleine Porzellangegenstände irisiert. Die Erfolge waren jedesmal vollständig. Es kommt eben viel auf die Art der Feuerung an.

Für kleine Gegenstände eignet sich auch der Muffelofen für Halbgasfeuerung, Abb. 2. Der Feuerraum aa an beiden Seiten. Der Brennstoff (Kohle) wird in einen Füllkasten eingeschüttet. Bei b liegt ein Schrägrast und bei c der Aschenfall. Die Heizgase streichen in den mittleren Raum, um die erste Muffel d₁, werden von dort durch den eingebauten Steg e gesammelt, durch den Schlitz zwischen der ersten und zweiten Muffel d₂ geführt, dann um die dritte Muffel d₃ herum, ziehen durch das Abzugloch ab. Der Brennstoff wird gut ausgenutzt.

Das Brennen erfordert die größte Aufmerksamkeit, war den Tonwarenerzeugern bis jetzt nicht möglich, gasdichte Muffeln herzustellen; daher darf der Brennstoff nicht zu stark rauchen. Ebenso muß er vollständig von Schwefeldämpfen sein: das Silber läuft durch die Wirkung von Schwefelwasserstoff stets an. So muß es haltbar sein soll, mit einer leichten Goldschicht überzogen werden. Das aufgetragene Silber muß vorher 24 Stunden trocknen. Das Einbrennen wird in einem kleinen Feuer bis zu schwacher Rotglut vorgenommen. Silber beim Brande stark schwindet, muß es stärker getragen werden als Gold. Eine Probe führt am sichersten zum gewünschten Erfolge.

Nach dem Brennen wird das Silber poliert. Für kleine Gegenstände genügt Abreiben (Putzen) mit einem feinen Wollappen bei Zusatz von Glasur. Gegenstände können an Schleifeinrichtungen mit Holzrädern und Glasur poliert werden. Schwach gebranntes Silber wird auf Frittenporzellan an Filzrädern gepulvert.

Wenn Mattsilber hergestellt werden soll, so wird nach dem Polieren noch einmal gebrannt.

Ein Fehler bei der Versilberung, der oft anzutreffen ist, ist der, daß es nach dem Brand abblättert. In diesem Falle war es zu dick aufgetragen. Wenn es nicht hält, so muß nach kurzer Zeit abgewaschen läßt, so war der Brand zu stark. Hat es eine schmutzige, ins Graue gehende Färbung, dann war es nicht rein zubereitet oder die Muffel nicht genügend gereinigt.

Friedrichswald [M 2457]

Dr. H. Hanni

Die Öle als Werkstoffe in der Elektrotechnik

Von Dr. v. d. Heyden und Dr. Typke

Chem. Laboratorium der AEG-Transformatorfabrik, Berlin-Oberschöneweide

Die Verwendungsarten der Öle in der Elektrotechnik — Öle als Isolierstoffe: Transformatoren- und Schalteröle, Kabelisolieröle — Öle als Schmiermittel: Turbinenöle, Elektromotoren- und Dynamoöle, Zähleröle — Die Prüfbedingungen, die Alterung der Öle und ihre Wiederaufbereitung — Ausblick auf die wichtigsten noch auf dem Ölgebiete zu leistenden Arbeiten.

Öle finden in der Elektrotechnik eine umfangreiche Verwendung; man kann zwei Gruppen von Verwendungszwecken unterscheiden, den als Isolier- und den als Schmiermittel. Zunächst soll hier die Verwendung als Isolierstoff besprochen werden.

Öle als Isolierstoffe

Transformator- und Schalteröle. Die Transformatorenöle dienen zur Isolierung und Kühlung Transformatoren. Transformatoren, in denen die zu leitenden Teile unter Öl stehen, können in erheblich längerer Form gebaut werden als Lufttransformatoren, gut gereinigtes, getrocknetes Mineralöl eine erheblich höhere Durchschlagfestigkeit hat als Luft. In den Schalern dient das Öl zum schnellen Löschen des Lichtbogens. Heute verwendeten Transformatoren- und Schalteröle sind ausschließlich aus Erdöl hergestellt; Harzöle werden hauptsächlich wohl des höheren Preises wegen, nicht verwendet. Aus Braunkohlen- und Steinkohlenteer lassen sich brauchbare Transformatoren- und Schalteröle herstellen nicht herstellen lassen; die in der Kriegs- und kriegszeit damit gemachten Erfahrungen waren sehr lehrreich. Die Anforderungen, die an neues Transformator- und Schalteröl gestellt werden müssen, lassen sich am besten an Hand der Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker¹⁾ besprechen. Sie lauten:

1. Die Vorschriften treten am 1. Oktober 1927 in Kraft.

2. Die Vorschriften der §§ 3 bis 7 beziehen sich auf ein neues als auf im Apparat angeliefertes Öl. Die Vorschriften der §§ 8 bis 10 beziehen sich lediglich auf ein Öl, die Vorschrift des § 11 bezieht sich auf ein dem Betrieb befindlichen Transformator oder Apparat entnommenes Öl.

Unter neuem Öl (§§ 8, 9, 10) ist ein Öl zu verstehen, welches im Kesselwagen oder Eisenfässern von der Raffinerie angeliefert wird. Die Anlieferung darf nicht in Holzfässern erfolgen.

3. Die Vorschriften beziehen sich nur auf Erdöle, die als Raffinate geliefert werden müssen.

4. Das spezifische Gewicht darf nicht mehr als 0,92 bei 20°C betragen.

Bei Transformatoren und Schaltern, deren Kessel von Außenluft umspült werden und die keine besondere Vorrichtung haben, soll Öl verwendet werden, dessen spezifisches Gewicht nicht mehr als 0,895 bei 20°C beträgt.

5. Die Viskosität, bezogen auf Wasser von 20°C, darf bei einer Temperatur von 20°C nicht über 8° Engler betragen.

6. Der Flammpunkt, nach Marcusson im offenen Kessel bestimmt, darf nicht unter 145°C liegen (s. jedoch Abweichung in § 7).

7. Der Stockpunkt des Öles darf nicht höher als -40°C sein, bei Schaltern, deren Kessel von der Außenluft umspült werden und die keine besondere Heizvorrichtung haben, darf der Stockpunkt des zu verwendenden Öles nicht höher als -40°C sein. Der Flammpunkt eines solchen Öles darf nicht unter 120°C liegen.

a) Das neue Öl muß bei 20°C vollkommen klar sein; es muß frei sein von Mineralsäure.

b) Der Gehalt an organischer Säure darf höchstens 0,05, berechnet als Säurezahl, betragen.

c) Der Gehalt an Asche darf 0,01 vH nicht übersteigen.

9. Das neue Öl muß praktisch frei von mechanischen Verunreinigungen sein.

Die neuen Vorschriften für Transformatoren- und Schalteröle sind mit Genehmigung der Geschäftsstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker bereits in diesem Aufsatz wiedergegeben. Vergl. d. 48 (1927) S. 473 und S. 858.

§ 10. a) Die Verfeinerungszahl des neuen ungekochten Öles darf 0,1 vH nicht überschreiten.

b) Das neue ungekochte Öl soll nach 70-stündiger Erhitzung auf 120°C unter Einleiten von Sauerstoff folgende Bedingungen erfüllen:

1. Es soll nach dem Erkalten vollkommen klar sein.

2. Es darf keinen benzinunlöslichen Schlamm enthalten.

3. Es dürfen beim Erhitzen mit der alkoholisch-wässrigen Natronlauge keine asphaltartigen Ausscheidungen entstehen.

§ 11. Die elektrische Festigkeit des dem im Betrieb befindlichen Transformator oder Apparat entnommenen Öles soll, gemessen nach den Prüfvorschriften, im Mittel 80 kV/cm nicht unterschreiten. Ist die elektrische Festigkeit geringer, so muß das Öl gereinigt oder erneuert werden. Die elektrische Festigkeit des gekochten oder zum Einfüllen vorbereiteten Öles soll 125 kV/cm nicht unterschreiten.

Ergibt das Erhitzen des Öles im Reagenzglas auf rd. 150°C das Vorhandensein von Wasser durch knackendes Geräusch, so erübrigt sich die Untersuchung der elektrischen Festigkeit, und das Öl muß getrocknet werden.

Zu diesen Vorschriften ist zu bemerken:

Die Vorschrift § 2 ist sehr wichtig, da sich bei dem Trockenverfahren, das die Transformatoren und Schalter durchmachen müssen, Veränderungen nie ganz vermeiden lassen. Insbesondere spielt dies bei der Bestimmung der Verfeinerungszahl (§ 10) eine Rolle. Andererseits ist es wichtig, daß sich die Vorschriften über die Durchschlagfestigkeit (§ 11) nur auf den gebrauchsfertigen Transformator oder Apparat beziehen. Beim Befördern und Umfüllen des Öles läßt es sich nicht immer vermeiden, daß es mit feuchter Luft in Berührung kommt und Wasser anzieht. Da sich jedes Öl, das den Liefervorschriften entspricht, durch Trocknung auf die notwendige Durchschlagfestigkeit bringen läßt, erübrigt sich eine Vorschrift über die Durchschlagfestigkeit des von der Raffinerie angelieferten Öles.

Zu § 3. Die heute verwandten Öle werden ausschließlich aus Erdöl hergestellt. Zu § 4. Bei Freiluftschaltern und Transformatoren darf etwa gebildetes Eis nicht in oder auf dem Öl schwimmen, da sonst Überschlüge entstehen können. Niedriges spezifisches Gewicht ist auch aus Wirtschaftlichkeitsgründen günstig, da von einem Öl mit niedrigem spezifischem Gewicht der Gewichtsmenge nach weniger gebraucht wird. Zu § 5. Je dünnflüssiger ein Öl ist, desto schneller kann es umlaufen und so die Wärme ableiten. Bei Schaltern ist Dünnflüssigkeit zur schnellen Ablösung des Lichtbogens notwendig.

Zu § 6. Ein Flammpunkt von 145° (und von 120° in dem einen erwähnten Falle) ist für die Betriebssicherheit völlig ausreichend. § 7. Die Herstellung von Ölen mit dem Stockpunkt -40° läßt sich bei vielen Ölartern nur bei einem niedrigeren Flammpunkt als 145° erreichen. Aus diesem Grunde ist für solche Öle ein Flammpunkt von 120° zugelassen worden. Zu § 8 und 9. Ein gut raffiniertes und in einem sauberen Kesselwagen oder Eisenfaß versandtes Öl ist klar und frei von mechanischen Verunreinigungen. Die angegebene Säurezahl von 0,05 wird von guten Ölen ohne weiteres erfüllt.

Zu § 10. Die Prüfung auf Schlamm hat den Zweck, Öle, die stark zur Schlammabildung neigen, vom Gebrauch auszuschließen. Ebenso werden durch die Forderung, daß sich beim Behandeln mit der Kißlingschen Lauge keine Ausscheidungen bilden dürfen, Öle, die nicht ausreichend raffiniert sind, vom Gebrauch ausgeschlossen. Zu § 11. Die Durchschlagfestigkeit ist gegenüber den früheren Vorschriften erhöht worden. Die Durchschlagfestigkeit darf

nur an dem dem gebrauchsfertigen Transformator oder Apparat entnommenen oder gekochten oder zum Einfüllen vorbereiteten Öl bestimmt werden. Wegen der Ausführung der Prüfungen muß auf die Prüfvorschriften des VDE verwiesen werden²⁾.

Die Transformatoren- und Schalteröle verändern sich schon bei dem notwendigen Trockenverfahren, so daß, wie bei der Verteerungszahl bereits ausgeführt wurde, von dem im gebrauchsfertigen Transformator oder Apparat befindlichen Öle nicht mehr dieselben Eigenschaften wie von neuem Öl verlangt werden können. Es dürfte sehr schwer sein, zu allgemein anerkannten Vorschriften über die Beschaffenheit dieser Öle zu kommen, da die Eigenschaften bei der verschiedenartigen Behandlung, der sie ausgesetzt sind, stark schwanken. Als Angaben, die das Öl eines unter normalen Umständen getrockneten Transformators oder Apparates aufweisen soll, können etwa gelten: Säurezahl unter 0,2, Teerzahl (Kißling) unter 0,2. Unter schwierigen Umständen, wenn z. B. der Transformator am Aufstellungsort getrocknet wird, oder bei manchen Sonderkonstruktionen lassen sich aber diese Zahlen nicht einhalten.

Im Gebrauch verändern sich die Öle. Der Verderber ist der Sauerstoff, mehrere der im Transformator oder Apparat vorhandenen Werkstoffe üben beschleunigende Wirkung aus; in erster Linie sind das die Metalle Kupfer und Eisen. Auch das elektrische Feld scheint nach Versuchen von Andersen unter Umständen einen Einfluß auf das Öl auszuüben.

Auf die Theorien über die Oxydationsvorgänge soll hier nicht eingegangen werden; wir wissen nur sehr wenig darüber, was für chemische Vorgänge sich bei der Verschlechterung der Öle abspielen. Für denjenigen, der sich damit näher beschäftigen will, sei insbesondere auf die wertvollen Arbeiten von Frank verwiesen³⁾.

Als wichtige Schutzmaßnahme für die Erhaltung des Öles ist bei Transformatoren die Anbringung eines Ausdehnungsgefäßes anzusehen, wodurch die unmittelbare Berührung des heißen Öles mit der Luft vermieden wird.

Daneben wird durch Anstrich und Bebändern der Metalle und andre Maßnahmen, wie das Einleiten von Stickstoff in das Öl, eine Verlängerung der Lebensdauer der Öle erreicht. Aber trotz aller Schutzmaßnahmen lassen sich die Veränderungen der Öle niemals ganz verhindern, und das Öl wird im Laufe der Jahre so schlecht, daß es ausgewechselt werden muß. Am einfachsten läßt sich die Notwendigkeit der Auswechslung des Öles an der Säurezahl erkennen; Öle in im Betriebe befindlichen Transformatoren und Schaltern sollten bei Überschreitung der Säurezahl von 1,4 nicht mehr weiter verwendet werden; wenn der Transformator oder Apparat aus irgendeinem Grunde außer Betrieb gesetzt ist, sollte man das Öl schon bei der Säurezahl über 1 erneuern. Die physikalischen Eigenschaften: Zähflüssigkeit, spezifisches Gewicht, Flammpunkt, Stockpunkt, verändern sich im Gebrauche nicht sehr stark (allenfalls kann dies noch bei der Zähigkeit der Fall sein), so daß, wenn die Sicherheit besteht, daß kein ungeeignetes Öl nachgefüllt worden ist, auf die Prüfung dieser Eigenschaften zur Beurteilung der weiteren Brauchbarkeit des Öles, solange die Säurezahl nicht zu hoch geworden ist, verzichtet werden kann.

Die Teerzahl — die Verteerungszahl darf selbstverständlich von gebrauchtem Öl überhaupt nicht bestimmt werden — hat deshalb nicht viel Wert zur Beurteilung eines gebrauchten Öles, weil sich fast regelmäßig Schlammstoffe aus der Kißlingschen Lauge ausscheiden und dadurch die Veränderungsstoffe nicht vollständig erfaßt werden.

Die von Baum⁴⁾ und Baader vorgeschlagene Schwefelsäureprüfung muß nach den im chemischen Laboratorium der AEG-Transformatorenfabrik angestellten Versuchen als zur Beurteilung der Brauchbarkeit von Ölen (auch neuen) ungeeignet bezeichnet werden.

Einerseits hat es sich gezeigt, daß gerade die Öle, die neu die geringste oder gar keine Schwefelsäurereaktion zeigten, während des Gebrauches am meisten schwefelsäure-

lösliche Stoffe bildeten, andererseits gibt es Öle, die sich im Gebrauche sehr gut bewährt haben, die aber neu stark mit Schwefelsäure reagieren. Tatsächlich niemals alle schwefelsäurelöslichen Stoffe bei der Reinigung eines Öles zu Isolieröl aus dem Öl entfernen, die Menge dieser Stoffe ist aber je nach Ursprung des Öles sehr verschieden⁵⁾.

Natürlich ist neben der Säurezahl die Bestimmung der Durchschlagfestigkeit des Öles wichtig; insofern aber dabei der Grad der Veränderung des Öles kein Maß als auch sehr weitgehend veränderte Öle, wenn sie häufig von mechanischen Verunreinigungen befreit und getrocknet werden, gute Durchschlagfestigkeiten aufweisen.

Die unbrauchbaren Transformatoren- und Schalteröle können wieder aufbereitet werden. Es scheint angebracht an dieser Stelle klarzustellen, was man eigentlich mit einer „Wiederaufbereitung“ von Ölen zu verstehen hat.

Bei der Aufbereitung (Raffinierung) eines Rohöls wird das Öl durch chemische oder adsorptive Mittel von ihm die gelösten schädlichen Stoffe entziehen, für den jeweiligen Verwendungszweck gebrauchsfertig gemacht. Bei einem Isolieröl kommt es vor allem dabei darauf an, es gegen Oxydation beständig zu machen, um eine Versäuerung und Verschlammung zu schützen, durch sorgfältigstes einfaches Filtern oder Schleudern könnte dies nicht erreicht werden. Gelöste Stoffe scheiden sich auf diese Weise — wenigstens im Betriebe — beim wissenschaftlichen Kleinversuch ist dies teilweise möglich — ausscheiden. Man muß das Öl mit Säurelauge (chemisch) oder mit Bleicherde (adsorptiv) behandeln.

Ist ein Isolieröl längere Zeit im Gebrauche, so kann auch seine Neigung zur Versäuerung und Verschlammung durch Filtern oder Schleudern kann man ein solches Öl wohl von Schmutz, Schlamm und auch von suspendiertem Wasser befreien (beim Filtern auch durch die adsorptive Wirkung des Filterpapiers für Wasser von geringe Feuchtigkeit), nie aber kann man auf diese Weise die Säurezahl herabsetzen oder gar eine Erhöhung dieser bei weiterem Betriebe verhindern. Und ebenso setzt die Schlammbildung in gleicher Stärke wie vorher Schleudern und Filtern allein sind also lediglich mechanische Reinigungs- und Trocknungsarten, die die chemischen Eigenschaften der Öle in keiner Weise verändern. Es ist irreführend, wenn sie zur Wiederaufbereitung von Ölen empfohlen werden.

Von einer Wiederaufbereitung von Altölen kann dann gesprochen werden, wenn sie auch chemisch aufzuwerten gemacht werden. Und das ist nur mit den richtigen Mitteln wie bei der Aufbereitung von Rohölen möglich.

Eine genauere Beschreibung der Verfahren würde zu weit führen, deshalb seien nur einige kurze Angaben über die Art und Wirkung der verschiedenen, praktisch ausgeführten Verfahren gemacht. Das Bleicherdeverfahren eignet sich vorwiegend nur für noch nicht weitgehend veränderte Öle, stark sauren Ölen werden, um ein einigermaßen freies wiederaufbereitetes Öl zu erhalten, sehr große Bleicherdemengen gebraucht. Abgesehen davon ist das Ergebnis nur in seltenen Fällen befriedigend, die Öle werden noch zu stark zu Veränderungen.

Erheblich wirksamer ist die Raffination mit Schwefelsäure und darauffolgender Behandlung mit Bleicherde. Bei stark sauren Ölen lassen sich damit gute Erfolge erreichen; allerdings sei nicht verschwiegen, daß es auch Öle gibt, bei denen so große Schwefelsäuremengen notwendig sind, daß das wiederaufbereitete Öl Überwärmungserscheinungen zeigt, d. h. bei der Oxydation rasch sauer und verschlammte. Am sichersten und einfachsten ist die zufriedenstellende Reinigung der gebrauchten Öle mit Lauge, Schwefelsäure und Bleicherde zu erreichen; es hat sich in der Anlage der AEG-Transformatorenfabrik gezeigt, daß sich alle aus Erdöl hergestellten Öle gut reinigen ließen. Auch bei Ölen, die Teeröl vermischt waren, war das Ergebnis nicht schlech-

²⁾ ETZ a. a. O.

³⁾ „Petroleum“ Bd. 17 (1922) S. 568; „Braunkohle“ Bd. 23 (1924) Heft 27.

⁴⁾ Z. f. angew. Chemie Bd. 39 (1926) S. 474.

⁵⁾ „Erdöl und Teer“ Bd. 2 (1926) S. 451, 731.

⁶⁾ ETZ Bd. 45 (1924) S. 1052; „Petroleum“ Bd. 19 (1924) S. 1428.

liegt natürlich die Verteuerungszahl, entsprechend geringeren Beständigkeit der Teeröle höher⁷⁾.

Die Anforderungen, die an wiederaufbereitete Öle gestellt werden müssen, sind naturgemäß etwas geringer, als beim Öl, weil sich bei den verhältnismäßig geringen Mengen von wechselnder Beschaffenheit nicht die Gleichheit wie bei den großen Mengen gleichbleibenden in den Mineralraffinerien erreichen läßt. Es können die Zahlen gelten: Säurezahl unter 0,1, Aschengehalt 0,05 vH, Verteuerungszahl unter 0,2 vH.

Eine Verteuerungszahl von 0,2 und eine Verteuerungszahl von 0,2 sind aber auch noch ausreichend; es gibt noch Öle aus geeigneten Rohstoffen, die sich entweder gar nicht nur unter sehr großen Verlusten auf eine niedrigere Verteuerungszahl bringen lassen.

Kabelisolieröle sind meist reine Mineralöle oder solche in Mischung mit Harzen oder ähnlichen Stoffen. Die Öle entsprechen im allgemeinen in ihren Eigenschaften den Zylinderölen, insbesondere den Heißdampfölen. Bei ihren elektrischen Eigenschaften kommt hinzu sehr auf die elektrische Leitfähigkeit und die elektrischen Verluste, als auf die Durchschlagfestigkeit an. Die Leitfähigkeit von Kabelisolierröhren hat Scheer⁸⁾ untersucht. Betreffs des von ihm verwandten Gerätes muß auf die Veröffentlichungen verwiesen werden. Auch Holde⁹⁾ macht nähere Angaben über die Leitfähigkeit und ihre Messung. Die dielektrischen Verhältnisse Dr. K. W. Birnbaum¹⁰⁾ eingehend bearbeitet¹¹⁾. Allgemein anerkannte Lieferbedingungen für Kabelöle bestehen noch nicht. Derartige Öle werden auch zur Füllung verschiedener Sorten von Isolatoren verwendet. Mehr über diese Öle zu sagen, erübrigt sich, weil sie nur als Füllstoffe für Kabel und Isolatoren, als elektrische Werkstoffe aber dem Verbraucher selbst nicht wert werden.

Öle als Schmiermittel

Die Turbinenöle werden durchaus nicht ausschließlich in der Elektrotechnik benutzt; da aber ihre Verwendung in Turbinen zur Erzeugung von elektrischem Strom sehr groß ist, müssen doch einige Worte dagesagt werden. Die Schmierung neuzeitlicher Dampfmaschinen ist eine Umlaufschmierung, das Öl ist in seinem Laufe dem Einfluß von Luft und Dampf ausgesetzt, es zeigen sich im Gebrauch ähnliche Veränderungen wie bei Transformatoren- und Schalterölen. In den Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmiermitteln¹²⁾ sind für Dampfturbinenöle folgende Bedingungen angegeben:

Spez. Gewicht bei 20 °C nicht über 0,930,
Schmelzpunkt nicht unter 180 °C,
Siedepunkt nicht über + 5° (im Winter 0 bis - 5 °C zu empfehlen),
Viskosität bei 50 °C 2,5 bis 4,0 (Getriebeturbinen 6 bis 8),
Säurezahl nicht über 0,2,
Asphaltengehalt 0,
Verteuerungszahl nicht über 0,3 vH,
Aschengehalt höchstens 0,01 vH,
Emulgierungsprobe: darf nicht emulgieren,
Darf an pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten: muß völlig reines unvermisches Raffinat sein,
Darf an mechanischen Beimengungen usw.: muß völlig frei von mechanischen Beimengungen jeder Art und bei 20 °C völlig klar sein.

Aus dem Schrifttum über die Wiederaufbereitung sei genannt: v. d. Heyden und Typke, „Elektrizitätswirtschaft“ Bd. 25 (1926) S. 149; 1927 S. 319; „Erdöl und Teer“ Bd. 1 (1925) Heft 28, Bd. 2 (1926) Z. Bd. 70 (1926) S. 401; Typke, „Seifensiederzeitung“ Bd. 53 (1926) S. 1, „Erdöl und Teer“ Bd. 3 (1927) S. 282 u. f.; Evers, „Z. f. angew. Chem.“ Bd. 38 (1925) S. 661; Wischin, „Allgemeine Oel- und Fett-Ztg.“ 1926 S. 487, 512; Z. Bd. 71 (1927) S. 102; „Chem. Ztg.“ Bd. 51 (1927) S. 108; Baum, „Allg. Oel- und Fett-Zeitung“ Bd. 24 (1927) S. 108; Hana, „Elektrizitätswirtschaft“ Bd. 25 (1926) S. 251, Bd. 26 (1927) S. 321; Horn, „Seifensiederzeitung“ Bd. 53 (1926) S. 910; Schendell, „Elektrizitätswirtschaft“ Bd. 26 (1927) S. 327; Förster, „Elektrizitätswirtschaft“ Bd. 26 (1927) S. 318 u. a.

„Z. f. Instrumentenkunde“ Bd. 40 (1920) S. 124; Schering, Die toffe, Berlin 1924, S. 369; Vergl. auch Eichwald, Mineralöle, n. 1925, S. 137.

9) Holde, Kohlenwasserstofföle und Fette, 6. Aufl., Berlin 1924, f. 10) ETZ Bd. 45 (1924) S. 229.

11) Als weiteres Schrifttum über Kabelisolieröle seien genannt: eaver, Insulated electric cables, und W. A. Delmar, Electric 12) Frank a. a. O. 13) 4. Aufl., Düsseldorf, Verlag Stahlisen.

Zum spezifischen Gewicht, Flammpunkt und Stockpunkt ist nichts zu sagen; bei Getriebeturbinen wird deshalb ein Öl von hoher Zähigkeit verwendet, weil die normalen Turbinenöle für die in den Zahnradübersetzungen auftretenden hohen Drücke zu dünnflüssig sind. Sonst haben dünnflüssigere Öle gegenüber zähflüssigeren den Vorteil, daß das Wasser sich schneller aus dem Öl ausscheidet und auch geringere Reibungsverluste entstehen. Die Säurezahl muß bei Turbinenöl niedrig sein, auch darf das Öl keinen Hartasphaltgehalt haben. Die Bestimmung der Verteuerungszahl hat den Zweck, festzustellen, ob das Öl die notwendige Widerstandsfähigkeit hat, sie wird in gleicher Weise ausgeführt, wie bei Transformatoren- und Schalterölen. Bei der Bestimmung des Aschengehaltes ist es zu empfehlen, den kohligen Rückstand, den man nach dem Abschwelen des Öles erhält, stets mit destilliertem Wasser auszuwaschen, bevor verascht wird, damit ein etwaiger Natronseifengehalt, der bei schlechtem Auswaschen bei der Raffination im Öl verbleiben kann, mit Sicherheit erkannt wird.

Außerordentlich wichtig ist die Emulgierungsprüfung, da im Betrieb Öle, die sich nicht glatt vom Wasser trennen, zu Störungen Anlaß geben. Ein gutes Öl soll sich glatt vom Wasser trennen, höchstens ein dünnes Häutchen an der Trennungsfläche zeigen. Die Ausführung der Emulgierungsprüfung ist in den Richtlinien beschrieben. Ein Dampfturbinenöl darf nicht mit pflanzlichen oder tierischen Ölen und Fetten versetzt und muß frei von mechanischen Beimengungen sein.

Wie schon oben gesagt, verschlechtern sich die Turbinenöle im Gebrauch. Viskosität, Säure und Teerzahl nehmen zu, und das Öl neigt zum Emulgieren (Vermilchen) infolge Bildung von Seifen. Über die zulässige Veränderung des Öles hinsichtlich Zähigkeit, Säurezahl, Teerzahl, Aschengehalt usw. scheinen bisher wenig nähere Feststellungen gemacht worden zu sein; das Öl muß ausgewechselt werden, wenn seine Emulgierungsneigung zu groß wird.

Auch in den Turbinen werden große Mengen von Ölen unbrauchbar, so daß auch hier die Frage der Wiederaufbereitung der gebrauchten Öle sehr wichtig ist. Bei gebrauchten Turbinenölen dürfte sich in noch weniger Fällen als bei Transformatoren- und Schalterölen mit Bleicherde allein eine befriedigende Reinigung erreichen lassen, da es hier besonders wichtig ist, daß das wieder aufbereitete Öl völlig seifenfrei ist, damit es nicht vermilcht. Zumindest sollte man, wenn man schon gebrauchtes Turbinenöl nur mit Bleicherde behandeln will, aktivierte Erden, die eine schwach saure Reaktion zeigen, verwenden, damit die Neubildung von Seifen mit Sicherheit vermieden wird.

Mittels eines regelrechten Raffinationsverfahrens ist es aber möglich, gebrauchtes Turbinenöl wieder so zu reinigen, daß es wieder höchsten Anforderungen entspricht. Die praktischen Erfahrungen in der Wiederaufbereitungsanlage der AEG-Transformatorfabrik haben gezeigt, daß bei sorgfältigem Arbeiten keinerlei Schwierigkeiten bestehen, aus einem gebrauchten Turbinenöl wieder ein Öl, das nicht vermilcht und gute Verteuerungszahl zeigt, herzustellen. Bisher sind anscheinend noch verhältnismäßig selten unbrauchbar gewordene Turbinenöle wieder aufbereitet worden; es können bestimmt durch die Aufbereitung wesentliche Ersparnisse erreicht werden.

Die Prüfung der wieder aufbereiteten Turbinenöle muß sich auf Säurezahl, Verteuerungszahl und Emulgierungsprüfung erstrecken. Es können im allgemeinen von einem wiederaufbereiteten Turbinenöl dieselben Werte und Eigenschaften, wie sie bei neuem Öl angeführt worden sind, verlangt werden.

Elektromotoren- und Dynamoöle. Bei Elektromotoren und Dynamomaschinen sind oft schnelllaufende dabei stark belastete Lager zu schmieren. Für ganz besonders sorgfältige Schmierung der Lager ist deshalb Sorge zu tragen, weil durch Abnutzung der Lager eine Senkung der Welle und damit des Ankers eintritt. Dadurch kann es vorkommen, daß der Anker oder das Polrad in der Bohrung des ruhenden Maschinengestelles schleift und sehr kostspielige Ausbesserungen erforderlich werden.

Die in den Richtlinien für den Einkauf und die Prüfung von Schmierölen (4. Aufl.) für diese Öle angegebenen Bedingungen sind:

Art: Raffinat oder Destillat

Spez. Gewicht bei 20° . . .	unter 0,950 bei schwer belasteten Lagern unter 0,965
Flammpunkt	nicht unter 160°
Stockpunkt	+ 5, im Winter mindestens — 5°C
Viskosität	2,5 bis 6 bei 50°C, bei schwerbelasteten Lagern höher
Säurezahl	Raffinate: nicht über 0,14 Destillate: nicht über 0,5
Asphaltgehalt	Raffinate: 0 Destillate: nicht über 0,05 vH Hartasphalt
Wassergehalt	nicht über 0,05 vH
Aschengehalt	nicht über 0,01 vH
Gehalt an Braun- und Steinkohlenteerölen 0.	

Die Anforderungen sind also hinsichtlich Säurezahl, Asphalt- und Aschengehalt schärfer, als die an gewöhnliche Lagerschmieröle gestellten. Dies hat seine vollständige Berechtigung in der Art der Beanspruchung der Öle. Insbesondere trifft dies für die Lagerkonstruktionen zu, in denen das Öl sehr lange verbleibt, ehe es erneuert wird. Auf die Art der Lagerkonstruktionen und die dadurch bedingten feineren Unterschiede in der Ölverwendung einzugehen, würde hier zu weit führen.

Zähleröle. Ein Anwendungsgebiet, in dem zwar keine großen Ölmengen gebraucht werden, das aber trotzdem in seiner Wichtigkeit nicht unterschätzt werden darf, ist das der Zähleröle¹⁴⁾. Es besteht das Problem, bei den Elektrizitäts-Motorzählern die senkrecht stehende Achse so zu schmieren, daß nicht nur durch Verminderung der Lagerreibung bei gleichbleibender Belastung ein gleichmäßiger Gang des Zählers gewährleistet wird, sondern auch bei verschiedenen Drehmomenten die Proportionalität zwischen Stromleistung und Umdrehungsgeschwindigkeit praktisch nicht beeinflusst wird. Die Elektrizitäts-Motorzähler haben zwei Lager (Ober- und Unterlager) zur Aufnahme des umlaufenden Ankers, dessen Umdrehungen auf das Zählwerk übertragen werden. Der genaue Gang des Zählers hängt im wesentlichen von der einwandfreien Beschaffenheit der Lager, insbesondere des Unterlagers, ab. Bei manchen Zählern laufen die Lager trocken, bei andern werden die reibenden Teile mit Vaseline eingefettet, oder mit einem Ölhauch überzogen. Außerdem gibt es Konstruktionen, bei denen die reibenden Teile in einem Ölbade laufen; zu diesen gehören die AEG-Zähler. Bei dem AEG-Zähler enthält das Unterlager einen Saphir,

auf dem eine Kugel aus härtestem Stahl läuft. Zwischen Stein und Stahlkugel befindet sich stets ein Ölfilm, verhindert, daß unmittelbar Stein auf Stahl reibt.

Nach den von Holde und Schachenmaier angegebenen Versuchen darf die Viskosität des Öles sich während der gesamten Betriebsdauer nur innerhalb solcher Grenzen bewegen, daß keine unzulässige Änderung der Umdrehungsgeschwindigkeit eintritt; die Zähigkeit von 20 bis 30 Graden darf bei keiner Gebrauchstemperatur überschritten werden. Über die zulässige Verdampfbarkeit des Öles ist noch nichts Näheres bekannt. Bei der Verharzung des Öles ist die Gefahr des Ranzigwerdens der fetten Ölen läßt sich die Gefahr des Ranzigwerdens während der langen Betriebsdauer nicht immer ganz ausschalten. Die bisherigen Erfahrungen sprechen sich für Mineralöle. Die Öle dürfen selbstverständlich keine Stoffe, die die Lager angreifen könnten, wie freie Hartasphalt, mechanische Verunreinigungen, enthalten. Wesentlichen Einfluß auf die Brauchbarkeit eines Schmieröles haben die Oberflächen-Spannungsverhältnisse. Einseitig muß Lagerzapfen (Stahlkugel) und Lager (Saphir) gut benetzt sein, andererseits darf das Öl die Neigung haben, wegen der geringen Oberflächenenergie zwischen Lagermetall oder Achsmetall auf dem Lager zu kriechen. Ob hier durch geeignete Öle allein alle Forderungen erfüllt werden können, außerdem entsprechende Konstruktionswerkstoffe gewählt werden müssen, bleibe dahingestellt.

Schlußbetrachtung

Der Rahmen dieses Aufsatzes erlaubt nur einen Überblick aber keine erschöpfende Behandlung der Sache zu geben. Darum sei noch kurz ein Ausblick auf die noch zu leistenden Arbeiten gestattet. Das I. E. C. bemüht, für Transformatoren- und Schalteröle zu national anerkannten Prüfbedingungen zu kommen. Hinsicht auf den Überseehandel wäre dies sehr erwünscht, obschon ein Öl, das den neuesten Prüfbedingungen VDE entspricht, bereits ziemlich das beste darstellt, man in Transformatoren und Schalter füllen kann, so dürften die Prüfbedingungen für Schmieröle, insbesondere Turbinenöle, durchaus den Bedürfnissen des Handels entsprechen.

Was aber, besonders im Hinblick auf Deutschland, Notlage, unbedingt weiter ausgebaut werden muß, ist die Art, wie man die verbrauchten Isolier- und Schmieröle immer wieder erneuert dem Betriebe zuführen kann, und so vom Auslande wieder etwas unabhängiger machen. Was der wirklichen Wiederaufbereitung hemmend im Wege steht, sind die hohen Frachtkosten. Nur mehrere über ganz Deutschland verteilte Abnehmer könnten hier Abhilfe schaffen.

[B 7]

¹⁴⁾ Holde und Schachenmaier „Petroleum“ Bd. 21 (1926) S. 161.

¹⁵⁾ International Electric Committee.

Versuche mit der Maier-Schiffsform

In der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt hat man eingehende Versuche mit der sogenannten Maier-Schiffsform durchgeführt. Diese Schiffsform ist vor etwa 20 Jahren von dem österreichischen Ingenieur Maier, Wien, durchgebildet worden; sie zeichnet sich durch eine besondere Form der Spantquerschnitte im Vor- und Hinterschiff aus, die so gestaltet sind, daß die Schwerpunkte der halben Spantflächen auf einer möglichst flach gekrümmten Linie liegen. Dabei ist besonders der untere Teil des Spantquerschnittes dreieckförmig weggeschnitten. Hierdurch ergibt sich eine Verkürzung des Weges des am Schiffskörper entlangströmenden Wassers und im Zusammenhang damit eine Verringerung der Reibung und der Wirbelbildung.

Bei eingehenden Versuchen in der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt, die im Auftrage der Deutschen Schiffs- und Maschinenbau-A.-G. durchgeführt wurden, ergab sich für einen Fischdampfer mit 573 m³ Wasserverdrängung und 10 Kn Geschwindigkeit eine Verringerung der Antriebsleistung um 19 vH. Bei einem kleinen Fahrgastschiff von etwa 300 t Verdrängung und 22 Kn Geschwindigkeit wurde die Antriebsleistung um 25 vH verringert. Ein kleiner Frachtdampfer von etwa 4500 t Verdrängung und 10 Kn

Geschwindigkeit sowie ein großer Frachtdampfer von 18 300 t Verdrängung und 14 Kn Geschwindigkeit zeigten Ersparnisse von 16,67 und 15,5 vH. Bei einem Schnelldampfer von 16 500 t Verdrängung und 27 Kn Geschwindigkeit wurde bei den Versuchen eine Verringerung der Antriebsleistung um 11 vH festgestellt.

Die Vergleichsschiffe hatten in allen Fällen gute nautische Form. Mit der neuen Schiffsform wurden weitere Versuche im Wellengang gemacht, wobei sich zeigte, daß die Maier-Schiffsform im Vergleich zu Modellen mit normaler Form wesentlich ruhiger lag und bei hoher Geschwindigkeit kein Wasser auf das Vorschiff nahm.

Die Deutsche Schiffs- und Maschinenbau-A.-G. beschäftigt, die im Bau befindlichen Schiffe dieser Form mit Maschinenanlagen der Bauart Bauer-Waagen treiben zu lassen, bei der der Abdampf der Kolbenmaschinen in angehängte Abdampfturbinen geleitet wird. Die Ergebnisse der bisherigen Erfahrungen mit diesen Maschinenanlagen haben gezeigt, daß sich durch die Verwendung von Abdampfes und der Abdampfturbine bei gleichem Brennstoffverbrauch eine Erhöhung der Leistung der Maschinen um 25 vH erzielen läßt und daß bei gleichbleibender Leistung eine Verringerung des Brennstoffverbrauches um 20 vH möglich ist. [N 819]

Wärmeschutz durch Aluminiumfolie

Von Prof. Dr.-Ing. Ernst Schmidt, Danzig-Langfuhr

Es wird ein neues Wärmeisoliervorfahren, die „Alfol“-Isolierung beschrieben, bei dem dünne Aluminiumfolie mit Luftzwischenräumen in mehrfachen Lagen um den zu isolierenden Körper angeordnet ist. Die Versuchsergebnisse zeigen, daß auf diese Weise wesentlich günstigere Wärmeleitahlen erreicht werden als mit irgend einem bisher bekannten Verfahren. Zusätzliche Wärmeverluste durch Wärmespeicherung bei unterbrochenen Betrieben treten fast nicht auf, da das Gewicht sehr gering ist. Praktische Ausführungen beweisen die hohe Wirtschaftlichkeit der neuen Isolierung

oretische und experimentelle Unterlagen für den Wärmedurchgang durch Luftschichten

Die Wirkungsweise fast aller Wärmeschutzstoffe beruht auf dem geringen Wärmeleitvermögen der in ihren Poren enthaltenen Luft. Alle dichten Körper sind verhältnismäßig gute Wärmeleiter; nimmt im allgemeinen die Güte eines Isolierstoffes nach dem Porenvolumen, also mit abnehmendem Gewicht zu. Die Wärmeleitzahl der ruhenden Luft, mit wachsender Temperatur ansteigt, vergl. Zahlen- , ist aber die von keinem andern Isolierstoff erreichte untere Grenze der Isolierwirkung. Durch besondere Maßnahmen läßt sich allerdings die Wärmeleitende Luft noch unterschreiten, z. B. in weitluftverdünnten Hohlräumen mit spiegelnden Wänden bei feinen Pulvern, deren Poren mit verdünnter erfüllt sind. Der erste Gedanke ist bei der Thermosverwirklicht, der zweite, von Smoluchowski erfindende, hat bisher keine technische Verwertung (en¹⁾²⁾.

Zahlentafel 1

Wärmeleitzahl der ruhenden Luft

Temperatur °C	0	100	200	300	400	500
Wärmeleitzahl λ _l in kcal/m h °C	0,0204	0,0259	0,0314	0,0361	0,0412	0,0453

Der Luftgehalt und damit niedriges Raumgewicht ist am einfachsten durch große Poren erreichen, doch leichter durch Auflösung des Isolierstoffes in Anzahl von Luftschichten, die nur von dünnen Wänden begrenzt sind. Es zeigt sich aber, daß wachsender Porengröße und zunehmendem Abstand der Wände die Wärmeübertragung nicht allein reine Wärmeleitung, sondern in wachsendem Maße Luftbewegung oder Konvektion und durch Wärmeführung erfolgt.

Der folgenden soll der zahlenmäßige Einfluß von Konvektion und Strahlung untersucht werden. Die wirkliche Wärmeleitzahl der ruhenden Luft sei λ. Die Wärmeleitzahl, die ein den Hohlraum ausfüllender fester Körper haben müßte, um ebenso viel Wärme fortzuführen wie durch Konvektion allein, also ohne Mitrechnung der Wärmeleitung der ruhenden Luft übertragen wird,

In Wirklichkeit sind natürlich Wärmeleitung und Konvektion nicht so scharf getrennt; denn ohne diese ist Konvektion nicht denkbar. Entsprechend sei λ_s die Wärmeleitzahl eines den Hohlraum ausfüllenden festen Körpers, der bei gleicher Temperatur der Begrenzungsflächen die gleiche Menge Wärme überträgt wie die Strahlung.

Die Summe dieser drei Wärmeleitzahlen ist die „scheinbare“ Wärmeleitzahl λ_w einer Luftschicht:

$$\lambda_w = \lambda + \lambda_k + \lambda_s \dots \dots \dots (1).$$

Die Wärmeübertragung durch Konvektion wird hervorgerufen durch den Temperaturunterschied der Luft an der kälteren und der wärmeren Seite des Hohlraumes; sie ist am stärksten bei wachsender Wärmeströmung sowie bei Wärmeführung von unten nach oben und verschwindet ganz in Luftschichten, die von oben nach unten von der Wärme durchströmt werden. Bei sehr dünnen Luftschichten — bis zu 1 mm Schichtdicke — kann man die Konvektion vernachlässigen, da die Zähigkeit der Luft die Ausbildung

von Strömungsbewegungen noch verhindert, mit wachsender Schichtdicke nimmt aber ihr Anteil an der Wärmeübertragung zu. Über die Größe dieser Zunahme liegen leider nur wenige Versuche vor. Nusselt³⁾ gibt an, daß in senkrechten ebenen Luftschichten die Wärmeleitzahl der ruhenden Luft durch Konvektion

$$\text{um } \lambda_k = 0,015 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C} \text{ bei } 1,5 \text{ cm Luftschichtdicke,}$$

$$,, \lambda_k = 0,050 \text{ „ „ „ „ 4 bis } 10 \text{ cm „}$$

erhöht wird.

Die Genauigkeit der Messungen, auf die sich diese Angaben stützen, ist nicht groß, da die Strahlungszahlen der Luftschicht begrenzenden Oberflächen nicht genau bekannt waren. Besonders die zweite Angabe einer konstanten Wärmeleitzahl für Schichten von 4 bis 10 cm ist nur als Kennzeichnung der Größenordnung aufzufassen; denn eine gleichbleibende Wärmeleitzahl bei zunehmender Dicke der Luftschicht würde bedeuten, daß die durch Konvektion ausgetauschte Wärmemenge ebenso wie die durch Leitung übertragene der Dicke umgekehrt proportional wäre, während im Gegenteil zu erwarten ist, daß die durch Konvektion übertragene Wärme nahezu konstant bleibt, also die scheinbare Wärmeleitzahl λ_k etwa der Dicke proportional ist.

Um diese Verhältnisse zu klären, habe ich zusammen mit E. Hildenbrand im Forschungsheim für Wärmeschutz Versuche an senkrechten Luftschichten von 16 und 8 cm Dicke vorgenommen, bei denen die Wärmeübertragung genau in ihre Bestandteile zerlegt werden konnte. Die Messungen wurden mit dem großen Versuchshäuschen⁴⁾ des Forschungsheims an Luftschichten von 1 m Breite, 1,5 m Höhe und 16 cm Dicke bei Mitteltemperaturen von 12 bis 15 ° ausgeführt. Die Luftschichten waren von dünnen Sperrholzplatten begrenzt, die auf der Innenseite mit blanker Aluminiumfolie beklebt waren und von einem Bretterrahmen von 16 cm Höhe gehalten wurden. Beim zweiten Versuch wurden durch Einspannen einer Folien-schicht in die Mitte des Luftraumes zwei nacheinander von der Wärme durchströmte Luftschichten von je 8 cm Dicke hergestellt. Die Luftschichten waren außerdem bei beiden Versuchen durch zwei wagerechte Trennwände aus dünnem Papier nochmals unterteilt, so daß drei übereinander liegende Räume von 1 m Breite und 0,5 m Höhe entstanden. Die Strahlungszahl der Aluminiumfolie wurde von mir zu 6 vH der Strahlung des schwarzen Körpers bestimmt. Daraus und aus den gemessenen Temperaturen der Folie wurde λ_s berechnet. Durch Messung wurde ferner unmittelbar die wirksame Wärmeleitzahl λ_w der

³⁾ Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom V. d. I. Heft 63 S. 72.

⁴⁾ Wegen der Einzelheiten der Versuchseinrichtung vergl. E. Schmidt und A. Großmann, Untersuchungen über den Wärmeschutz von Baukonstruktionen, Mitteilungen aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz, München 1924, Heft 4.

Zahlentafel 2

Wärmeleitzahlen von senkrechten, ebenen, von blanken Aluminiumfolien begrenzten Luftschichten

Dicke der Luftschicht cm	8 + 8	16
Temperatur der warmen Begrenzung . °C	18	23
„ „ kalten „ „	3,3	6,7
Mittlere Temperatur der Lufträume : „	10,7	14,9
Wirksame Wärmeleitzahl λ _w kcal/m h °C	0,112	0,290
Scheinbare Wärmeleitzahl der Strahlung λ _s „	0,0113	0,0228
Wahre Wärmeleitzahl der ruhenden Luft λ „	0,0210	0,0210
Scheinbare Wärmeleitzahl der Konvektion λ _k „	0,080	0,246

¹⁾ vergl. M. v. Smoluchowski: „Über Wärmeleitung pulverförmiger Körper und ein hierauf gegründetes neues Wärme-Isolierungsverfahren“. Bericht über den II. internationalen Kältekongress Wien 1910, S. 166. ²⁾ Vergl. O. Knoblauch: „Wärmedurchgang durch dünne Körper in luftverdünnten Räumen“, Mitteilungen aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz, München 1925, Heft 6.

Luftschrift bestimmt. Mit der bekannten Wärmeleitzahl λ der ruhenden Luft ergab sich aus Gleichung (1) die der reinen Konvektion entsprechende scheinbare Wärmeleitzahl λ_k . Die in Zahlentafel 2 zusammengestellten Zahlen sind Mittelwerte aus je fünf Versuchen; die Genauigkeit beträgt etwa ± 2 vH. Die Strahlungszahl der Aluminiumfolie ist zwar nicht auf 2 vH genau, sie liegt aber sicher zwischen 5 und 7 vH der Strahlung des schwarzen Körpers; selbst weit größere Fehler sind auf das Endergebnis von geringem Einfluß, da der Konvektionsteil der Wärmeübertragung den Strahlungs- und Leitungsanteil weit übersteigt, vergl. Zahlentafel 2.

Ein weiterer Versuch wurde im Plattenapparat von Poensgen⁵⁾ mit zwei wagerechten, hintereinander liegenden Luftschriften von $50 \times 50 \times 2,5$ cm³ ausgeführt, die von unten nach oben von der Wärme durchströmt wurden. Dabei waren zwei Heizplatten und Schutzringe übereinander, durch eine Isolierplatte getrennt, angeordnet, die auf gleiche Temperatur gebracht wurden, so daß der Wärmestrom durch die obere und die untere Versuchsplatte je für sich gemessen werden konnte. Eine solche Anordnung wurde zuerst von J. S. Cammerer benutzt. Der Unterschied der Wärmeleitzahlen der oberen und der unteren Versuchsplatte ist dann unmittelbar λ_k , da in der unteren, senkrecht von oben nach unten von der Wärme durchströmten Platte keine Konvektion auftritt. Für 10° Mitteltemperatur und 2,5 cm Dicke der Luftschrift ergab sich $\lambda_k = 0,015$. Diese Zahl ist allerdings nur auf etwa ± 6 vH genau; es ist auch zu beachten, daß bei senkrechter Lage der Luftschriften der Wert vermutlich etwas kleiner ist.

In Abb. 1 sind Nußelts Messung bei 1,5 cm Schichtdicke und die von mir ermittelten Wärmeleitzahlen der Konvektion in Abhängigkeit von der Schichtdicke eingezeichnet.

Weitere Versuchsergebnisse liegen bisher nicht vor. Der Verlauf des ausgezogenen Teiles der Linie (5 bis 17 cm Dicke der Luftschrift) ist aber ziemlich gesichert, im Nullpunkt muß sie, wie theoretische Überlegungen ergeben, eine wagerechte Tangente haben. Zwischen 0,5 und 5 cm Luftschriftdicke ist der Verlauf noch unsicher und möglicherweise nicht so glatt, wie die gestrichelte Linie angibt.

Die Versuche lassen zweifelsfrei erkennen, daß λ_k mit steigender Dicke der Luftschrift stark zunimmt und sich nicht etwa einem konstanten Grenzwert von 0,06 nähert, wie es Nußelt angibt und wie es auch Hencky⁶⁾ seinen Kurventafeln für die Berechnung des Wärmedurchganges durch senkrechte Luftschriften zugrundelegt. Bei 15 cm Dicke der Luftschrift ist z. B. auf Grund meiner Messungen der Konvektionsanteil etwa viermal so groß wie nach Hencky.

Bei Luftschriften zwischen wagerechten Zylinderschalen, wie sie bei der Isolierung von Rohrleitungen vorkommen, ist die Wirkung der Konvektion geringer, da auf einem Teil des Umfanges die Wärme nahezu von oben nach unten strömt. Nach meiner Schätzung dürfte man für solche Fälle etwa mit zwei Drittel der aus Abb. 1 ersichtlichen Werte rechnen.

Über den Einfluß der Temperatur auf den Konvektionsvorgang liegen keine Versuchsergebnisse vor. Begünstigend auf die Wärmeübertragung durch Konvektion wirkt die mit der Temperatur steigende Wärmeleitzahl und spezifische Wärme der Luft; hemmend dagegen die wachsende Zähigkeit und die geringere Dichte; denn mit abnehmender Dichte werden auch die wirksamen Auftriebskräfte bei dem gleichen Temperaturunterschied geringer. Da diese Einflüsse einander entgegenwirken, so wird die Wärmeübertragung durch Konvektion wohl nur wenig von der Temperatur beeinflusst.

Wärmeübertragung durch Strahlung

Die scheinbare Wärmeleitzahl der Strahlung λ_s hängt vom Stoff und der Oberflächenbeschaffenheit der Trennwände ab und wächst mit steigender Temperatur. Die Strahlung aller technisch in Frage kommenden nichtmetallischen Oberflächen, insbesondere von Papier, Holz,

⁵⁾ Vergl. E. Poensgen, „Ein technisches Verfahren zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit plattenförmiger Stoffe“, Z. Bd. 56 (1912) S. 1653.

⁶⁾ K. Hencky, Die Wärmeverluste durch ebene Wände, München 1921, S. 122.

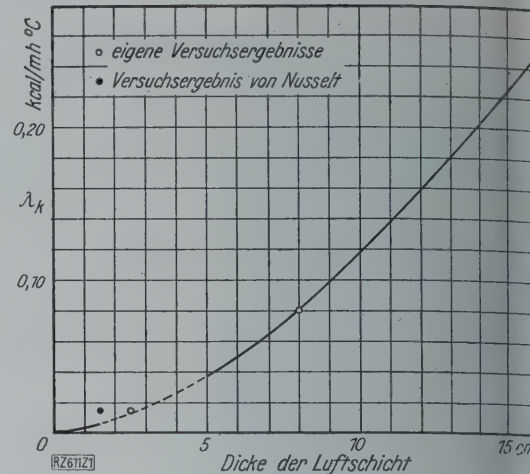


Abb. 1

Scheinbare Wärmeleitzahl der Konvektion in senkrechten Luftschriften in Abhängigkeit von ihrer Dicke

Gips, Quarz, Ton, Porzellan, Glas usw. liegt zwischen 0,85 und 0,95 C_s , wobei C_s die Strahlungszahl des schwarzen Körpers ist.

Niedrige Strahlungszahlen zwischen etwa 0,05 und 0,15 C_s treten nur bei blanken Metalloberflächen auf. Durch Oxydüberzüge wächst die Strahlung der Metalle stark an und erreicht bei dickeren Oxydschichten Werte von 0,80 C_s . Die Strahlung der normalen Oxydhaut des Eisens beträgt z. B. etwa 0,80 C_s , die der Walzflußeisens etwa 0,65 C_s . Auch durch Aufrauh der Oberfläche wird die Strahlung der Metalle erhöht: abgeschmirgeltes Eisenblech strahlt z. B. mit etwa 0,44 C_s (abgedrehtes Gußeisen mit 0,44 C_s). Eine besonders niedrige Strahlungszahl von 0,052 C_s , die nur von poliertem Kupfer und Silber mit 0,04 C_s unterschritten wird, ist bei poliertem Aluminium. Kupfer und Silber sind aber nicht nur des Preises wegen für wärmeschützende Anwendungen aus, sondern auch, weil sie die Luft mit Oxyden oder Schwefelverbindungen bedecken, die das Strahlungsvermögen im Laufe der Zeit auf mehr als das Zehnfache erhöhen. Bei Aluminium zwar auch ein dünner Oxydüberzug auf, der das vor weiteren Angriffen schützt, die Versuche haben gezeigt, daß diese Schicht auf die Wärmestrahlung wesentlichen Einfluß hat; die oben genannte Strahlungszahl des Aluminiums bezieht sich schon auf Oberflächen mit einer solchen Oxydhaut. Auch bei rohem, üblichem, jahrelang gelagertem Aluminiumblech beträgt die Strahlungszahl nur etwa 0,07 C_s .

Die angegebenen Strahlungszahlen gelten für Flächen Temperaturen von etwa 30°. Mit steigender Temperatur bleiben die Strahlungszahlen nichtmetallischer Oberflächen ziemlich unverändert, während sie bei blanken Metallen ansteigen. Bei 100° kann man bei Aluminiumblech etwa mit 0,08 C_s , bei 200° mit 0,09 C_s rechnen; bei poliertem Aluminium sind die entsprechenden Werte 0,06 und 0,07 C_s .

Bei bekannten Strahlungszahlen läßt sich die Wärmeübertragung durch Strahlung in einer ebenen Luftschrift nach der Gleichung berechnen:

$$W_s = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - C_s} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]$$

Darin bedeuten:

W_s die zwischen den beiden Begrenzungsflächen des Hohlraumes durch Strahlung ausgetauschte Wärmemenge in kcal/m²h,

T_1 und T_2 die absoluten Temperaturen in Grad Celsius,

C_1 und C_2 die Strahlungszahlen der beiden Oberflächen in kcal/m²h Grad⁴ und

$C_s = 4,96$ kcal/m²h Grad⁴ die Strahlungszahl des schwarzen Körpers.

⁷⁾ Weitere Strahlungszahlen vergl. E. Schmidt, Wärmeschutz technischer Oberflächen bei gewöhnlicher Temperatur. München 1921, S. 122.

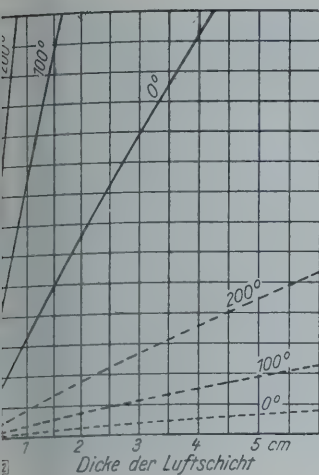


Abb. 2
Scheinbare Wärme-
leitfähigkeit der Strahlung
in Luftschichten in
Abhängigkeit von
ihrer Dicke

— nicht metallische
Oberflächen mit
 $C_1 = C_2 = 0,90 C_s$
- - - - - blanke Aluminium-
flächen mit
 $C_1 = C_2 = 0,06 C_s$ bei 0°
 $C_1 = C_2 = 0,07 C_s$ „ 100°
 $C_1 = C_2 = 0,08 C_s$ „ 200°

a wir für die Wärmeübertragung durch Strahlung
scheinbare Wärmeleitfähigkeit λ_s eingeführt hatten, ist

$$W_s = \frac{\lambda_s}{\delta} (T_1 - T_2) \dots \dots \dots (3),$$

δ die Dicke der Luftschicht in m ist.

is Gleichung (2) und (3) ergibt sich dann

$$\lambda_s = \frac{\delta}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_s}} \left(\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right) \dots \dots \dots (4).$$

er zweite Faktor von Gleichung (4) hängt nur von
emperatur ab⁹⁾.

Abb. 2 ist λ_s für kleine Temperaturunterschiede
r Mitteltemperaturen der beiden begrenzenden Ober-
n von 0° , 100° und 200° in Abhängigkeit von der
der Luftschicht aufgetragen. Man erkennt, daß mit
nder Dicke der Luftschicht die der Strahlung ent-
ende Wärmeleitfähigkeit bei Oberflächen hoher
hlungszahl stark anwächst, so daß nur sehr
Luftschichten brauchbare Isolierwirkungen ergeben.
anders liegen aber die Verhältnisse bei blanken
llflächen. Hier erhält man bei 2 cm Dicke der
icht die gleiche scheinbare Wärmeleitfähigkeit wie im
Falle bei etwa 1 mm. Man erreicht also mit Luft-
zen von 1 cm und mehr noch gute Wärmeschutzwir-
a, wenn man sie durch blanke Metalle begrenzt.

e für den Wärmeschutz in Frage kommende wirk-
Wärmeleitfähigkeit λ_w ergibt sich durch Summierung der
Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung nach der
ung (1) und kann unter Benutzung von Zahlentafel 1
von Abb. 1 und 2 leicht ausgerechnet werden.

Aufbau und Anwendung der neuen Isolierung

e ersten Versuche mit Luftschichten, die von blan-
metallblechen begrenzt sind, wurden von Pécelet
eführt; er fand eine recht günstige Isolierwirkung,
uch die oben ermittelten Werte nicht erreicht wurden.
r Pécelet'sche Gedanke hat aber praktisch keine Ver-
g gefunden, da die Kosten der mehrfachen Blech-
im Vergleich zu pulverförmigen Isolierstoffen zu
aren und das Aufbringen der für jeden Rohrdurch-
besonders anzufertigenden Schalen sehr umständ-
ar. Außerdem wurde die theoretisch zu erwartende
wirkung in der Praxis nicht erreicht. Bei der
hen Ausführung sind nämlich die Blechmäntel nie
au konzentrische Schalen ausgeführt; es treten viel-
stets Unregelmäßigkeiten in der Dicke der einzelnen
ten auf. Die Wärme durchströmt daher die innerste
icht vorzugsweise an der engsten Stelle, breitet sich
längs des Blechmantels aus und überschreitet den
en Luftraum wieder an der engsten Stelle. Ein
er Nachteil der Blechmäntel ist die verschiedene
ausdehnung der inneren und äußeren Schichten,
ch sich die Befestigungen allmählich lockern.

Die Luftschichtisolierung wird erst wirtschaftlich
und praktisch durchführbar, wenn man statt der Bleche
papierdünne Aluminiumfolien von etwa 0,005 bis 0,05 mm
Dicke verwendet, die zunächst wegen ihrer geringen Stei-
figkeit ungeeignet erscheinen. Diese von mir ausgebildete
Isolierung sei als „Alfol“-Isolierung⁹⁾ bezeichnet.
Bei dieser geringen Dicke spielt der Preis des Aluminiums
keine wesentliche Rolle mehr, und auch das Aufbringen
der Isolierungen ist außerordentlich einfach, da die Folie
wie Papier von Rollen entnommen und mit der Hand leicht
jeder Form angepaßt werden kann. Zugleich wird die
Wärmeleitung längs der Folie wegen ihrer geringen Dicke
sehr gering, und es macht praktisch kaum etwas aus, wenn
die Folien nicht genau konzentrisch liegen, sogar Be-
rührungen an einzelnen Stellen schaden nichts.

Den Aufbau einer solchen Alfol-Isolierung für Rohr-
leitungen zeigt Abb. 3. Darin ist *a* das zu isolierende
Rohr, auf das zunächst eine Folie *b* gewickelt wird. Dann
werden die ringförmigen Stützen *c* aufgebracht, deren
Höhe der Luftschichtdicke und deren axialer Abstand
der Folienbreite entspricht. Auf diese wird die nächste
Folienlage gewickelt, dann kommen wieder Stützen usw.
Zum Schluß wird das ganze zum Schutz gegen Beschä-
digungen mit einem festen Mantel *d* verkleidet. Besonders
sauber ist ein Mantel aus Aluminiumblech, dessen Dicke
bis auf 0,1 mm herabgesetzt werden kann, wenn keine
starken Stöße zu befürchten sind. Sonst nimmt man Män-
tel aus verbleitem Eisenblech, die innen zweckmäßig noch

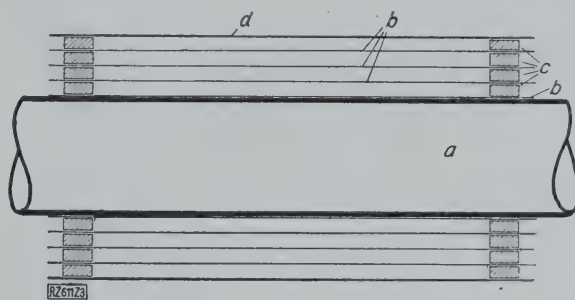


Abb. 3
Aufbau der Alfol-Isolierung

a zu isolierendes Rohr *c* ringförmige Stützen
b Aluminiumfolie *d* fester Mantel

mit einer dünnen Folie auszukleiden sind, damit auch die
äußerste Luftschicht von Aluminiumfolien begrenzt wird.
Die Mäntel werden miteinander verlötet, durch herum-
gelegte Bänder oder auf andere Weise befestigt.

Die Stützen, die aus Asbestschnur oder aus festen
Isolierkörpern bestehen, haben im allgemeinen ein höheres
Wärmeleitvermögen als die Alfol-Isolierung selbst, sie
nehmen aber nur einen kleinen Teil der gesamten Isolier-
fläche ein, so daß ihr Einfluß gering bleibt. Auch die Fugen,
die an den Überlappungstellen der Folie entstehen, sowie
kleine Risse oder Löcher der Folie haben auf den Isolier-
wert keinen großen Einfluß.

Die später mitgeteilten Wärmeleitfähigkeiten gelten jeden-
falls für fertige Isolierungen, enthalten also schon den
verschlechternden Einfluß von Stützen, Ungenauigkeiten
der Herstellung, kleinen Fehlern der Folien usw. Bei
sorgfältiger Ausführung ist die Schwankung des Isolier-
wertes bei der Alfol-Isolierung sogar geringer, als bei
den meisten bisher bekannten Isolierverfahren.

Der günstigste Abstand der Folien liegt zwischen
1 und 2 cm. Unter 1 cm herunterzugehen ist kaum zweck-
mäßig, da sich der Arbeitsaufwand sehr erhöht und sich
die unvermeidlichen kleinen Unregelmäßigkeiten in der
Lage der Folien dann schon stärker bemerkbar machen.
Abstände von mehr als 2 cm können dagegen manchmal
wirtschaftlich angebracht sein, besonders bei ebenen
Flächen, deren Isolierung im übrigen ganz ähnlich aus-
zuführen ist wie die von Rohren; nur sind in diesem
Falle die ringförmigen Stützen durch gerade Leisten zu
ersetzen.

⁹⁾ Eine Zahlentafel hierfür findet man z. B. in der Hütte Bd. I,
S. 463.

⁹⁾ DRP-Anm. Sch. 74 680; DRP Nr. 440 728, Engl. Patent 266 177
u. a. Auslandspatente. Wortschutz im In- und Auslande.

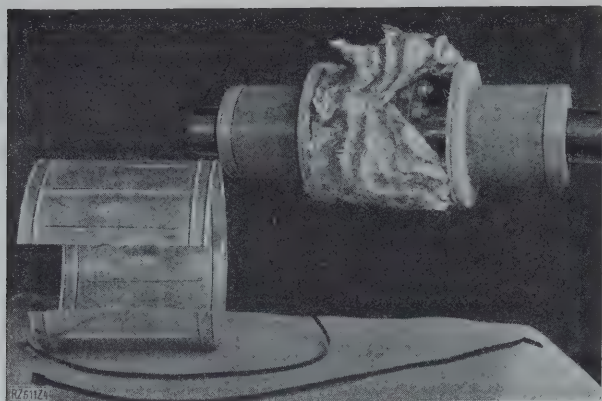


Abb. 4
Modell einer Alfol-Isolierung für eine Flanschverbindung

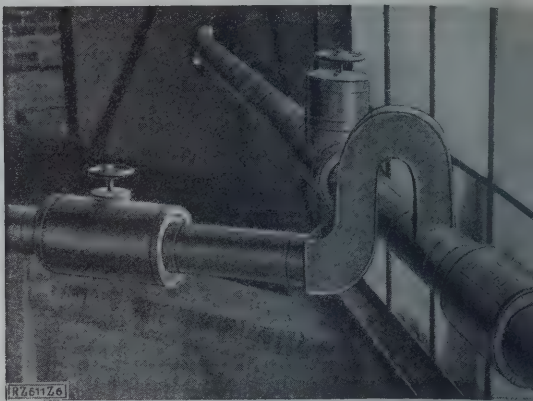


Abb. 6
Alfol-Isolierungen für Armaturen

Die Alfol-Isolierung zeichnet sich vor allen anderen Isolierungen durch besondere Leichtigkeit aus. Bei Verwendung von 0,03 mm-Folie mit 1 cm Abstand wiegt die für 1 m³ Isolierung notwendige Folie nur 8 kg; das Gewicht der Abstandhalter beträgt vielleicht 30 kg, so daß sich ein Raumgewicht von noch nicht 40 kg/m³ ergibt, d. h. nur $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ des Gewichtes der bisher gebräuchlichen Isolierungen. Für Rohre von 60 mm Dmr. ergaben sich z. B. für die fertige Isolierung von 50 mm Dicke mit Einschluß des äußeren Blechmantels Gewichte von 0,5 bis 0,8 kg für 1 m Rohr, d. h. 10 bis 15 vH des Gewichtes des nackten Rohres, während früher das Gewicht der Isolierung das des Rohres meist erheblich überstieg. Die Belastung der Rohre durch die Isolierung ist daher vernachlässigbar klein. Zugleich vermindern sich die Beförderungskosten, zumal auch der Raumbedarf der in gerolltem Zustande verschickten Folie sehr klein ist.

Bei dem geringen Gewicht ist das Wärmespeichervermögen der Isolierung zu vernachlässigen; es beträgt nur etwa $\frac{1}{10}$ des bei anderen Isolierungen anzusetzenden Wertes, so daß man zusätzliche Wärmeverluste für das Anwärmen der Isolierung nicht zu berücksichtigen braucht. Diese zusätzlichen Verluste erreichen aber für die üblichen Isolierungen bei täglich 9 h Arbeitszeit 50 bis 100 vH des Wärmeverlustes der Arbeitszeit. Ihre Vermeidung ist daher von erheblicher Bedeutung.

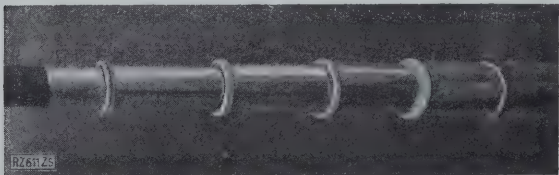


Abb. 5
Alfol-Isolierung für Rohrleitungen:
links das nackte Rohr, rechts die fertige Isolierung

Die Herstellung der Alfol-Isolierung geht ohne Staubeentwicklung und ohne Verwendung von Wasser, sie ist also sehr sauber. Dieser Umstand ist in der Industrie sehr wichtig, als man Maschinen und Apparate, deren Schleifwirkung des scharfen Kieselgurstaubes gegen andere Teile werden könnte, sehr sorgfältig schützen muß. Von größerer Bedeutung ist die Staubbefreiheit in Lackier- und in chemischen Fabriken, z. B. bei der Herstellung von graphischer Platten und Filme usw., wo man bisher fast überhaupt nicht zu isolieren wagte.

Die chemische Widerstandsfähigkeit der Aluminiumfolie ist dank ihres unsichtbaren Oxydüberzuges sehr hoch, sie ist von den üblichen Verunreinigungen der Luft nicht angegriffen. Auch gegen Temperaturen bis etwa 500 °C ist sie dauernd widerstandsfähig; denn der Schmelzpunkt von Aluminium liegt bei 650 °C. Einen praktischen Beweis für die Temperaturbeständigkeit lieferte folgende Beobachtung: Ein Versuchsrohr wurde versehentlich so stark erhitzt, daß es sich unter seinem Eigengewicht stark durchbiegte, obwohl es Temperaturen von mehr als 600 °C erreicht hatte, wies die Aluminiumfolie nicht die geringste Veränderung auf.

Überraschend ist das Verhalten dünner Aluminiumfolie bei Temperaturen, die weit über ihrem Schmelzpunkt liegen. Stellt man z. B. einen Bunsenbrenner unter eine Anzahl lose aufeinander gelegter Folien, so verdrängt die Flamme trotz ihrer Temperatur von vielleicht 1500 °C die Folien nicht zu durchdringen. Die unmittelbar der Flamme berührte Folie oxydiert zwar vollständig, bildet eine dünne durchsichtige Oxydhaut, behält aber ihre alte Form bei und verhindert den Durchtritt der Gase.

Ein weiterer Vorteil der neuen Isolierung ist ihre Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeit. Die weiten Räume füllen sich nur bei einer wirklichen Übersättigung mit Wasser, und das Wasser läuft ohne Beschädigung der Isolierung heraus. Dagegen saugen die meisten anderen Isolierungen wegen ihrer feinporigen Struktur Wasser, mit dem

Zahlentafel 3. Versuche mit Alfol-Isolierung

Nr.	Versuch im	Versuchsrohr		Luftschichten		Dicke der Aluminiumfolie	Stützringe		Äußerer Mantel	
		Länge	Dmr.	Anzahl	Dicke einer Schicht		Stoff	axiale Abstände	Stoff	Dicke
		m	mm		mm	mm		cm		mm
1	Forschungsheim für Wärmeschutz	2	60	4	10	0,03	Isoliergipsmasse	70	dickes Papier	0,5
2	"	2	60	5	8,5	0,03	Asbestschnur	50	Aluminiumblech	0,1
3	"	2	60	3	16	0,03	"	50	"	0,1
4	Maschinenlaboratorium der T. H. Danzig	2	60	2	12,5	0,03	"	50	verzinktes Eisenblech	0,5
5	"	2	60	1	26	0,03	"	50	"	0,5
6	"	3	108	5	10	0,03	"	33	verzinnertes Eisenblech	0,3
7	"	2	60	4	5	0,007	"	65	"	0,3

¹⁾ Arithmetischer Mittelwert der Temperaturen des Rohres und des äußeren Mantels der Isolierung.



Abb. 7 (links)
Alfol-Isolierung für einen großen
Doppelkrümmer

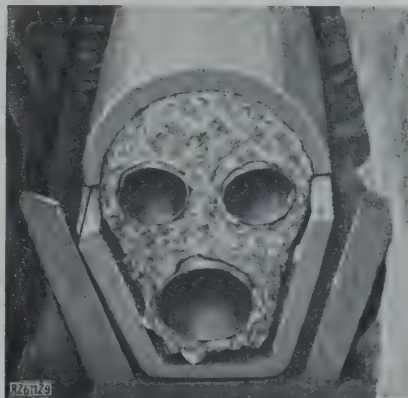


Abb. 9 (rechts)
Modell einer Alfol-Isolierung für
eine unterirdische Fernheizleitung.
Die Folie ist hier regellos geknit-
tert und füllt den ganzen freien
Raum des Kanals aus.

hrung kommen, durch Kapillarwirkung begierig auf
geben es nur sehr langsam wieder ab, wobei sie aber
völlig unbrauchbar werden. Dieser Umstand ist be-
sers für unterirdisch verlegte Fernheizleitungen zu
ten.

Auch gegen Erschütterungen ist die Folie trotz ihrer
gen Dicke durchaus widerstandsfähig, wie Versuche
isen; denn die Massenkkräfte, die bei Erschütterungen
eten, nehmen mit der Dicke der Folie ab, und das Ver-
is zwischen Zerreißfestigkeit und Massenkraft bleibt
gleiche wie bei dickeren Blechen. Außerdem bewirkt
zylindrische Anordnung der Folien eine gute Ver-
ng.

Bei Flanschen, Ventilen, Turbinengehäusen, Rohr-
mern und anderen unregelmäßigen Körpern läßt sich
zylindrische Anordnung der Folie schwer durch-
n. Jedoch ergaben meine Versuche, daß man schon
ner guten Isolierwirkung kommt, wenn man den zu
renden Körper mit dünner Folie lose umhüllt, etwa
r Weise, wie man bei der Verpackung einen Gegen-
in Papier einwickelt. Dabei entstehen durch die
lichen Unregelmäßigkeiten des umhüllten Körpers
die beim Herumwickeln entstehenden Knitterungen



Abb. 8
Ventil und Krümmer, nackt und mit Alfol isoliert

der Folie die gewünschten Luftabstände. Bringt man
mehrere solche Folien übereinander an, so entstehen
zwischen ihnen weitere unregelmäßige Lufträume, und die
Wirkung nimmt mit der Zahl der Folien zu, es empfiehlt
sich aber nicht, den mittleren Abstand der Folien unter
5 mm zu vermindern. Natürlich ist auch hier ein äußerer
Mantel zum Schutz erforderlich.

Man kann sogar noch weiter gehen und die Folie in
Form einer losen Masse aus geschichteten und geknitterten
Folienstücken verwenden.

Da das Herumwickeln loser Folie und die Verwen-
dung von loser, geschichteter Folienmasse in der Aus-
führung unter Umständen einfacher ist als die Anordnung
regelmäßiger Luftschichten nach Abb. 3, so ist dies Ver-
fahren in vielen Fällen auch bei geraden Rohren vorteil-
haft, obwohl die Wärmeleitzahl um 50 vH höher ist als bei
zylindrischer Anordnung der Schichten.

Ausführungen der Alfol-Isolierung verschiedener
Art in der Praxis zeigen Abb. 5 bis 9. Die Isolierung eines
Rohrflanschmodells zeigt Abb. 4; dabei ist der äußere
Mantel entfernt, und die verschiedenen Folien sind teilweise
herausgebogen, so daß die Flanschverschraubung sicht-
bar wird. Eine solche Flanschisolierung kann man leicht
entfernen und wieder aufbringen, falls etwa die Schrauben
nachgezogen werden müssen. In gleicher Weise lassen
sich Ventilkörper, Krümmer usw. isolieren.

V Versuchsergebnisse

Zur Prüfung der Wärmeleitzahl der Alfol-Isolierung
wurden im Forschungsheim für Wärmeschutz Versuche
an elektrisch beheizten Röhren von 2 m Länge und 60 mm
Dmr. ausgeführt. Außerdem habe ich im Maschinenlabo-
ratorium der Technischen Hochschule Danzig gemeinsam
mit W. Beckmann Messungen an Rohren gleicher
Größe, sowie auch an einem Rohr von 3 m Länge und
108 mm Dmr. vorgenommen. An beiden Stellen wurde
nach dem bekannten Meßverfahren von van Rinsum¹⁰⁾
mit elektrischer Heizung und thermoelektrischer Tempe-
raturmessung gearbeitet.

Die Versuchsbedingungen und Meßergebnisse sind in
Zahlentafel 3 zusammengestellt. Die angegebenen Wärme-
leitzahlen beziehen sich stets auf die fertige Isolierung,
der verschlechternde Einfluß der Stützen und des Mantels
ist also berücksichtigt.

Die Folie war bei den Versuchen 1 bis 6 regelmäßig
zylindrisch mit gleichmäßigen Abständen angeordnet, bei
Versuch 7 dagegen lose und knitterig um das Rohr ge-
wickelt, so daß nur an den Stützstellen der angegebene
Abstand erreicht wurde, während sich die Folie sonst viel-
fach knitterte und die Lufträume unregelmäßig waren,
wobei an zahlreichen Stellen Berührungen aufeinander-
folgender Folien vorkamen. An den Überlappungsstellen
traten stellenweise lange Fugen von mehreren Millimetern
Breite auf.

Die Versuche 2 und 3 wurden ohne meine Mitwir-
kung, nur nach meiner schriftlichen Anweisung ausge-
führt.

¹⁰⁾ Vergl. W. van Rinsum, Z. Bd. 62 (1918) S. 601 sowie Forschungs-
arbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom
V. d. I., Heft 228.

Gesamt- gewicht der Isolierung l. Mantel 1 m Länge kg	Zahl der Mes- sun- gen	Rohr- tempe- ratur bis zu °C	Wärmeleitzahl in kcal/m h °C bei Mitteltemperaturen ¹⁾ von				
			0°	50°	100°	200°	300°
—	4	542	0,026	0,030	0,033	0,041	0,048
1,50	5	466	0,027	0,030	0,033	0,042	0,053
1,63	8	487	0,034	0,044	0,054	0,064	0,074
—	15	352	0,030	0,036	0,043	0,051	—
—	7	352	0,057	0,070	0,083	0,097	—
4	16	342	0,0327	0,0365	0,0408	0,050	—
—	7	480	0,041	0,0465	0,052	0,063	0,074

Die Ergebnisse von Versuch 1 und 2 stimmen fast genau überein, obwohl bei Versuch 2 eine dünnere Luftschicht gewählt wurde. Daraus geht hervor, daß durch Verringern der Dicke der Luftschicht unter 1 cm die Isolierwirkung nicht mehr so wesentlich verbessert wird, daß sich der Mehraufwand an Folie und Arbeit lohnen würde. Allerdings ist bei Versuch 2 der verschlechternde Einfluß der Stützen wegen ihres geringeren axialen Abstandes etwas größer. Versuch 6 hat, obwohl die Dicke der Luftschicht ebenso wie bei Versuch 1 genau 1 cm betrug, ein etwas ungünstigeres Ergebnis, dies erklärt sich ohne Schwierigkeit aus dem engeren Abstand der Stützen, die aus sehr dichter Asbestschnur von hohem Raumgewicht und der durch besonderen Versuch gemessenen hohen Wärmeleitzahl $\lambda = 0,25 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C}$ bestanden. Durch Wahl von Abstandstützen mit besserer Isolierwirkung würde die Wärmeleitzahl zweifellos auf den bei Versuch 1 und 2 erreichten Wert sinken.

Die Versuche 3, 4 und 5 lassen die Zunahme der Wärmeleitzahl mit wachsendem Abstand der Folie erkennen. Versuch 7 zeigt die Verschlechterung durch unregelmäßige Lage der Folie. Die Wärmeleitzahl ist trotz des geringeren mittleren Abstandes der Folie um etwa 50 vH größer als bei regelmäßig zylindrischer Anordnung mit 1 cm Dicke der Luftschicht.

Zum Vergleich sind in Zahlentafel 4 die Wärmeleitzahlen der besten bisher bekannt gewordenen Rohrisolierungen anderer Art aufgeführt, soweit sie mir durch Veröffentlichungen bekannt geworden sind¹¹⁾.

Zahlentafel 4

Günstigste Wärmeleitzahlen gebräuchlicher Rohrisolierungen für hohe Temperaturen¹²⁾

Art der Isolierung	Raumgewicht kg/m ³	Wärmeleitzahl in kcal/m h °C bei Mitteltemperaturen von		
		50°	100°	200°
beste Kieselgurmasse	448	0,062	0,064	0,069
„ gebrannte Kieselgurschale	480	0,061	0,068	0,084
beste Magnesiamasse	214	0,052	0,055	0,063
„ Magnesiaschale	—	0,053	0,057	0,067

Die Alfol-Isolierung hat demnach bei 1 cm Luftschichtdicke eine nur etwa halb so große Wärmeleitzahl wie die besten bisher bekannten Rohrisolierungen für höhere Temperaturen. Hierbei ist noch nicht berücksichtigt, daß die handelsüblichen Isolierstoffe die oben genannten Zahlen meist erheblich überschreiten.

In Zahlentafel 5 sind die günstigsten bisher veröffentlichten Wärmeleitzahlen loser anorganischer Isolierstoffe zusammengestellt. Dabei ist zu beachten, daß diese Stoffe bei der technischen Verwendung äußere Mäntel und Versteifungen erfordern, welche die wirksame Wärmeleitzahl stark erhöhen.

In Zahlentafel 6 sind die günstigsten Werte für Isolierplatten aus organischen Stoffen aufgeführt, die bekanntlich nur bis etwa 100° verwendbar sind.

Der Vergleich der Zahlentafeln 5 und 6 mit 3 zeigt, daß selbst die günstigsten bisher jemals festgestellten Wärmeleitzahlen der besten Isolierstoffe und organischen Isolierplatten durch die Alfol-Isolierung noch unterschritten werden.

¹¹⁾ Die Werte der Zahlentafeln 4 bis 6 sind fast alle dem Heft 5 der Mitteilungen aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz, E. Schmidt, „Die Wärmeleitzahlen von Stoffen auf Grund von Meßergebnissen“ entnommen. Es wurden nur Versuche benutzt, die bei mehreren Temperaturen ausgeführt wurden und als zuverlässig anzusehen sind.

¹²⁾ Die Zahlen für 0° sind nicht aufgeführt, da sie im Schrifttum fehlen; Isolierungen dieser Art kommen für niedrige Temperaturen nicht in Frage.

Zahlentafel 5

Günstigste Wärmeleitzahlen loser anorganischer Isolierstoffe

Art des Isolierstoffes	Raumgewicht kg/m ³	Wärmeleitzahl in kcal/m h bei Mitteltemperaturen von			
		0°	50°	100°	200°
Kieselgur, lose kalziniert	245	0,046	0,048	0,052	0,058
Magnesia, lose	150	0,032	0,035	0,040	0,050
Schlackenwolle	360	0,042	0,046	0,050	0,055
Glaswolle, Lage der Fasern senkrecht zum Wärmestrom	219	0,030	0,037	0,043	0,057

Zahlentafel 6

Günstigste Wärmeleitzahlen von Isolierungen aus organischen Stoffen

Art des Isolierstoffes	Raumgewicht kg/m ³	Wärmeleitzahl in kcal/m h °C bei	
		temperatur von 0°	200°
Korkplatten, aufgebläht	119	0,0306	0,0335
Torfoleumplatten	163	0,0306	0,0335

Wirtschaftliche Aussichten

Es wurde gezeigt, daß mit der neuen Alfol-Isolierung eine wesentlich höhere, bei Dampfisolierungen sogar die doppelte Isolierwirkung werden kann als mit den besten bisher bekannten Isolierstoffen. Dabei hat die neue Isolierung ein sehr niedriges Raumgewicht (etwa ein Zehntel der bisher bekannten Isolierstoffe) und ein verschwindend kleines Wärmespeichervermögen.

Es bleibt noch die Frage zu beantworten, ob die Isolierung auch wirtschaftliche Aussichten hat. Zu diesem Zwecke wurden eingehend Zeitstudien gemacht, die ergeben haben, daß die Alfol-Isolierung auf den meisten Anwendungsgebieten, besonders im Bereich höherer Temperaturen, den alten Verfahren an Wirtschaftlichkeit überkommt und sie häufig übertrifft, auch wenn man ihre besonderen Vorteile des geringen Gewichts, der verlässigen Wärmespeicherung und der Staubfreiheit bewertet.

Diese wirtschaftlichen Überlegungen werden bestätigt durch die Erfahrungen an inzwischen ausgetreten großen Anlagen. Das Alfol-Isoliervorgang ist nicht nur technisch interessant, sondern es hat auch erhebliche wirtschaftliche Bedeutung. [B 61]

¹³⁾ Die Zahlen gelten für die losen Isolierstoffe allein, berücksichtigen also nicht den verschlechternden Einfluß der bei der praktischen Anwendung notwendigen Mäntel und Abstützungen.

¹⁴⁾ Die Zahlen gelten für die Isolierplatten allein, berücksichtigen also nicht den verschlechternden Einfluß der äußeren Mäntel, die zum Schutze gegen Feuchtigkeit und Beschädigungen erforderlich sind.

Einfluß der Wärmebehandlung auf Schweißstellen

Um den Einfluß der Wärmebehandlung auf die Schweißstelle zu ermitteln, hat man aus den geschweißten Platten die üblichen Versuchsstreifen herausgeschneidert. Man erwärmte sie in 90 min bis auf 880 °C und ließ sie während 1 h auf dieser Temperatur. Dann kühlte man sie auf 445 °C ab und schließlich nach dem Herausnehmen aus dem Ofen auf Zimmertemperatur. Danach ergab sich die Elastizitätsgrenze zu 2210 kg/cm² (vorher 2050 kg/cm²) und die Zugfestigkeit zu 3590 kg/cm² (vorher 3130 kg/cm²) bei 22,65 vH Dehnung (vorher 9,3 vH) bei 203 mm. Fast alle Brüche traten in der Schweißstelle auf. („The Age“ Bd. 120 (1917) S. 474) [N 850 d]

Mechanische Weißwäschereien

Von Ing. Paul Liske, Düsseldorf-Rath

(Schluß von S. 1352)

Wäschereianlage und Wäschereibetrieb

Der Gang durch die Wäscherei ist, kurz gesagt, wie folgt:

Die schmutzigen Wäschestücke werden in der Anlage gesammelt und dort eingeteilt und gezeichnet. Das Zeichnen muß sehr sorgfältig vorgenommen werden, da der Bestand einer Wäscherei sehr davon abhängt, man der Kundschaft wieder die richtige Wäsche abtrifft. Für das Zeichnen gibt es verschiedene Verfahren, die den verschiedenen Wäschearten angepaßt sind. Man z. B. zeichnet man sehr gern mit unverwaschbarer Tusche, indem man die Stücke mit Nummern versieht. Bettwäsche, Taschentücher usw. zeichnet man meist mit bunten Farbstiften, indem jeder Kunde eine bestimmte Farbe erhält. Um die Fäden möglichst viel Spielarten zu erhalten, werden die Fäden möglichst vielfarbig in verschiedenen Zusammenstellungen eingestellt. Selbstverständlich trachtet man auch danach, die Arbeit einfache Arbeit maschinell zu bewerkstelligen, man hat zu diesem Zweck Stempelmaschinen hergekömmt, mit denen man Zahlen und Buchstaben auf die Wäsche druckt.

Von der Annahme wird die Wäsche in die Waschküche gebracht und dort ganz nach Bedarf eingeweicht in dem Kochfaß vorgekocht. Das Einweichen und Vorkochen wird nicht in allen Wäschereien vorgenommen, ist jedoch immerhin zu empfehlen. Besonders fettige und fettige Wäsche, wie Küchenwäsche, wird zweckmäßig vorgekocht, damit die Waschmaschine stet und sauber gehalten wird. Nach diesen Vorarbeiten gelangt die Wäsche in die Waschmaschine. Hier wird sie gewaschen, gekocht und gespült. Wie schon gesagt, gibt es aber zum Spülen auch besondere Spülmaschinen. In gewerblichen Wäschereien werden jedoch Spülmaschinen fast gar nicht gebraucht, sondern hauptsächlich in Krankenhäusern, Klöstern usw. Die gewaschene Wäsche wird dann in die Schleudern gepackt und darin trocken ausgeschleudert. Darauf wird die Leibwäsche von der glatten Wäsche gesondert. Die glatten Wäsche kommen unmittelbar auf die Dampfmaschine; sie werden dort fertig getrocknet und geplättet, so daß sie nach der Ausgabe gebracht und gelagert werden können. Die andern Stücke werden zum Teil in der Trockenkammer vollständig getrocknet, zum Teil ohne Vortrocknung auf den verschiedenen Plättmaschinen eingestellt. Die Stärkewäsche ist vorher noch zu stärken. Dies geschieht in dem Stärkfaß, das neben den Schleudern aufgestellt ist. Man vermeidet das Stärken im Raum, um Behandlung mit Wasser, also Naßarbeit, dem Bügelraum fernzuhalten. Gelangen mehrere Wäschereimaschinen zur Aufstellung, so kann man auch den Bügelraum einen besonderen Raum hierfür abgrenzen.

Die Plättwäsche ist in Kragen und Hemden zu trennen. Maschinen hierfür sind ebenfalls den Wäschereisorten nach getrennt der Reihe nach anzuordnen. Für die Hemden dienen zum Vorplätten die Tischbügelmaschine, die Walzenplättmaschine, während man auf der kleinteiligen Muldenmangel fertigplättet und trocknet. Natürlich gibt es auch hierin Abweichungen, indem z. B. verschiedene Wäschereien nur mit der Tischbügelmaschine oder nur mit der Muldenmangel arbeiten. Wie die Wirkungsweise dieser einzelnen Maschinen ist, geht aus den früheren Beschreibungen hervor. Die geplätteten und getrockneten Kragen werden dann auf Sondermaschinen vollständig gerundet, während für die Eckenkragen eine besondere Presse zum Umbiegen und Plätten dieser Ecken Verwendung findet. Kleine Wäschereien verzichten meist auf diese Hilfsmaschinen und erledigen diese Arbeiten mit der Hand.

Bei der Hemdenplätterei beginnt man zunächst mit dem Pressen des Nackens, darauf werden die Manschetten und dann das Bündchen bearbeitet. Das soweit fertige

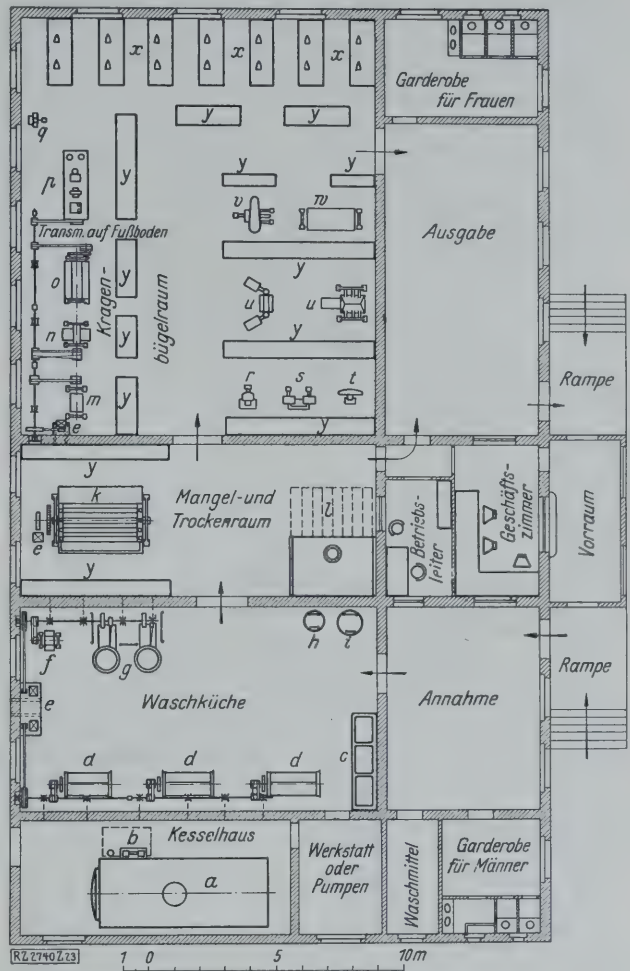


Abb. 23

Mittelgroße Wäscherei

Tägliche Leistung rd. 1500 bis 2000 kg trockene Wäsche

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| a Kessel | n Kragen-Bügelmaschine (Schlitten) |
| b Kesselspeisegrube | o Kragen-Bügelmaschine (Mulde) |
| c Einweichbottiche | p Kragen-Rundmaschinen |
| d Waschmaschinen | q Kragen-Eckenpresse |
| e Motoren | r Hemden-Nackenpresse |
| f Stärkfaß | s „ -Manschettenpresse |
| g Schleudern | t „ -Bündchenpresse |
| h Laugenfaß | u „ -Brustpresse |
| i Kochfaß | v „ -Rumpfpresse |
| k Dampfmaschine | w Gardinenspanner |
| l Trockner | x Bügeltische |
| m Kragen-Bügelmaschine (Zweilwalzen) | y Ablegetische |

gestellte Hemd kommt dann auf die Brustpresse; der ganze Rumpf wird auf der großen Wäschepresse fertiggestellt. Einzelne kleine Nacharbeiten, wie z. B. das Plätten der Fältchen über den Manschetten, werden mit dem Handbügeleisen vorgenommen. Sind diese Stücke fertiggestellt, so werden sie ebenfalls zum Lagern und Abholen nach der Ausgabe gebracht.

Abb. 23 stellt eine neuzeitliche mittlere bis größere Wäscherei dar. Daraus ersieht man, daß die Räume und Maschinen dem eben geschilderten Waschvorgang entsprechend aufgestellt sind. Der Annahmeraum stößt unmittelbar an die Waschküche. Von der Waschküche gelangt man in den Mangel- und Trockenraum. Von da aus führt eine unmittelbare Verbindung nach der Ausgabe, um die Beförderung der Mangelwäsche durch den Bügelraum zu vermeiden. An den Mangelraum schließt sich der Bügelraum, von wo aus wiederum ein besonderer

Zugang zur Ausgabe vorgesehen ist.* An der Fensterseite links befindet sich die Kragenplätterei und an der Wand nach der Ausgabe hin die Hemdenplätterei. Hinten sind die Bügeltische mit den Handeisen angeordnet; dort geht das letzte Nacharbeiten und das Aufplätten vor sich.

Was die Räume anbelangt, so ist berücksichtigt, daß Annahme und Ausgabe in einer Flucht liegen, also die Beförderung sich von ein und derselben Seite aus ermöglichen läßt. In der Zeichnung ist eine Rampe angedeutet, die die gleiche Höhe wie die Plattform der Wagen hat, damit die Wäschekörbe ohne Hebearbeit be- und entladen werden können. Natürlich muß dann das ganze Gebäude in gleicher Höhe ausgeführt werden. Gegebenenfalls kann man den unteren Raum unterkellern und dadurch noch Lageräume und dergl. schaffen. Eine Wäscherei wirkt auch sehr angenehm, wenn Transmissionen und Rohrleitungen in den Keller gelegt werden. Zwischen Annahme und Ausgabe sind die Geschäftszimmer gelegt. Es ist auf diese Weise möglich, von einer Hauptstelle aus die ein- und ausgehende Wäsche und auch das Personal zu beaufsichtigen. Die Aufenthaltsräume für das Personal sind ebenfalls so angeordnet, daß man vom Bureau aus eine bequeme Übersicht hat. Das Kesselhaus muß neben der Waschküche liegen und von der Waschküche aus zugänglich sein, damit eine leichte Verständigung mit dem Heizer möglich ist.

Am günstigsten ist es, sämtliche Betriebsräume in einem Stockwerk anzuordnen, weil dabei die Übersicht am leichtesten ist und auch Wäschetransporte nach höheren Stockwerken fortfallen. Man wählt dann einstöckige Gebäude mit Sheddach, um auch Oberlicht zu erhalten, da es bei großen Räumen nicht mehr möglich ist, durchweg mit Seitenlicht die genügende Helligkeit zu schaffen.

Erfordern es die Umstände, wie z. B. Platzmangel oder kostspielige Grundstücke, so kann man auch ein zwei- und mehrstöckiges Gebäude ausführen und ordnet im Untergeschoß Annahme, Ausgabe, Bureau, Waschküche und Mangelraum an. Im Obergeschoß werden Trockner und Plättmaschinen untergebracht. Möglicherweise kann man dort auch die Aufenthaltsräume vorsehen. Das Kesselhaus bleibt natürlich im Untergeschoß und wird möglichst nicht überbaut.

In der Hauptsache findet man in der Wäscherei elektromotorischen Antrieb oder Dampftrieb. Am billigsten stellt sich der Dampftrieb, weil der Abdampf der Maschine restlos wieder Verwendung finden kann. Ein Nachteil des Dampfmaschinenantriebes ist allerdings wieder der, daß die Transmission sehr umfangreich wird, daß die Wellen parallel gelegt werden müssen und somit in der Anordnung der Maschinen weniger Bewegungsfreiheit besteht, und daß ziemlich lange Übertragungsriemen angeordnet werden müssen. Große Anlagen haben häufig eigene Stromerzeuger, durch Dampfmaschine getrieben, und elektrischen Antrieb. In neuerer Zeit wird viel der Einzelantrieb verlangt, der allerdings teilweise noch keine ganz befriedigende Lösung gefunden hat. Besonders bei Waschmaschinen stößt der Einzelantrieb auf Schwierigkeiten, weil einerseits die Drehzahl des Motors stark gemindert werden muß und andererseits die Innentrommel nach 5 bis 6 Umläufen ihre Drehrichtung ändert. Die Umsteuereinrichtungen, die gleichzeitig die Drehzahl vermindern, sind noch verhältnismäßig verwickelt. Man findet daher auch häufig elektrische Wendeschalter. Am meisten trifft man noch für Waschmaschinen den Antrieb durch Transmission an. Da in der Regel die Schleudern neben den Waschmaschinen angeordnet sind und diese beiden Maschinen wohl ständig zusammen arbeiten, schließt man auch die Schleuder an die Transmission an, obwohl sich hier der unmittelbare Antrieb immer mehr durchsetzt.

Dampfmangeln treibt man am besten durch einen besonderen Motor an. Diese Maschine braucht verhältnismäßig wenig Kraft und hat nur eine Drehrichtung. Allerdings muß die Geschwindigkeit des Motors herabgesetzt werden, was man entweder durch Zwischenschaltung eines Schneckengetriebes oder bei langsam laufendem Motor durch Riemenübersetzung ermöglicht. Die Kragenplätterei mit den umlaufenden Maschinen wird am besten durch Transmission angetrieben. Dieser Antrieb ist insofern

zweckmäßig, weil die Maschinen langsam laufen und Teil auch ihre Drehrichtung ändern. Wenn möglich legt man jedoch die Transmissionen in den Keller oder den Fußboden hinter den Maschinen, wie in Abb. 23 durch die Riemen sehr leicht Schmutz auf die Wstücke fällt, was gerade bei Plättwäsche ganz vermieden werden muß.

Pressen werden gewöhnlich mit der Hand oder Fuß betätigt. Größere und schwerere Pressen bewegen in neuerer Zeit auch durch motorische Kraft, wo Motor in die Maschine eingebaut ist.

Zur Beheizung wird in den allermeisten Fällen Dampf verwendet. Niederdruckdampf von rd. 0,25 bis 1 at. und Dampf von etwa 3 bis 8 at. Manche Arten von Maschinen werden mit Gas oder elektrisch beheizt. Dampfheizung wird hauptsächlich für Waschmaschinen, Kochfaß, Laugenfaß, Dampfmangel, Trockner und Pressen angewendet. Gasheizung läßt sich bei den Hilfsmaschinen zum Runden der Kragen, bei den umlaufenden Plättmaschinen und den Bügeleisen kaum umsetzen. Meist wird in größeren und neueren Wäschereien Gas benutzt. Ist das Gas nicht vorhanden, so heizt man auch die umlaufenden Plättmaschinen mit Hochdruckdampf von etwa 6 at. Die Bügeleisen müssen dann elektrisch beheizt werden.

Einen wichtigen Umstand in derartigen Betrieben ist das Wasser. Die Wäscherei ist in großem Vorteil, wenn weiches Wasser zur Verfügung steht. Hartes Wasser muß enthärtet werden, weil sonst erst die Härtegrade der Seife vermindert werden müssen, was die Betriebskosten erhöht. Das weiche Wasser wird zum Kochen, Waschen und zur Bereitung der Lauge verwendet. Dagegen wird zum Spülen hartes Wasser gut geeignet. Wenn das Wasser enthärten muß, verwendet also hartes und weiches Wasser für seinen Betrieb.

Bei kleineren Wäschereien und in Städten wird das Wasser der städtischen Druckleitung entnommen. Wäschereien in Landgegenden fördern häufig selbst Wasser aus Bächen, Teichen usw. Der Vorteil ist, daß dieses Wasser meist weich ist; andernfalls sind Vorrichtungen vorzusehen. Dasselbe empfiehlt sich bei großen Wäschereien, weil die eigene Wasserförderung selbstverständlich den Betrieb verbilligt. Bei eigener Wasserförderung muß außer der Pumpe noch ein Hochbehälter vorgesehen werden. Je höher der Wasserdruck ist, desto schneller und gründlicher geht das Spülen vor sich.

Das Wasser wird am besten in einem Warmwasser-Boiler (Boiler) mittels Heizschlange erwärmt, der unter dem Druck der Wasserleitung steht, oder bei Selbstförderung des Wassers in einem offenen Behälter, der neben dem Kaltwasserbehälter aufgestellt wird und damit verbunden ist. Die Heizschlange ist so zu bemessen, daß die erforderliche stündliche Wassermenge von rd. 10 at. auf 50 °C erwärmt wird. Der Warmwasserbereiter soll 1/3 des stündlichen Wasserverbrauches fassen.

Zur Durcharbeitung eines Entwurfes sei nachfolgend ein Beispiel angeführt:

Man kann allgemein zugrundelegen, daß bei achtstündiger täglicher Arbeitszeit die Waschmaschinen fünfmal gefüllt werden. Der Inhalt der Maschinen ist also die zu berechnende Wäsche in 1/5 der Arbeitszeit zu berechnen. Die Schleuder kann man in 1 h etwa fünfmal füllen. Legt man eine Wäscherei zugrunde, die täglich 1500 kg trockene Wäsche bewältigen soll, so müssen die Waschmaschinen $1500 : 5 = 300$ kg Wäsche fassen. Die Stundenleistung beträgt $1500 : 8 = 190$ kg/h. Die Schleuder muß demnach $190 : 3 = 60$ kg fassen. Man rechnet die Mittel von dem gesamten Wäschegewicht 1/5 auf Mangelwäsche und 1/3 auf Plättwäsche. Die Mangel hat den Inhalt

$\frac{190 \cdot 2}{3} = \text{rd. } 125 \text{ kg/h}$ zu leisten, während für Trocknung und Plätterei rd. 65 kg/h zu berücksichtigen sind. Für eine solche Anlage sind 3 bis 4 Waschmaschinen, 3 Schleudern, 1 Mangel, 1 Trockeneinrichtung und 1 Plättmaschine zu empfehlen.

Bei Badewäsche, die nicht schmutzig ist, kann man damit rechnen, daß die Waschmaschinen jede Stunde gefüllt werden, wodurch sich also das Bild ziemlich ändert.

nz roh kann man für den Kraftbedarf rech-
ß für 100 kg trockene Wäsche 1 PS erforderlich ist.
liegenden Beispiel ist also mit ungefähr 15 PS zu
1.

Mittel gebraucht man zum Kochen und Trock-
wa 200 kg Dampf für 100 kg Wäsche. Wenn also
ch 190 kg Wäsche zu liefern sind, so beträgt
mpfverbrauch rd. $\frac{190 \cdot 200}{100} = \text{rd. } 380 \text{ kg/h}$. Hierzu

noch der Dampf für die Warmwasserberei-
Man rechnet für 1 kg Wäsche etwa 40 l Ge-
sser, davon $\frac{3}{5}$ Kaltwasser und $\frac{2}{5}$ Warmwasser.
armwassertemperatur hat man 40 bis 50 °C zugrunde
en. Bei 19 kg stündlicher Wäscheleistung ergibt
Kaltwasserverbrauch von $\frac{190 \cdot 3 \cdot 40}{5} = \text{rd. } 4560 \text{ l}$

Warmwasserverbrauch von $\frac{190 \cdot 2 \cdot 40}{5} = \text{rd. } 3040 \text{ l}$.
diese Wassermenge um 40 ° erwärmt, so sind rd.
kcal/h zum Warmwasserbereiten erforderlich. Bei
annung werden von 1 kg Dampf etwa 610 kcal ab-
n. Demnach sind zur Warmwasserbereitung in 1 h
: 610 = rd. 200 kg erforderlich. Der Gesamtdampf-
ch beträgt demnach rd. $380 + 200 = 580 \text{ kg/h}$.

e Dampfmaschine, die rd. 15 PS leisten muß und für
etwa 15 kg Dampf braucht, nimmt rd. 225 kg Dampf
auf. Rechnet man mit 13 kg Abdampf für 1 PSh, so
it man durch den Abdampf etwa 195 kg Dampf. Diese
deckt annähernd den Bedarf für die Warmwasser-
ng. Somit beträgt der stündliche Dampfverbrauch
+ 225 = 605 kg. Man braucht also in diesem Falle
ber Motorantrieb stündlich etwa 25 kg Dampf mehr.
fallen jedoch die Kosten für den Stromverbrauch bei
Leistung von 15 PS fort. Dampfmaschinenantrieb
ich also wesentlich billiger. Allerdings muß man
die Nachteile einer Dampfmaschine wie Wartung,
rung, Platzbedarf, ungünstige Transmissionsanlage
n Betracht ziehen.

ird ein Warmwasserbereiter gewählt, so muß die-
gefähr rd. 2000 l fassen. Zur Berechnung der Heiz-
nge nimmt man bei Hochdruckdampf rd.
kcal/h, bei Niederdruckdampf rd. 50 000 kcal/h als
abgabe von 1 m² Außenoberfläche der Schlange an.

Wie aus der Berechnung hervorgeht, werden die
Größen der Maschinen nach dem Wäschebedarf, in kg
Trockengewicht ausgedrückt, festgelegt. Man muß also
beim Entwurf zunächst das täglich zu reinigende Wäsche-
gewicht kennen. Man hat Erfahrungswerte, wieviel
Wäsche die verschiedenen Anstalten wöchentlich ver-
brauchen. Als Anhalt kann nachstehende Aufstellung
dienen: Bei Krankenhäusern rechnet man je Bett und
Woche 5 bis 8 kg, im Mittel 6 kg, für das Personal je Kopf
rd. 4 kg, in Klöstern je Kopf und Woche rd. 4 kg, in
Irrenanstalten je Bett rd. 7 kg, in Hotels je Fremdenbett
und Woche rd. 5 kg, in Ledigenheimen rd. 2 bis 3 kg, in
Badeanstalten je Wannenbad rd. 1 kg, je Brausebad rd. 0,15 kg.

Bei gewerblichen Wäschereien kann man jede belie-
bige Tagesleistung annehmen, ganz nach dem vom Unter-
nehmer gedachten Umfang, der sich häufig nach den geld-
lichen Verhältnissen richtet. Am besten ist es, man fängt
klein an, und baut entsprechend der Inanspruchnahme
und Wirtschaftlichkeit die Anlage weiter aus. Im allge-
meinen kann man annehmen, daß bei gewerblichen Wäsche-
ereien 5 vH der Einwohner eines Ortes rd. 2 bis 3 kg je
Kopf und Woche in die Wäscherei schicken.

Zur Raumbestimmung kann man ungefähr annehmen,
daß für 100 kg Wäsche rd. 30 bis 50 m² Flächenraum ge-
braucht werden. Unkosten verursacht für 100 kg Wäsche
noch die Beschaffung von 3,5 kg Seife und 3 kg Soda.

Zum Schluß sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß
man aus Sparsamkeitsgründen auch die Lauge strecken
kann. In der Regel wird beim Waschen zweimal Lauge
angesetzt, wobei natürlich die erste Lauge den größten
Schmutz wegnimmt und am meisten verunreinigt wird.
Diese Lauge läßt man wegfleßen. Die zweite Lauge, die
dann beim Sauberwaschen wirkt, fängt man auf und be-
nutzt sie wieder als erste Lauge oder auch zum Ein-
weichen. Zu diesem Zweck stattet man die Ma-
schine am besten mit zwei Abflähnen aus, einen
in den Abflußkanal auslaufend und einen in eine be-
sondere Leitung nach einer Laugensammelgrube ab-
fließend. Von dieser Laugensammelgrube, die vertieft an-
zuordnen ist, pumpt man die Lauge in ein höher liegendes
Gefäß, von wo aus man sie abzapfen oder unmittelbar den
Maschinen wieder zufließen lassen kann. Es empfiehlt
sich, in den Hochbehälter eine Heizzlange einzubauen,
um die Lauge warm und dünnflüssig halten zu können.

[2740]

Dornier-Großflugboot „Superwal“

s Großflugboot, Baumuster
al, Abb. 1, der Firma Dornier
auten G. m. b. H., Friedrichs-
. B., ist unter Vergrößerung der
ung für höhere Anforderung
ftverkehr aus dem Flugboot,
Wal¹⁾, entstanden. Die Kon-
onsteile des Superwal sind aus-
lich aus Metall, die hochbean-
zen aus Stahl, die sonstigen aus
min hergestellt. Die einzelnen
sind miteinander durch Niete
den; wichtige Anschlußstellen
ile, die leicht zugänglich sein
, sind miteinander verschraubt.
r Lasten und Leitwerk tragende
(Länge 24,6 m) ist als Stufen-
sgebildet, dessen seitliche Sta-
mit Rücksicht auf die hohe
punktlage durch das über dem
liegende Triebwerk und die große Spannweite
flügels (28,5 m, Flügelfläche 143 m²) durch seit-
gesetzte Flossen vergrößert wird. Der über dem
liegende Flügel hat auf seiner ganzen Länge einen
dicken aerodynamisch günstigen Querschnitt von
nderlicher Abmessung. Jede Flügelhälfte ist etwa
Mitte ihrer Tragweite durch ein an den Holmen
endes Strebenpaar gegen die Flossen abgestützt.
iche und Triebwerk sind vor Seegang geschützt.

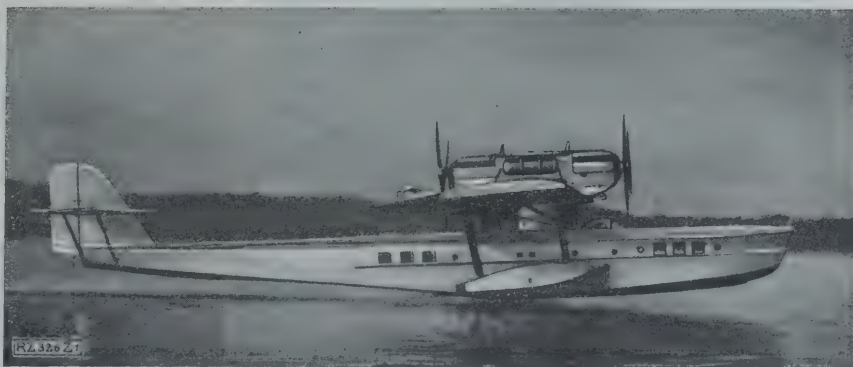


Abb. 1
Das Dornier-Großflugboot „Superwal“

Länge über alles .	24,6 m	Spannweite . . .	28,5 m	Flügelfläche . . .	143 m ²
Höhe „ „ .	5,2 „	Flügelteiefe . .	5,3 „		

Jede Flügelhälfte besteht aus drei Teilen: dem Mittel-
stück, Abb. 2, dessen Gerüst aus den beiden Stahlholmen
und den sie verbindenden Kastenrippen zusammengesetzt
ist, der Nasenleiste und dem Flügelhinterteil. Nasenleiste
und Mittelstück sind mit Blech bekleidet, das Flügelhinter-
teil ist mit Stoff bespannt. Seitensteuer und Höhensteuer
sind zu einem Flächenkreuz vereinigt, das hoch über dem
Wasser hinten auf das Rumpfen aufgesetzt und gegen
dessen Unterkante durch schräg nach unten führende Streb-
enpaare abgestützt wird. Der Einstellwinkel der Höhen-
flosse ist im Stande verstellbar. Zum Anlandrollen des

R U N D S C H A U

Gas- und Wasserversorgung

tscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern

Die 68. Jahresversammlung fand vom 15. bis 17. Juni Kassel statt. Zwei besondere Spannung auslösende Handlungsgegenstände: Stand der Ferngasversorgungsfrage und Zusammenhang von Trinkwasser und Typhusepidemien, hatten Teilnehmer zusammengeführt. Die höchste Auszeichnung des Vereines, die Bunsen-Pettenkofer-Medaille, wurde Prof. Dr. Bruns, Gelsenkirchen, für Anerkennung seiner großen Verdienste um die Wasserversorgung des weiteren Ruhrgebietes verliehen.

Als erster Redner sprach Dir. Schumacher, Frankfurt a. M., über Erzeugungs- und Verteilungsfragen des Gases¹⁾. Die Erfassung der Erzeugungsstellen, und zwar technisch-wirtschaftlich gegliedert in Erzeugungskosten vom Ofenhaus ab, Kosten der Wassergasreinigung, Kosten der nassen Reinigung, der NH_3 -Fabrik, der Kohlenfabrik, Kosten der Trockenreinigung, des Aufwandes der Gasmessung, der Gasspeicherung und Druckregelung, ist die Beurteilung des Selbstkostenpreises von größtem Interesse. Unter der Voraussetzung, daß das in Frage kommende Werk gut arbeitet, besteht jedoch die Möglichkeit, die wirtschaftliche Ordnung des Außendienstes wesentliche Ergebnisse zu machen. Auch im Außendienst ist eine Einigung der Gesamtausgaben erforderlich, z. B. nach Rohrleitungen, Laternen, Gasmesser, Automaten usw., damit auch hier Maßnahmen zur Besserung planmäßig ergriffen werden können. Wesentlich im Außendienst ist die genaue Erfassung geleisteten Arbeit und des aufgewendeten Materials.

Dir. Dr.-Ing. R. Biel, Berlin, berichtete über den Widerstandswiderstand in Gasrohrleitungen²⁾. Nach Ableitung der Widerstandsformel für ausdehnende Gase oder Dämpfe sowie für den Sonderfall der volumenbeständigen Fortleitung von Gasen, Gasen oder tropfbaren Flüssigkeiten wurde auf Grund der unmittelbar auf Versuchen beruhenden Formel eine praktische Verwendung geeignete Gebrauchsformel für die Bestimmung des Widerstandsbeiwertes bei Rohrleitungen aus Stahl angegeben und mit den Ergebnissen der Versuche verglichen. Sie liegen teils oberhalb, teils unterhalb der nach der vorgeschlagenen Gebrauchsformel berechneten Werte, im ganzen damit auf gleicher Höhe. Der Vorschlag für Rohrleitungen empfiehlt, die Formel häufig zu verwenden. Auf Grund der Formel ist eine Tabelle gezeichnet worden, aus der man die gesuchten Werte bei Fortleitung von Stadtgas mittlerer Eigenschaft in Rohrleitungen aus Stahl ablesen kann.

Dann erörterte Prof. Dr. Bunte, Karlsruhe, die Anforderungen an die Gleichmäßigkeit des Gases in einzelnen Versorgungsgebieten³⁾. Nach den Jahren Brennstoffnot 1919 bis 1921 kehrten die Gaswerke zu den geregelten Betrieben zurück. Zu dieser Zeit stellte der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern Richtlinien für die Gasbeschaffenheit auf. Er legte fest, daß der Übergang vom kohlwasserstoffreichen Leuchtgas zum Heizgas von hoher Flammentemperatur planmäßig und einheitlich durchgeführt werden sollte, und daß als normales Gemisch von Steinkohlengas und Wassergas mit einem Heizwert von 4200 kcal/m³ anzustreben sei. Der Gehalt an brennbaren Bestandteilen (Stickstoff und Kohlenwasserstoffe) dürfe 15 vH und die Dichte 0,5 nicht übersteigen. Mit der Vereinheitlichung der Gasbeschaffenheit wurde erreicht worden, daß gut durchkonstruierte Gasgeräte ohne eingreifende Änderungen in allen Versorgungsgebieten verwendbar sind.

Auf Grund statistischer Erhebungen zeigte der Vordruck, wie weit die deutschen Gaswerke sich dem Übergang vom Leuchtgas zum Heizgas angeschlossen oder angeht haben, und daß die größten Gaswerke mit dieser Gasbeschaffenheit die besten Erfahrungen gemacht haben. Richtlinien für die Vereinheitlichung der Gasbeschaffenheit sind aber auch Richtlinien für die Gleichmäßigkeit des Gases. Tag zu Tag im einzelnen Versorgungsgebiet an die Gaswerke zu stellen. Auf Grund von Erfahrungen wies Bunte nach, wie weit technisch vollkommen ausgestattete Werke die Gleichmäßigkeit erreicht haben. Die andern Werke werden nach Gleichmäßigkeit im Rahmen ihrer technischen

und wirtschaftlichen Mittel streben. Für eine Gasfernversorgung muß aber gefordert werden, daß die Gleichmäßigkeit des Gases hinter dem Erreichten nicht zurückgehen dürfe.

Dir. Müller, Hamburg, gab eine Übersicht über den Stand der Ferngasversorgung⁴⁾.

Infolge der Erfindung auf dem Gebiete der chemischen Kohlenveredelung, wegen der Frage der Großgasversorgung und der Bestrebungen zur Erreichung höchster Wirtschaftlichkeit bei der Verarbeitung der Kohle steht die deutsche Gasindustrie gegenwärtig an einem Wendepunkt ihrer Entwicklung. Unbestritten ist die Behauptung, daß die Kohle nur in großen, gut geleiteten Werken wirtschaftlich verarbeitet werden kann; heiß umstritten ist die Frage, wie viel solcher Werke sich an der Verarbeitung der Kohle und der Gaslieferung beteiligen sollen. Die überaus wichtige Aufgabe, Deutschland im größten Maßstabe vom Ruhrgebiet aus mit Gas zu versorgen, wobei die Kohlenzechen und Kokereien des Ruhrgebietes die Lieferanten und die deutschen Städte die Abnehmer sind, wobei ferner die vollständige Stilllegung der günstig zum Ruhrgebiet gelegenen deutschen Gaswerke Voraussetzung ist, kann als gelöst gelten. Unter Ferngas oder Zechenfern gas soll nur das unter sehr hohem Druck von den Zechen und Kokereien des Ruhrgebietes an die Städte gelieferte Gas verstanden werden.

Dir. Müller behandelte dann folgende Punkte: die Wirtschaftlichkeit der Ferngasversorgung, die technische Durchführbarkeit der Gasversorgung vom Ruhrgebiet aus unter Berücksichtigung der Arbeiten der A.-G. für Kohleverwertung, Essen, die Gaslieferung aus andern Steinkohl- oder Braunkohlengruben Deutschlands, die Wirtschaftlichkeit der Ferngasversorgung für das Ruhrgebiet, die Stellung der deutschen Gaswerke zur Fernversorgung vom Ruhrgebiet aus, die Auswirkung der Ferngasversorgung auf die Gesamtwirtschaft Deutschlands.

Die Gaswerke sind sich bewußt, daß höchste Wirtschaftlichkeit bei der Verarbeitung der Kohle ihr Endziel sein muß. Sie sehen die Lösung dieser Aufgabe in der Gruppen-Gasfernversorgung. Diese will die einzelnen Gegenden Deutschlands ohne Rücksicht auf politische Grenzen in Wirtschaftsgebiete zusammenfassen, die sodann durch Großgaswerke beliefert werden.

Auf den Vortrag von Dir. Müller, der ein heute so besonders wichtiges Thema behandelt, werden wir noch ausführlich zurückkommen. Einleitend erklärte der Vorsitzende des Vereines, Dir. Kühne, Berlin, zu dem Vortrage von Müller, daß der Bericht die vorläufige Stellungnahme des Deutschen Vereines sei. Im Anschluß an den Vortrag von Müller sprach Dipl.-Ing. Ph. Borchardt, Solln bei München, über die Zerlegung des Koks-Ofengases mit Bezugnahme auf die Probleme der Ferngasversorgung⁵⁾; hierüber ist vor kurzem in dieser Zeitschrift berichtet worden⁶⁾.

Ing. Bessin, Berlin, berichtete über die Normung der Gasmesser und der Gasmesserschlüsse⁷⁾. Vereinfachung der Ersatzteilbeschaffung und Vereinfachung des Austausches bei der Installation haben zu Einheitsmaßen für die Gasmesser geführt. Berichtet wurde über einen Ausschnitt aus den Arbeiten des Gasmesser-Ausschusses, die sich auf die Normung der Anschlußgewinde, auf die Reihen der einzelnen Bauarten und die Vereinheitlichung der Einbaumaße erstrecken.

Dir. P. Spalek, Dessau, behandelte in seinem Vortrage⁸⁾

die Abgase der Gasgeräte und ihre Abführung.

Bei gewerblichen Feuerstätten sind die mit der Abführung der Verbrennungserzeugnisse verbundenen Schwierigkeiten im allgemeinen verhältnismäßig leicht zu beheben; die Schaffung besonderer Abzugvorrichtungen macht im allgemeinen keine Schwierigkeiten. Bei Gasfeuerstätten im Wohnhause liegen die Verhältnisse viel schwieriger.

Das Gebiet der Abgasführung ist aber hinsichtlich der physikalischen Grundlagen wenig geklärt. Selbst in Fachkreisen sind vielfach noch recht unklare Vorstellungen über die Vorgänge im Schornstein vorhanden. Eine weitere Verbreitung des Gases für die Warmwirtschaft im Haushalt,

⁴⁾ „Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 70 (1927) S. 701; vergl. VDI-Nachrichten Nr. 25 vom 22. Juni 1927.

⁵⁾ „Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 70 (1927) S. 562.

⁶⁾ R. Linde, Neues auf dem Gebiete der Gaszerlegung mit Hilfe von Tieftemperaturtechnik, Z. Bd. 71 (1927) S. 1305.

⁷⁾ „Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 70 (1927) S. 544.

⁸⁾ „Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 70 (1927) S. 554.

¹⁾ „Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 70 (1927) S. 568.

²⁾ „Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 70 (1927) S. 547.

³⁾ „Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 70 (1927) S. 797.

insbesondere für Warmwasserbereitung und Raumheizung, ist in erster Linie abhängig von der guten Lösung der Abzugfrage. Bei Beheizung von bewohnten Räumen muß man jedes Austreten von Heizgasen in die Räume unbedingt vermeiden, wie dies für jeden Kohlenofen selbstverständlich ist. Bei Badeöfen ist die sichere Abführung der Abgase gleichfalls von größter Wichtigkeit, weil der Luftverbrauch und die Menge der erzeugten Abgase im Vergleich zum Rauminhalt außerordentlich groß sind.

Bei der Gasfeuerstätte hat der Schornstein lediglich die Aufgabe, die Abgase abzuführen. Er soll keinerlei Einfluß auf den Verbrennungsvorgang im Ofen haben. Wichtige Beziehungen bestehen zwischen der dem Schornstein in den Abgasen zugeführten Wärmemenge, den Abkühlungsverlusten des Schornsteins, dem Schornsteinzug und den Reibungswiderständen. Der Schornstein muß, wenn er sonst keine fremde Wärmezufuhr als die von den einzuleitenden Abgasen hat, oder wenn er nicht noch gewisse Wärmereste von der letzten Heizung enthält, zuglos sein; die Temperatur im Schornstein ist dann mit der der Außenluft gleich hoch. Beim Inbetriebsetzen der Feuerstätte ist daher eine gewisse, auf die Luftsäule im Schornstein wirkende Auftriebskraft notwendig, um die Luftsäule in Bewegung zu bringen und damit den Eintritt der Abgase in den Schornstein und die Einleitung des Zuges zu bewerkstelligen. Der gemauerte Schornstein ist daher im allgemeinen für Gasöfen, die nicht in Dauerbetrieb sind, nicht günstig; für die Erhaltung der Temperatur des Zuges und zum Vermeiden zu großer Abkühlung sind andere Schornsteinarten besser, selbst der Blechschornstein. Um die Abgase sicher abzuführen, muß der Schornsteinzug größer sein als der für die Abführung der Abgase sich ergebende Widerstand. Unter normalen Verhältnissen werden also durch den Schornstein größere Luftmengen angesogen, als der Gasofen an Verbrennungstoffen liefert.

Der Schornstein soll aber die Verbrennungsvorgänge im Ofen nicht beeinflussen. Alle Gasgeräte müssen daher eine Zugunterbrechung haben, die so ausgebildet ist, daß auch bei starkem Zuge der Verbrennungsvorgang im Ofen nicht beeinflußt wird.

Von besonderer Bedeutung sind die Untersuchungen über den Anschluß von Gasöfen an Schornsteine für Kohlenöfen, die von der Firma Junkers & Co., München, durchgeführt wurden. Ein Einfluß auf den Schornsteinzug ist vorhanden, wenn durch den Abgasanschluß eines Gasbadeofens Falschluf in den Schornstein eintritt. Der Schornsteinzug wird abgeschwächt. An angeschlossenen und in Betrieb befindlichen Kohlenöfen durchgeführte Messungen haben aber gezeigt, daß dieser Einfluß die Verbrennung des Kohlenofens nicht gefährdet.

Trinkwasser und Typhusepidemien

behandelte Prof. Dr. Bruns, Gelsenkirchen⁹⁾. Nach kurzen geschichtlichen Angaben über Typhusepidemien, der Erklärung ihrer Ursachen, berichtete der Vortragende über den Erreger des Unterleibtyphus, den Typhusbazillus, sein Entstehen und seinen verschiedenartigen Einfluß auf den menschlichen Körper.

Das Zustandekommen einer Typhusepidemie ist durch eine Menge von Ereignissen, die in ihren Ursachen und Wirkungen schwer gegeneinander abzuschätzen sind, bedingt, so daß im allgemeinen nur mit einer mehr oder weniger großen Wahrscheinlichkeit ein Urteil abgegeben werden kann. Da die Typhusbazillen, um im Körper sich anzusiedeln, durch den Mund eingeführt werden müssen, muß man annehmen, daß eine Typhusepidemie so entsteht, daß die Erreger in ein von einer großen Anzahl von Menschen gleichzeitig genossenes Nahrungsmittel durch einen Zufall hineingelangen, und daß nun die Menschen ziemlich gleichzeitig an Typhus erkranken. Solche Nahrungsmittel können verhältnismäßig oft Wasser und Milch, seltener Mineralwasser, Salate, Gemüse, Früchte und Fleisch sein. Bei den übrigen Nahrungsmitteln wird man meist eine unmittelbare Verseuchung durch irgendeinen Typhusbazillenträger oder Typhuskranken anzunehmen haben. In Wasser können die Typhusbazillen aus Aborten, aus der Abwässerung oder aus dem Flußlauf, der die Abwässer aufgenommen hat, hineingelangen.

Aus Laboratoriumsversuchen geht hervor, daß sich Typhusbazillen im Wasser nur bei Vorhandensein ganz besonderer Bedingungen vermehren. Im allgemeinen sterben sie schnell ab. Von den eingebrachten Bakterien waren nach 8 bis 10 h rd. 10 vH, nach einigen Tagen nur noch 1 vH am Leben. Im Trinkwasser sind Typhusbazillen nur selten gefunden worden. Wird eine Wasserleitungsepidemie festgestellt, so zieht sie sich meist über zwei bis drei

Monate hin. Bruns besprach dann die Maßnahmen einwandfreien Feststellung solcher Epidemien; er meldete in Zusammenstellungen die Zahl der Erkrankten in den einzelnen Wochen vom ersten Anzeichen bis zum letzten Ausläufer der Epidemien in den verschiedenen Gegenden Deutschlands. Die Zahl der Erkrankungen Wasserleitungsepidemien ist aber ganz verschieden, macht etwa 0,5 bis 2 oder 4 vH der versorgten Bevölkerung aus. Im allgemeinen deckt sich das Feld der Typhusverbreitung mit dem Wasserfeld und kann von der Zeit und örtlichen Verhältnissen beeinflusst werden.

Den letzten Vortrag hielt Dr. Wahl, Trier, über

Stand der Normung für das Gas- und Wasserfach

Aus dem Bedürfnis heraus, viele Erzeugnisse einheitlich durchzubilden, ist am 22. Dezember 1917 der Normenausschuß der Deutschen Industrie, heute Deutscher Normenausschuß, entstanden. Bei der Normung arbeiten Erzeuger, Händler, Wissenschaftler, Behörden und Verbraucher zusammen. Von diesen Berufskreisen werden die Normen in Ausschüssen aufgestellt. Die Arbeiten der Ausschüsse werden bei der Normenprüfstelle des Deutschen Normenausschusses zusammen und werden in Normblättern festgelegt.

Bereits im Jahre 1882 hat der Deutsche Verein für Gas- und Wasserfachmännern in Gemeinschaft mit dem Verein deutscher Ingenieure die Normaltabelle für eiserne Muffen- und Flanschenröhren aufgestellt, die Umarbeitung durch den Normenausschuß auch heute im wesentlichen gilt.

Im Jahre 1899, gelegentlich der auch in Kassel 1900 abgehaltenen Jahresversammlung des Deutschen Vereins für Gas- und Wasserfachmännern, legte man Normen für Röhrenlängen, Anschlußweiten und Verschraubungen sowie Zählwerken, Zifferblättern und Paßstücken von Flüßwassermessern fest, die heute noch gelten, aber von vielen Wasserwerken noch nicht eingeführt sind.

Die jetzigen Wassermessernormen haben sich gut bewährt. Eine Änderung erscheint keinesfalls geboten. Alle Wasserwerke sollten daher nur genormte Wassermesser verwenden. Wahl behandelte dann die Normen für Schieber, der Über- und Unterflurhydranten für Rohrnetze, der handelsüblichen Gasrohre, der gußeisernen Rohrstücke für Rohrleitungen, der von den Gas- und Wasserwerken benutzten Feinarmaturen usw. [N 8/1927] Goss

¹⁰⁾ „Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 70 (1927) S. 534.

Forschungswesen

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt im Jahre 1926¹⁾

Arbeiten der Präsidialabteilung

Zwei Laboratorien der Präsidialabteilung befassen sich vorzugsweise mit Fragen der theoretischen Physik, nämlich das des Präsidenten mit spektroskopischen Untersuchungen, das Laboratorium für Radioaktivität mit Strahlungsvorgängen. Hier können nur die Forschungen über Höhenstrahlung erwähnt werden, die auf dem Mönchsberg in 4100 m Höhe fortgesetzt wurden und wiederum die letzten Ergebnisse dieser Strahlungen ergaben.

Im chemischen Laboratorium wurden die Untersuchungen von Gläsern für chemische und medizinische Zwecke weitergeführt. Bei Gläsern für bakteriologische Zwecke kommt auch das Verhalten beim Sterilisieren in Frage. Es wurde ermittelt, unter 6 bis 7 at in Frage. Es wurde ermittelt, jetzt auch eine Lausitzer Hütte hierfür geeignetes Glas herstellt, das bedeutend billiger sein soll als das bisher vorzugsweise benutzte amerikanische. Weiter hat sich das Laboratorium mit der Untersuchung reinen Nickels beschäftigt, besonders mit Rücksicht auf die Hämmbarkeit. Arbeiten über die 1925 zuerst aufgefundenen Elemente Masurium und Rhenium wurden fortgesetzt. Aus Norwegen konnten Mineralien von besonders günstigem Ekamangankongehalt (der immerhin erst 0,001 vT beträgt) mitgebracht werden, mit denen man jetzt schon Rheniumverbindungen von 10 bis 20 vH Reingehalt hat; mit der Reindarstellung des Rheniums wurde infolgedessen begonnen.

Im Laboratorium für Feinmechanik und Akustik wurden die Vergleichsmessungen der Flankendurchmesser von Winden mit dem Gerät der Reichsanstalt und einer neuen Vorrichtung ausgeführt, ebenso wurde ein akustischer Steigungsmesser für Leitspindeln mit dem Komparator der Reichsanstalt verglichen. Auf Veranlassung des DNA²⁾ befaßt sich das Laboratorium auch mit der Verbilligung der akustischen Normal-Schwingungszahl

⁹⁾ „Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 70 (1927) S. 525.

¹⁾ Auszug aus dem Bericht über die Tätigkeit der Anstalt, Instrumentenkunde Bd. 47 (1927) S. 217, 269 u. 321.

²⁾ Deutscher Normenausschuß.

bei 15 °C, die zwar bei einer Wiener Konferenz im 1885 bereits festgesetzt wurde, von der aber im praktischen Betrieb unserer großen Orchester Abweichungen bis 2 vH vorkommen. Zunächst wird der Einfluß der Temperatur der Orchesterräume auf die Stimmung untersucht werden.

Die Prüfungen der Abteilungen erstreckten sich auf 160 radioaktive Stoffe, 80 Glassorten und 310 Geleitspindeln, Lehren und Stimmgabeln.

Arbeiten der Abteilung I (Maß und Gewicht)

Eine der wissenschaftlichen Hauptaufgaben der Abteilung der Anschluß des Metermaßes an Lichtwellenlängen, nach verschiedenen Richtungen gefördert. Es wurden Helium-Spektrallinien, eine Neon- und eine Krypton als geeignet gefunden. Der für den Anschluß bestimmte Interferenz-Komparator ist bei der Firma Zeiß best. Er soll später auch für Endmaße größter Länge benutzt werden. Zur Zeit können in der Anstalt Endmaße bis zu 200 mm Länge nach dem Wellenlängenverfahren hergestellt werden. Für diese Messungen ist es wichtig, die der Zwischenschichten zwischen zwei aneinandergelegten Endmaßen zu kennen. Sie ist kleiner als 0,01 μ . über die „Anschubberichtigung“, d. i. der Unterbrechung der optisch gemessenen Länge eines Endmaßes, ein wenn es auf einer Quarzplatte, andererseits wenn es einer Stahlfläche angeschoben ist, wurden genaue Untersuchungen angestellt, auf Grund deren dem DNA eine Definition der Endmaßlänge vorgeschlagen wurde. — Untersuchungen über Gleis-, Schaltgewichts- und Fuhrwagen, Greiferwagen für Schiffslasten und selbst-Wagen wurden fortgesetzt.

Die Abteilung prüfte 580 Längenmaße, 160 Gewicht- und Wagen, 160 Aräometer, 230 andre Glasgeräte und Flüssigkeitsmesser und ließ verschiedene neue Wagen, 43 Gasmessersysteme sowie probeweise 39 Ölsysteme zur Eichung zu.

Arbeiten der Abteilung II (Elektrizität und Magnetismus)

Im Temperaturgebiet des flüssigen Heliums (zwischen 4,2 und -271,8 °) wurde die Supraleitfähigkeit der Elemente an Einkristallen aus Gold, Zink und Kadmium und polykristallinen Drähten aus Kadmium, Platin, Eisen, Kupfer und Silber gemessen mit dem Ergebnis, daß höchstwahrscheinlich nur eine bestimmte Gruppe von Metallen supraleitfähig werden kann. Ferner wurden bei den gleichen Temperaturen die Thermokräfte verschiedener anderer Metalle und Legierungen untersucht und das Verhältnis der elektrischen und thermischen Leitung von Ein- und Zweieleitern bestimmt. Eines der Ergebnisse der letztgenannten Untersuchung besagt, daß bei sehr tiefer Temperatur, bei der elektrische Widerstand verschwindet, noch ein von dem Widerstand vorhandener zu sein scheint. Man kann diesen vom gesamten Widerstand ab, so bleibt ein Unterschied das Gesetz von Wiedemann-Franz auch bei tiefer Temperatur erhalten.

Die Verbrennungswärme der Benzoesäure wurde an Proben untersucht, nämlich der Normalsubstanz des Bunsen of Standards in Washington und an einem von dem hiesigen hergestellten Präparat und stimmte auf 0,01 vH überein.

In ähnlicher Weise wie vor dem Krieg für Kupfer jetzt für Aluminiumleitungen Normale auf Grund internationaler Vereinbarungen geschaffen werden. Eine weitestgehende Besprechung zwischen Vertretern von Amerika, Deutschland und England fand im Berichtjahr in New York statt. Die Reichsanstalt hat auf Wunsch des Bundesbüros für Aluminiumleitungsnormen mit den Vorkommnissen durch Untersuchung des Widerstandes von 83 Proben gezogenen Aluminiums von drei verschiedenen Typen begonnen. Die Messungen zeigten, daß es der hohen Aluminiumindustrie gelungen ist, Aluminium zu stellen, das im Mittel einen spezifischen Widerstand von 0,286 Ω mm²/m bei 20 °C hat.

Im Jahre 1924 zuerst ausgeführten internationalen Messungen für elektrische Wellen sind wieder aufgenommen worden. Eine große Anzahl von leuchtendelektischen Resonatoren wurden als Hochfrequenznormale montiert. Mit ihrer Hilfe kann ein besserer Sender auf eine größere Anzahl von Normalwellen mit einer Genauigkeit von mindestens 0,1 vT eingestellt werden.

Eine Meßbrücke wurde gebaut, die Induktivitäten in Sekunden mit der Genauigkeit von einigen Hundsteln zu messen gestattet. Ferner wurden Brücken für dielektrische Verlustmessungen und für Induktivitäten geschaffen. Eine Wechselstrombrücke war

auch für die in Angriff genommene neue Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit zu bauen. Zu den Vorbereitungen für diese Untersuchung gehört u. a. die Herstellung eines Schutzring-Kondensators mit höchster Genauigkeit in der Werkstatt der Reichsanstalt.

Verschiedene Verfahren der Röntgen-Dosismessung wurden miteinander verglichen, mit dem Ergebnis, daß die Dosiseneinheit 1 Röntgen sich zur Zeit auf 1 bis 2 vH genau darstellen läßt. Der Glimmlicht-Oszillograph wurde in eine für technische Zwecke verwendbare Form gebracht. Die damit aufgenommenen Kurven von Vokalen und Konsonanten wurden mittels lichtelektrischer Zelle und Telefon in akustische Schwingungen zurückverwandelt und mit den im Schrifttum bisher bekannten Tonkurven verglichen.

Die Lagermessungen zeigten verschiedene neue Ergebnisse. Vor allem wurde ein Verfahren ausgearbeitet, nach dem die Stellung der Welle im Lager durch elektrische Kapazitätsmessungen bestimmt wird; das für gewöhnliche Lager sehr einfache Verfahren wurde auch auf Kugellager übertragen. Ferner wurde ein Verfahren zur versuchsmäßigen Vorführung des Ölfilms ausgebildet. Die Vergleichversuche an Gleit- und Kugellagern wurden abgeschlossen.

Der magnetische Differentialapparat von Siemens & Halske und der Epstein-Apparat wurden durch Vergleichsmessungen kritisch untersucht. Zum Schmelzen ferromagnetischer Legierungen wurde ein elektrodienloser Vakuumofen mit Hochfrequenzerhitzung von 5 kW hergestellt, der außerordentlich einfach im Bau und bequem in der Handhabung ist. Der Wechselstrom des Kraftwerkes wird auf 6000 V transformiert, lädt eine Kondensatorbatterie von 180 000 cm auf, die sich mit einer Frequenz von 100 000 Hertz über die Ofenspule und eine rotierende Funkenstrecke etwa 800 mal in der Sekunde entlädt. Der Eisenschmelzpunkt wird mit diesem Ofen in 5 bis 10 min erreicht.

Die Prüfungen der Abteilung betrafen 470 Widerstände und Normalelemente, 1640 Wechselstrom-Normalgeräte, 80 Röntgengeräte, 420 Gleichstrom-Meßgeräte, 340 Wechselstrom-Meßgeräte, 50 Wechselstromgrößen, 320 Isolations- und Installationsstoffe, 40 technische Apparate, 20 Maschinen, 180 magnetische Stoffe und Geräte. Ferner sind 22 Elektrizitätszählersysteme neu oder abgeändert zugelassen worden. Zwei neue elektrische Prüfämter in Königsberg und in Kaiserslautern wurden eingerichtet. Durch die acht Prüfämter wurden rd. 234 000 Gegenstände geprüft.

Arbeiten der Abteilung III (Wärme und Druck)

Die Messungen der Isothermen von Helium, Wasserstoff und Neon wurden unterhalb -200 ° fortgesetzt. Es sind nun im Druckbereich von 20 bis 100 at die Isothermen folgender Gase gemessen: Helium von -258 ° bis +400 °, Wasserstoff von -208 ° bis +200 °, Neon von -208 ° bis +400 °, Stickstoff von -130 ° bis +400 °, Argon von -100 ° bis +400 °, Sauerstoff von 0 ° bis +100 ° und Luft von 0 ° bis +200 °. Messungen bei 200 at sind bisher nur an Neon und Stickstoff bei 0 ° und 100 ° ausgeführt worden. Da bei der Heliumverflüssigung mehr als dreimal soviel Flüssigkeit entsteht, als nach dem Gesetz der korrespondierenden Zustände zu erwarten wäre, wird die Entartung einatomiger Gase, auf der dies beruhen kann, durch Versuche geprüft werden.

Die gesetzliche Temperaturskala ist bisher bis herab zu -193 ° festgelegt. Um für tiefere Temperaturen sichere Grundlagen zu gewinnen, wurden mehrere Platin-Widerstandsthermometer sowie mit reinem Stickstoff oder Wasserstoff gefüllte Tensions-Thermometer zwischen -193 ° und -212 ° und zwischen -253 ° und -259 ° an das Heliumgas-thermometer angeschlossen. Für Temperaturen zwischen -210 ° und -253 ° wurde ein Metallthermostat aus Aluminium gebaut, der nach Abkühlung durch flüssigen Wasserstoff von dem Kältebad durch einen evakuierbaren Zwischenraum thermisch isoliert und dann elektrisch auf die gewünschte Temperatur geheizt wird. Zur Feststellung der internationalen Skala wurden zwei Platin-Platinrhodium-Elemente des amerikanischen Bureau of Standards zwischen 400 und 1100 ° an die deutsche Temperaturskala angeschlossen und dann an das englische Staatsinstitut weitergegeben. Die Brauchbarkeit von Wolfram-Bandlampen zur Darstellung der optischen Temperaturskala bis zu 2100 ° wurde erneut geprüft und bestätigt gefunden.

Für die Bestimmung der Temperatur nicht leuchtender sehr heißer Flammen, insbesondere der Flamme des Acetylen-Sauerstoff-Gebläses, haben die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft und der Verein deutscher Ingenieure auf Veranlassung des Fachausschusses für Schweiß-

technik Mittel zur Verfügung gestellt. Die Temperatur wird sowohl aus der Umkehr der Spektrallinien von Salzdämpfen, die in die Flamme eingeführt werden, als auch aus der Emissionsenergie und dem Absorptionsvermögen im Bereich der langwelligen Kohlensäure- und Wasserdampfbanden gemessen. Die Theorie der Spektral-Photometer für thermometrische Zwecke wurde weiter ausgebaut. Eine Farbtemperaturskala wurde aufgestellt und die Farbtemperatur von Flammennormalien damit bestimmt. An den gebräuchlichen Temperaturgläsern wurden durch Ausdehnungsmessungen günstige Bedingungen für die künstliche Alterung dieser Gläser gefunden und veröffentlicht.

Das Despretz'sche Verfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Metallen ist in der Anstalt verbessert worden, indem die Wärmeabgabe der Stäbe nach Nußelt berücksichtigt wurde. Die Versuche zur Bestimmung des Wärmeübergangs bei Kondensation von Heißdampf und Satttdampf wurden weitergeführt. Diese wurden von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft unterstützt, ebenso wie die Versuche über die Verdampfungswärme des Wassers, die zunächst bis 210° durchgeführt wurden. Das zugehörige spezifische Volumen des Dampfes wurde berechnet.

Die Versuche zur Messung großer Gasmengen haben bei Staurändern für 125 bis 600 mm weite Rohre einen bedeutenden Einfluß des Rohrdurchmessers auf die Durchflußzahl ergeben und wurden daher, wiederum gemeinsam mit Dr.-Ing. Kretzschmer, in den Röchlinschen Eisen- und Stahlwerken in Völklingen a. d. Saar auf Rohre von 1 m Dmr. ausgedehnt. Die Untersuchung wurde vom Verein deutscher Ingenieure und von andern Stellen unterstützt. Mit einem Absolut-Zähigkeitsmesser wurden verschiedene Öle auf Zähigkeit untersucht, von denen nun einige als Normalflüssigkeiten für die Prüfung technischer Zähigkeitsmesser dienen. Die Untersuchung der Zähigkeitsmesser nach Engler, Vogel-Ossag und Lawaczek wurde abgeschlossen.

Zur Messung der Wärmeausdehnung wurden Versuchseinrichtungen geschaffen, die bis -253° brauchbar sind. Die Ausdehnung des Glimmers wurde von -253° bis $+500^\circ$ gemessen, die verschiedener Gläser, Porzellane und Metalle von -253° bis $+100^\circ$. Die grundlegenden Feuchtigkeitsmessungen wurden bis 90° durchgeführt und sollen bis 120° fortgesetzt werden.

Im Berichtsjahr wurden etwa 400 Liter flüssigen Wasserstoffes hergestellt. Mit der Einrichtung zur Heliumverflüssigung wurde die Temperatur von $-271,8^\circ$ erreicht. Die Kälteforschung wird von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft unterstützt, deren Einfluß auch der Bau eines neuen KälteLaboratoriums mit Einrichtungen zur Verflüssigung von Stickstoff und Sauerstoff und zur Herstellung von 10 l/h flüssigem Wasserstoff zu verdanken ist.

Die Prüfungen der Abteilung erstreckten sich auf 5440 Ausdehnungsthermometer (ohne Fieberthermometer), 220 elektrische und optische Thermometer, 460 Druckmeßgeräte, 440 Erdölmeßgeräte, 140 verschiedene Geräte und Stoffe, sowie 576 490 Fieberthermometer. Das unter der technischen Aufsicht der Reichsanstalt stehende Thüringische Landesamt für Maß und Gewicht hat 4700 verschiedene Thermometer und 3946 170 Fieberthermometer geprüft, das Anhaltische Staatsprüfamt 777 305. Insgesamt sind also 5,3 Millionen Fieberthermometer untersucht worden.

Arbeiten der Abteilung IV (Optik)

Auf die umfangreichen Spektraluntersuchungen der Abteilung kann hier nur hingewiesen werden.

Mit Rücksicht auf die im Gang befindlichen Kugellageruntersuchungen wurden vier Sätze von Kugeln von 3 bis 12 mm Dmr. auf die Genauigkeit der Durchmesser untersucht. Es ergaben sich bei den kleinsten Kugeln Abweichungen bis 0,0013 mm, bei den größten bis 0,0019 mm vom mittleren Durchmesser, abgesehen von einigen Kugeln mit groben Fehlern.

Der von Warburg stammende Plan einer auf die Hohlraumstrahlung gegründeten Lichteinheit erfordert für die nacheinander vorgesehenen photometrischen, bolometrischen und spektral-photometrischen Messungen während der Gesamtheit dieser Messungen eine überaus genaue Konstanz der Ofentemperatur (auf $\frac{1}{4}^\circ$ bei 2100° und 2800° abs.). Um dies erreichen zu können, wird die Ofenstrahlung unter Benutzung eines schwingenden verschiebbaren Doppelsektors mit spiegelnden Vorderflächen dreifach gespalten, so daß die genannten drei Messungen gleichzeitig erfolgen können. Die aufzeichnende Photometrierung von Lampen wurde mit Erfolg weiter ausgebaut. Mit dünnen Metallfolien wurden Thermolemente von 0,02 mm Breite und 0,0005 mm Dicke hergestellt. Die Folien werden neuerdings in einem privaten Laboratorium für die Technik hergestellt.

Die Abteilung hatte 120 Prüfungen der Planpar 250 Photometrierungen, 10 Absorptionsmessungen, optische und spektroskopische und 490 photometrische Prüfungen durchzuführen.

Aus der Anstalt sind im Berichtsjahr 154 Vorträge gehalten hervorgegangen.

Charlottenburg

Max J.

Technische Mechanik

Eine neue Breitstrahldüse

Ausgehend von den Versuchen von Weißbach über die Strahlbildung bei Ausfluß aus dünner Wand, weiser Einschnürung, ist diese Einschnürung zwar durch konvergierende ebene Flächen bewirkt worden, führte dazu, die Verformung eines rechteckigen Strahls durch zwei konvergierende ebene Flächen zu untersuchen und die freien Randflächen zu bestimmen. Diese Randflächen sind im wesentlichen einfache Hyperbeln. Nur die Flüssigkeitsschichten in unmittelbarer Nähe der Konvergenzflächen werden stärker verformt und haben abweichende Randkurven.

Die Grundform der neuen Breitstrahldüse, Abb. 1, besteht nun aus zwei konvergenten ebenen und zwei konvergenten, nach den Randflächen gekrümmten Wänden. Abmessungen vor den Divergenzwänden leiten einen runden Rohrquerschnitt auf die Düse über.

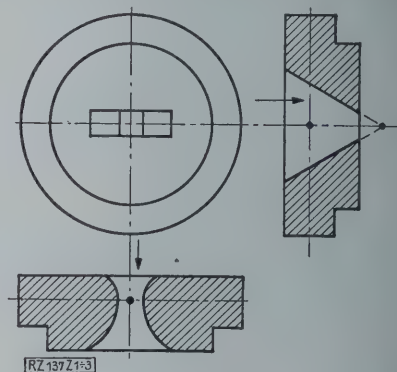


Abb. 1 bis 3
Breitstrahldüse

Die Düse bewirkt mit geringem äußeren Zwang die gewünschte Formänderung der Flüssigkeit. Bei Strömungsgeschwindigkeiten tritt der freie Strahl als zusammenhängende Flüssigkeitsschicht, Abb. 4, aus. Bei der Wirkung der Oberflächenspannung deutet man die Strahlform erkennen. Bei größerer Geschwindigkeit zerfällt die Schicht schon kurz nach ihrem freien Austritt, und die Flüssigkeit wird wegen der Divergenz der Stromfäden zerstäubt, Abb. 5. Ein Leuchtgasstrahl hat dieselbe Erscheinung wie ein Wasserstrahl.

Der aus der Düse austretende freie Strahl zeigt die Oberflächenspannung die Strahlbildung nicht so deutlich, wie man bisher annahm. Man erklärte die eigentümliche Strahlform, Abb. 6 und 7, beim Austritt der Flüssigkeit aus einer quadratischen Öffnung in einer Wand wie folgt²⁾: „Die Oberflächenspannung stümmt die Ecken zunächst ab und zieht dann den Umrißpunkt der Gleichgewichtslage hinaus ein.“

Diese Ansicht über die Ursache der Ausbreitung der vier Strahlrippen ist sicher irrtümlich. Das Rippenentstehen infolge der konvergenten Strömung, welche im Innern des Gefäßes ausgebildet wird, der Strahl breitet sich an den Stellen aus, wo die Neigung der Stromfäden am stärksten ist. An sich ist der Austrittswinkel der Stromfäden in bezug auf die Kanten der Oberflächen des Strahles überall gleich. Betrachtet man aber in Abb. 8 zwei Teilchen a und a' nahe der Mündung des Auflaufquerschnittes, so müssen diese beiden Teilchen sehr bald infolge ihrer verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten aufeinandertreffen. Ihre Bewegungskomponenten verlaufen sich zu einer resultierenden Bewegungsrichtung, die dem mittleren Stromfaden stärker geneigt ist als die Richtung eines Teilchens, das von der Mitte einer Seite her nur diejenige Konvergenz hat, die es vom Inneren des Gefäßes her mitbringt.

Die Flüssigkeit breitet sich nach den Punkten der schwächsten Konvergenz hin aus. Die Oberflächenspannung wirkt höchstens der Ausbreitung entgegen, kann sie

¹⁾ Auszug aus der gleichnamigen Dissertation des Verfassers.

²⁾ Vergl. Philipp Forchheimer, Hydraulik, S. 175.



Abb. 4 (links)
Austritt des freien Strahles
aus der Breitstrahldüse mit
kleiner Strömungs-
geschwindigkeit als
dünne zusammenhängende
Schicht

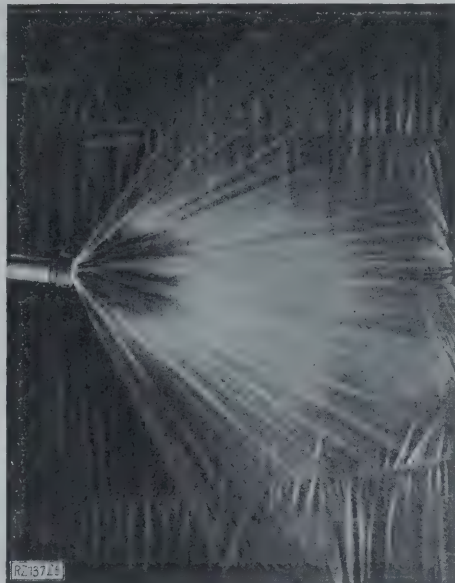


Abb. 5 (rechts)
Austritt des freien Strahles
aus der Breitstrahldüse mit
größerer Geschwindigkeit;
die Schicht zerfällt kurz nach
dem freien Austritt, und die
Flüssigkeit wird zerstäubt.

verursachen. Sie beeinflusst den Strahl aus der Breit-
düse, Abb. 5, schon von 1 at Überdruck an praktisch
mehr. Die Strahlbildung ist vielmehr beherrscht
von Konvergenz und Divergenz der Stromlinien.
Unter den vielen Anwendungsmöglichkeiten dieser Düse
besonders ihre Verwendbarkeit für Feldberegnung unter-
sucht worden. Sie ermöglicht gegenüber den „Runddüsen“
eine einseitige Beregnung von einem Regnerzug aus⁹⁾.
Bild der Flüssigkeitsverteilung und des Streubereichs
Abb. 9; der Streuwinkel beträgt 120° . Bei einem Wäge-
winkel der Düse von 45° und einem Senkrechtwinkel
von 0° zur Achse des Regenrohrs erhält man als be-
rechnete Fläche nahezu ein Viereck mit 8 m Seitenlänge,
wobei eine Seite an dem Regenrohr anliegt. Bei einem
Düsenabstand von 6 m an einem Regnerzug er-
hält man gute Überdeckung der Düsenbereiche. Infolge
des großen leichten Durchgangs eignen sich die Düsen
zur Verregnung von Abwasser, das auf eine Korn-
größe von 2 mm grob vorgereinigt ist. Die Düsen werden
entweder als Rohrstück mit einem zweimal gequetschten
Ende oder als Hahn ausgeführt, wobei die Düse teils durch
den Hahngehäuse und teils durch das Kücken gebildet wird,
Abb. 10 und 11. [M 137]
Erfunden von

Studienrat Dr.-Ing. F. Stritter

Vergl. Z. B. 64 (1920) S. 319.

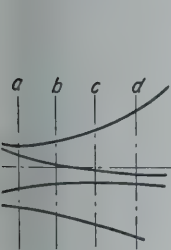


Abb. 6
Strahl aus einer
kreisförmigen Öffnung
in dünner Wand

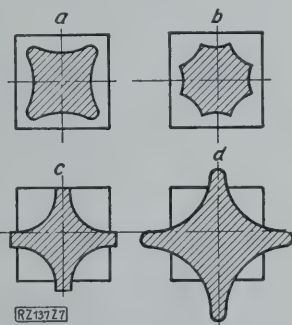


Abb. 7
Querschnitte zum Strahl
nach Abb. 6

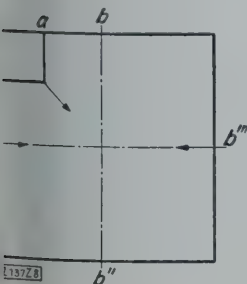


Abb. 8
Die Konvergenz der Strom-
linien ist an den Punkten b,
b', b'', b''' am kleinsten, in
den Ecken am größten.

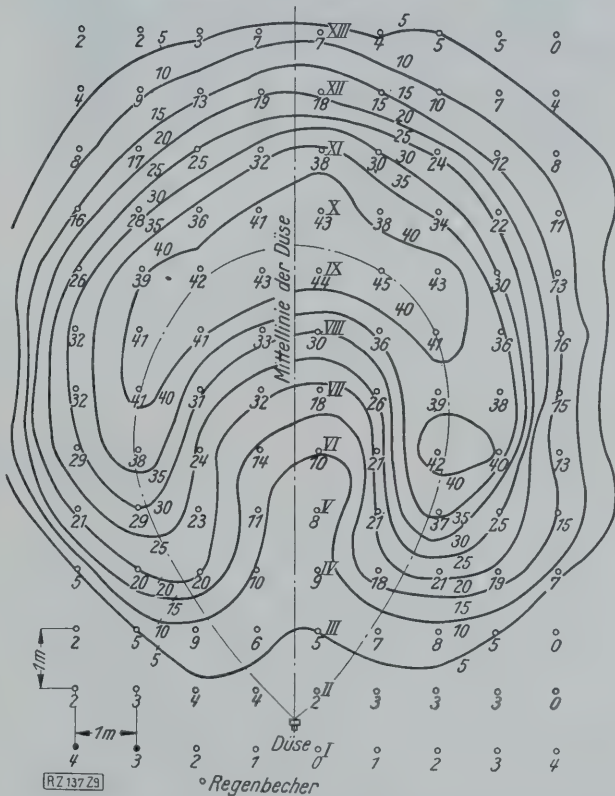


Abb. 9
Flüssigkeitsverteilung und Streubereich der neuen Breitstrahldüse
Regenhöhe in mm — Dauer der Beregnung 5 min — Neigung der
Düsenmitte rd. 30° gegen die Wagerechte.

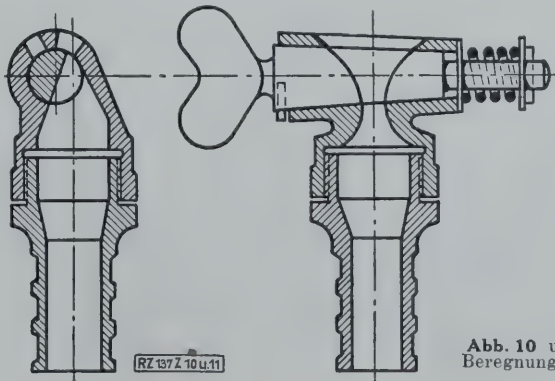


Abb. 10 und 11
Beregnungshahn

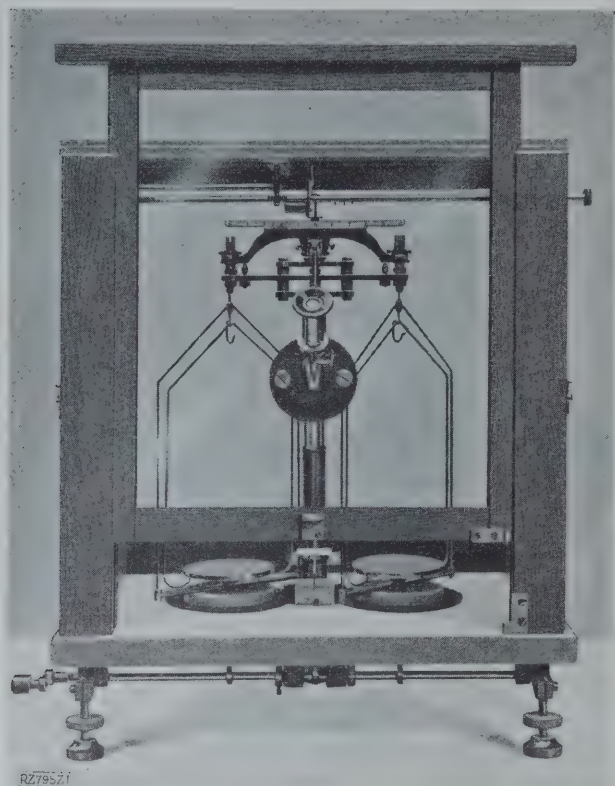
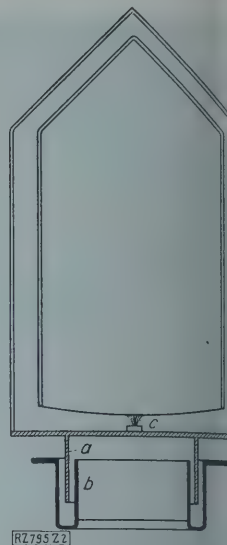


Abb. 12. Analysenwaage mit Luftdämpfung

Chemische Apparate

Analysenwaage mit Luftdämpfung

Anläßlich der Achema V (Fünfte Ausstellung für chemisches Apparatewesen) in Essen 1927 wurde eine Analysenwaage mit Luftdämpfung, Abb. 12, gezeigt, die von der Firma Kurt Retsch, Düsseldorf, hergestellt wird. Der

Abb. 13
Dämpfeinrichtung der
aperiodischen Analysen-
waage

a Metallglocke
b Dämpfzylinder
c Pinzel

Vorteil bei der Benutzung einer derartigen Wägung besteht darin, daß alsbald nach dem Auflegen annähernd richtigen Gewichtes und dem Auslösen der Zeiger zum Stillstand kommt. Mittels Mikroskop man dann an der Skala sofort bis auf $\frac{1}{100}$ mg Genauigkeit den Berichtigungswert ablesen.

Folgendes Beispiel wird angegeben: Der Gegenstand wiege 72,86473 g. Auf die rechte Schale setzt man das Fadenskreuz des Mikroskops zeigt auf 4,73 links die Ziffer 7 noch an einem Teilstrich abgelesen werden kann, während die Ziffer 3 auf Schätzung beruht. Eichung gemäß entsprechen die abgelesenen 47,3 Teilstriche 4,73 mg, die man im vorliegenden Falle der Genauigkeit zuzählen hätte. Das richtige Gewicht beträgt 72,86473 g. Die Waage gibt also den richtigen Wert ohne Interpolation und ohne Reiterverschiebungen in kürzester Zeit an.

Die Dämpfeinrichtung, Abb. 13, besteht im wesentlichen aus einer Metallglocke a, die in einen Luftzylinder b taucht. Der Pinzel c dient zur Beruhigung der eigentlichen Waagschale. [M 795]

Kleine Mitteilungen

Der Wirkungsgrad von Verbrennungsmaschinen

Gelegentlich der Versammlung der British Association in Leeds hat Prof. David darauf hingewiesen, daß die zum Vergleich benutzten Ideal-Wirkungsgrade, die auf Grund bekannter Werte der spezifischen Wärme und des Dissoziationsgrades berechnet werden, zu niedrig sind, hauptsächlich weil die übliche Bestimmung der spezifischen Wärme der Verbrennungsgase auf Grund der Bombenversuche auf der Annahme beruht, daß die Verbrennung in dem Augenblick beendet ist, wo in der Bombe der höchste Druck auftritt. Wird bei solchen Messungen die unvollständige Verbrennung des Bombeninhalts berücksichtigt, so liefert der Versuch zu hohe Werte für die spezifische Wärme der Verbrennungsgase sowie für den Dissoziationsgrad. Ferner erwähnte David, daß auf Grund vorliegender Versuche der Wirkungsgrad von Verbrennungsmaschinen mit zunehmendem Verdichtungsgrade schneller zunimmt, als theoretisch zu erwarten wäre. Tizard und Pye fanden z. B., daß der Wirkungsgrad beim wirklichen Versuch beim Verdichtungsgrad 1:4 82 vH, dagegen beim Verdichtungsgrad 1:7 85 vH des Wirkungsgrades des entsprechenden Luftkreisprozesses betragen hat. Dabei sollte man wegen der höheren Verbrennungstemperaturen und des ungünstigeren Verhältnisses von Oberfläche zu Rauminhalt gerade das Umgekehrte erwarten. („Engineering“ 16. September 1927 S. 371*) [N 850 a] H.

Kreiselpumpen mit hohem Wirkungsgrad

Die Worthington Pump and Machinery Corp. hat für ein amerikanisches Wasserwerk zwei Kreiselpumpen geliefert, deren eine in 24 h rd. 265 000 m³, die zweite rd. 190 000 m³ bei der gleichen Förderhöhe von rd. 52 m för-

dern. Die Pumpen haben gleich große Gehäuse, man die kleinere Pumpe durch einfaches Auswechseln der Laufräder auf die Leistung der größeren bringen kann. Abnahmeversuche ergaben für die größere Pumpe eine Förderhöhe 86 vH, für die kleinere bei 53,2 vH der Höhe 88,5 vH Pumpenwirkungsgrad. Zum Antrieb der Pumpen dienen zwei Synchronmotoren von 260 und 2050 PS. Die zum Erzeugen des beim Anlaufen erforderlichen Unterdrucks eingebauten beiden Luftpumpen werden durch je einen Motor von 5 PS angetrieben. („Engineering“ 9. September 1927 S. 290*) [N 850 b]

Selbsttätige Formschneidemaschine Sauerstoff-Schneidbrenner

In der Ausstellung für Schiffbau, Ingenieur- und Maschinenwesen in Olympia zeigte die Firma Hacock Ltd., Aurelia Road, Croydon, eine selbsttätige Maschine zum Formschneiden mittels Sauerstoffbrenners. Ein Wagen trägt zwei Längsschienen, auf denen ein Wagen läuft, der die Querschienen hat; auf diesem läuft der Träger für den Schneidbrenner. Die Schablone, die die Umrißform der zu schneidenden Teile darstellt, besteht aus Band-Aluminium, das mit der Hand leicht gebogen werden kann; sie wird mit kleinen Tragstücken auf einer Holzplatte auf dem Tisch befestigt. Das hochstehende Aluminiumband der Schablone wird von zwei Brennerträgern auf dem Wagen befestigten gezähnten Rollen umfaßt, die von einem kleinen Elektromotor angetrieben werden und an der ganzen Schablone entlang laufen, der Schneidbrenner den gleichen Weg über dem Werkstück neben dem Tisch beschreibt; die Geschwindigkeit kann durch eine Hand geregelt werden. 6 mm dicke Bleche können mit einer Schnittgeschwindigkeit von 38 cm/min geschnitten werden. („Canadian Machinist“ 17. September 1927 S. 62E) [N 850 c]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Bücher für Motoren- und Fahrzeugbau, Bd. 5a: **Automobilbau**. Von P. M. Heldt. 4. Bd.: Vergaser und Brennstoffe. Deutsche Bearb. von H. Dechamps. Berlin 1927, Richard Carl Schmidt & Co. 200 S. m. 155 Abb. Preis 14 M.

Das als Bd. 4 des Sammelwerkes „Automobilbau“ hergegebene Buch bringt in 18 Abschnitten eine gedrängte Übersicht über alle Fragen, die mit der Behandlung des Brennstoffes im Kraftwagen in Zusammenhang stehen. Ausgehend von den Eigenschaften des Benzins und einigen Mitteln über seine Gewinnung, behandelt der Verfasser älteren und neueren Bauarten der Vergaser und ihre Abteile an der Hand zahlreicher Abbildungen, die recht wiedergegeben sind. Im Anschluß hieran werden Brennstoffbehälter, Fördereinrichtungen für Brennstoffe, Betriebsanlagen an der Brennstoffanlage und die Anwendung der Guffas-Analyse zum richtigen Einstellen der Vergaser besprochen. Den Abschluß bilden Betrachtungen über Petroleum, Benzol und andere Ersatzbrennstoffe sowie ein kurzer Abschnitt über das Klopfen und seine Verhinderung. H.

Automobilreifen. Von Gabriel Becker. Berlin 1927, Krayn. 95 S. m. 97 Abb. Preis 4,50 M.

Mit Unterstützung des Reiches und der Allgemeinen Omnibus A.-G., die Wagen zur Verfügung stellte, hat der Verfasser vergleichende Untersuchungen über die Wirkung von Vollgummireifen, Kissenreifen, Hochdruckluftreifen und Niederdruck- oder Ballonreifen für Kraftwagen durchgeführt, deren Ergebnisse in sehr anschaulicher Weise gestatten, eine beliebige Reifenart auf elastischen Eigenarten hin zu werten. Als Vergleichsmaßstab hierbei das unter bestimmten Verhältnissen für 1000 kg Mehrbelastung aufgenommene Arbeitsvermögen, Kennzahl, die sich nur mit der ruhenden Anfangslast des Reifens ändert, und zwar bei steigender Anfangslast rasch wird. Nach dieser Wertung fallen Reifen mit 4 mkg Aufnahmevermögen in die Gruppe der Vollgummireifen, solche von 8 bis 12 mkg in die Gruppe der Kissenreifen, solche von 15 bis 23 mkg in die Gruppe der Hochdruckluftreifen und solche von 23 bis 60 mkg in die Gruppe der Ballonreifen.

Wertvoll sind auch die allgemeinen Schlußfolgerungen, die der Verfasser aus den bisherigen Ergebnissen mit Bezug auf den Angriff der Straßendecke zieht. Danach eignen sich Vollgummireifen nicht für Fahrzeuge, die Geschwindigkeiten über 15 km/h erreichen können, weil bei dieser Fahrt die Drücke auf die Straßendecke durch Unebenheiten auf ein Mehrfaches gesteigert werden können. Anstandslos können die weichen Reifenarten die Straßendecke in so hohem Grade, daß man daran denken könnte, zu zerstören, die solche Reifen verwenden, Steuerermäßigungen bis zu 36 vH zu gewähren.

Die Versuche wurden sinngemäß auch auf Reifen für Lastkraftwagen und für Schlepper ausgedehnt, wobei sich grundsätzlich neuen Gesichtspunkte ergeben haben. Wäre noch eine Ausdehnung der Untersuchungen auf das wirtschaftliche Gebiet, weil man dann den Kennwert über das elastische Verhalten auch solche über die Lasten gegenüberstellen könnte. [E 808] Dr. Heller

Werkstattdbücher, 29. H.: **Kugel- und Rollenlager**. Von Dr. Bohr. Berlin 1927, Julius Springer. 64 S. m. 15 Abb. Preis 1,80 M.

Werkstattdbücher, 30. H.: **Gesunder Guß**. Von Dr. Erdmann. Berlin 1927, Julius Springer. 70 S. m. 15 Abb. u. 14 Tab. Preis 1,80 M.

Heft 29 der Werkstattdbücher behandelt die Kugel- und Rollenlager unter besonderer Berücksichtigung des Einbaus. Beachtet man, daß nach Untersuchungen rd. 70 vH der frühzeitig zerstörten Lager durch falschen Einbau und unrichtige Behandlung verdorben wurden, so wird man verstehen, daß gerade die in diesem Heft gegebenen Anweisungen über richtigen und fehlerhaften Einbau dazu beitragen können, eine große Verlustquelle auszumerzen.

Dem gleichen Zweck dient auch Heft 30, das eine Anleitung für Konstrukteure und Gießer darstellt, um Fehler zu verhindern. Ein Guß ist erst dann als „gesund“ zu bezeichnen, wenn er nach jeder Richtung hin seiner Bestimmung nach einwandfrei ist und sich auf die billigste Art ausführen läßt. Das Heft gibt nun in knapper, sachlicher Weise für Graugießerei und Stahlgießerei Richtlinien, die vom Konstrukteur wie vom Gießer beachtet werden

müssen. Die große Zahl der Abbildungen, namentlich die Gegenüberstellungen von „Falsch“ und „Richtig“, geben dem Heft den Charakter eines Betriebs- und Lehrbuches. [E 641] W. Wiedemann

Schweißen, Schneiden und Metallspritzen mittels Azetylen. Von J. H. Vogel. Halle a. d. S. 1927, Carl Marhold. 129 S. m. 98 Abb. Preis 4,50 M.

Neun Vorträge, die am 17. und 18. September 1926 auf der Hauptversammlung des Deutschen Azetylenvereins in Eisenach gehalten wurden, sind durch wörtliche Wiedergabe der in der Aussprache vorgebrachten Ergänzungen vervollständigt. Das Gebiet der Azetylenexplosionen, ihre Ursache, Wirkung und Verhinderung wird allein in vier Vorträgen und einem besonderen Bericht über „tote Räume und Lufttaschen in Azetylen-Entwicklern“ sehr ausgiebig behandelt. Über die physikalischen Eigenschaften der mittels Azetylen-Sauerstoff oder auf elektrischem Wege geschweißten Erzeugnisse werden in einem Vortrag eingehende Untersuchungen gebracht mit dem Ergebnis, daß jedes der beiden Schweißverfahren seine bestimmten Vorteile hat, so daß sich auch in Zukunft beide weiter entwickeln werden, ohne daß das eine das andere verdrängen kann. Neue Gesichtspunkte bringt die Untersuchung der Schweißflamme, die in einem sehr umfangreichen Vortrag behandelt wird. Besonders der Flugzeugbau und das Metallspritzverfahren sind neue Anwendungsgebiete der Gas-schmelzschweißung.

Das Buch zeigt, daß das Gebiet der autogenen Metallbearbeitung noch lange nicht erschöpft ist und immer wieder neue Aufgaben stellt. Es zeigt aber auch, daß deutsche Wissenschaft und deutsche Gründlichkeit hier eine Arbeit geleistet haben, die weit über die Grenzen unseres Landes hinaus Beachtung und Anerkennung finden wird. [E 790] Dipl.-Ing. Kalisch

Die Wassersperrarbeiten bei Bohrungen auf Erdöl. Von B. Schwaiger. Berlin 1927, Julius Springer. 107 S. m. 53 Abb. Preis 9 M.

Das vorliegende Buch bereichert in erfreulicher Weise das sonst so magere deutsche Schrifttum über Bohrungen auf Erdöl. Der Verfasser gibt nicht nur seine eigenen Erfahrungen und Vorschläge hinsichtlich Bekämpfung der schädlichen Verwässerung der Bohrlöcher bekannt, sondern bringt auch verschiedene Angaben über amerikanische Verfahren, die man sich sonst aus den Zeitschriften mühsam zusammensuchen müßte. Auf diese Weise erhält der mit der Ausführung der Bohrungen betraute Fachmann wertvolle Fingerzeige über die zahlreichen, der Wasserabsperzung dienenden Verfahren, die Art, Behandlung und Verwendung der Dichtungstoffe bei verschiedenen Gebirgsverhältnissen. Die Ausführungen werden durch die Schilderung der Überwachungsmaßnahmen und Prüfungen vollzogener Sperren ergänzt und durch klare bildliche Darstellungen erläutert. [E 810] Steiner

Handbuch der Physik. Herausgeg. von H. Geiger und Karl Scheel. 9. Bd.: Theorien der Wärme. Red. von F. Henning. Berlin 1926, Julius Springer. 616 S. m. 61 Abb. Preis 49,20 M.

In einem für Physiker bestimmten Band über die Theorie der Wärme kann der Ingenieur mit durchschnittlicher mathematischer und physikalischer Vorbildung nicht erwarten, etwas für ihn Genießbares zu finden. Aber mit Genugtuung wird er nach Durchsicht dieses Buches, wie der Kandidat Jobs von einer guten Predigt, sagen können:

„Den einen Theil Niemand verstehen kann,
Den andern Theil aber verstehtet man.“

In der Tat erstrecken sich die viel mathematische Vorkenntnisse verlangenden fünf ersten Kapitel von K. F. Herzfeld, Bennewitz, Smekal, Landé und Byk fast genau bis in die Mitte des Buches. Dann aber folgen drei Kapitel, die ohne besondere Schwierigkeit auch dem Ingenieur zugänglich sind. In Kapitel 6 behandelt G. Jäger die kinetische Theorie der Gase und Flüssigkeiten so einfach und klar, daß auch jemand, der noch gar nichts von der kinetischen Theorie weiß, ein sehr vollständiges Bild von ihr gewinnt. Kapitel 7, bearbeitet von W. Jaeger, enthält eine äußerst lesenswerte Darstellung der Erzeugung von Wärme aus andern Energieformen mit starker Betonung der Versuchsverfahren. Acht Arten der Energieumwandlung in Wärme sind darin behandelt, nämlich die aus mechanischer, aus elektrischer und aus magnetischer

Energie, beim Atomzerfall, bei Aggregatänderungen und -umwandlungen, bei Strahlung, bei Dissoziation und aus chemischer Energie. Im Schlußkapitel endlich unterrichtet uns Henning über Temperaturmessung. Da wohl fast jeder Ingenieur sich gelegentlich mit Fragen der Temperaturmessung zu befassen hat, so kann das Studium dieses Kapitels, das die theoretischen und experimentellen Grundlagen aller Verfahren besonders klar und systematisch erörtert, nicht eindringlich genug empfohlen werden. Noch wertvoller wäre es freilich für den Ingenieur, wenn in dem Abschnitt „Spezielle Probleme“ auch einige praktische Aufgaben, wie die der Temperaturmessung strömender Stoffe, kurz erörtert wären, während sich der Verfasser bezüglich solcher Aufgaben mit dem Hinweis auf das Buch von Knoblauch und Hencky begnügt. Aber die beiden letzten Kapitel des Bandes entfernen sich schon so weit von dem Haupttitel „Theorie der Wärme“, daß man die Zurückhaltung des Verfassers in dieser Hinsicht verstehen kann.

Bei dem ganzen Band fällt besonders auf, wie glücklich der Stoff an die Bearbeiter verteilt ist. Jedes einzelne Kapitel atmet den Geist der Originalität und der Persönlichkeit eines Meisters des behandelten Sondergebietes.

[E 809]

Max Jakob

Essays on the art and principles of chemistry. Von Henry E. Armstrong. London 1927, Ernest Benn. 276 S. Preis 15 sh 10 d.

Mit diesen Beiträgen zur angewandten Chemie will der Verfasser die Notwendigkeit der wissenschaftlichen Ausgestaltung der praktischen Chemie betonen. Er möchte den Leser zum selbständigen Denken anregen und vermeiden, daß man „das Knie vor der Autorität beugt“. Er bringt zum Ausdruck, daß alles, auch die Wissenschaft, kritisch betrachtet werden soll. Unter den verschiedenen Beiträgen befindet sich auch die erste Rudolph Messel-Gedächtnis-Vorlesung aus dem Jahre 1922. [E 637] Ks.

Techniker und Juristen. Erinnerungen und Betrachtungen. Dem Reichspatentamt zum 50jähr. Jubiläum von ehemaligen Mitgliedern. Berlin 1927, Carl Heymann. 169 S. Preis 5 M.

Abhandlungen zum Arbeitsgebiet des Reichspatentamts. Festgabe zur Feier des 50jähr. Bestehens des Reichspatentamts. Herausgeg. von Hermann Isay. Berlin 1927, Carl Heymann. 224 S. Preis 15 M.

Das Reichspatentamt 1877—1927. Rückblick auf sein Werden und Wirken. Herausgeg. vom Reichspatentamt. Berlin 1927, Carl Heymann. 129 S. Preis 9 M.

In dem ersten Buch, „Techniker und Juristen“, geben 18 Techniker und Juristen, die an maßgebenden Stellen im Patentamt an der ungewöhnlich raschen Entwicklung mitgearbeitet haben, Erinnerungen persönlicher Art, meist in humorvollem Plauderton, zum besten.

Die von Isay herausgegebenen „Abhandlungen“ sollen den Dank der deutschen Rechtswissenschaft für die fruchtbaren Anregungen darstellen, die vom Patentamt in den 50 Jahren seines Bestehens ausgegangen sind. Elf Juristen und ein Patentanwalt beschäftigen sich eingehend mit aktuellen Fragen aus dem Patentrecht und Warenzeichenrecht, die auch für den Techniker von hohem Wert sind.

Der dritte Band, „Das Reichspatentamt“, ist vom Patentamt als Denkschrift zum 50jährigen Bestehen herausgegeben; er gibt einen Überblick über die Entwicklung und einen Einblick in die Tätigkeit des Amtes. Nach einer allgemeinen Betrachtung über das Patentwesen und die Behörde werden kurz die Gebiete behandelt, auf denen bedeutende Erfindungen gemacht und wichtige Patente erteilt worden sind.

Allen drei Büchern ist in den Kreisen der Technik und Industrie weiteste Verbreitung zu wünschen.

[E 781]

W. G.-B.

Werkstofftagung Berlin, 22. Oktober bis 13. November 1927. Zweck und Ziel, Organisation, Vorträge (WT 4). Verlag der Werkstofftagung, Berlin 1927, Ingenieurhaus. 38 S. Kostenlos.

Rationeller Dieselmotorenbetrieb. Anleitung für Betrieb, Instandhaltung und Reparatur ortsfester Viertakt-Dieselmotoren. Von Josef Schwarzböck. Berlin 1927, Julius Springer. 143 S. m. 62 Abb. Preis 9 M.

Wärmetechnische Berechnung der Feuerungs- und Dampfkesselanlagen. Von Fr. Nuber. 4. Aufl. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 116 S. m. 10 Abb. Preis 4,20 M.

Brennstoffuntersuchungen 1926 der Thermochemischen Versuchsanstalt. Von Prof. Dr. Aufhäuser. Hamburg 1927, Selbstverlag. 23 S. Preis 3 M.

Die deutsche Braunkohlenindustrie, 3. Bd.: **Die Chemische Braunkohle.** Herausgeg. von E. Erdmann. M. Dolch. 2. Aufl. Halle a. d. S. 1927, W. Knapp. 321 S. m. 191 Abb. Preis 42 M.

Report on tabulating the results of heat engine trials London 1927, William Clowes and Sons, Ltd. 3. Preis 5 sh.

Motor Vehicles and their engines. Von Edward S. Fr. und Ralph B. Jones. 3. Aufl. New York 1927, van Nostrand Co. 434 S. m. 367 Abb. Preis 3 \$.

Erläuterungen zu den Vorschriften für elektrische Bauleistungen (Gültig ab 1. Januar 1926.) Herausgeg. von H. U. Berlin 1927, Julius Springer. 79 S. Preis 5 M.

Flugzeugbau und Luftfahrt, 7. H.: Der Flugmotor. W. Möller. 1. T.: Grundlagen. Berlin-Charlotte 1927, C. J. E. Volckmann Nachf. 71 S. m. 46 Abb. 2,50 M.

Taschenbuch der Luftflotten Jg. 1927. Herausgeg. von Werner von Langsdorff. Frankfurt a. M. H. Bechhold. 556 S. m. 824 Abb. Preis 12 M.

Die Lehre vom Trocknen in graphischer Darstellung. Karl Reyscher. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 74 S. m. 34 Abb. Preis 4,50 M.

Haeders Hilfstabellen für technische Berechnungen und Konstruktionen. Von Walter Haeder. 10. Aufl. Baden 1927, Otto Haeder. 132 S. m. zahlr. Abb. 1,80 M.

Anlagenammlung zu den Technischen Vorschriften Bauleistungen. Normen, Vorschriften, Erlasse. Bearb. von Ob.-Reg.-Baurat Voß und Reg.-Oberinsp. Beer. Berlin 1927, Bauwelt-Verlag. 490 S. m. Abb. Preis 11 M.

Erprobte Bauanweisungen. Von Curt Jauer. Berlin Rothgier & Diesing. 100 S. m. 141 Abb. Preis 1,50 M.

Die Tagesbeleuchtung von Innenräumen. Vier Vorträge gehalten auf der 14. Jahresversammlung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, E. V., in Essen, 17. September 1926. Berlin 1927, Selbstverlag der Gesellschaft. 76 S. m. Abb. Preis 1,50 M.

Die Abwasserreinigung. Von H. Bach. München Berlin 1927, R. Oldenbourg. 183 S. m. 64 Abb. 9,60 M.

Bund der Elektrizitätswerke der neuen Gebiete Rumäniens. Statistik der Elektrizitätswerke Rumäniens 1926. Hermannstadt-Sibiu, Geschäftsstelle des Bundes. 98 S. 11 M.

Technisch-Physikalische Rundblicke. Von Dr. J. Geil. Leipzig und Berlin 1927, B. G. Teubner. 178 S. m. 196 Abb. Preis 4,80 M.

Numerische Infinitesimalrechnung. Von Martin Lin. Berlin und Bonn 1927, Ferd. Dümmler. 176 S. m. 17 Figuren. Preis 15 M.

Die Radio-Reihe, 22. Bd.: Transformatorverstärker. Ludwig Müller und Manfred von Ardenne. Berlin 1927, Richard Karl Schmidt & Co. 137 S. m. 66 Abb. Preis 4 M.

Schweizer Schriften für Rationelles Wirtschaften. Nr. 10: Zur Psychologie der Arbeit. I. Die Psychologische der Arbeit von J. Suter. II. Zur Psychologie der Arbeit von A. Carrard. Zürich 1927, Mühlhofer & Co. A.-G. 100 S. Preis 5 M.

Welthandels-Atlas, 25. Bd.: Erdöl und Benzin. Produktion, Handel und Konsum. Von Walther Schmidt und Georg Heise. Berlin-Lichterfelde 1927, Columbus-Verlag. G. m. b. H. (Paul Oestergaard). Preis 3,50 M.

Neuere monopolistische Tendenzen in Industrie und Handel. Von Gustav Cassel. Berlin 1927, Julius Springer. 78 S. Preis 3,90 M.

Tatsachen und Zahlen aus der Kraftfahrzeug-Industrie. Zusammengestellt vom Reichsverband der Automobilindustrie, E. V. Berlin. 77 S. m. Abb. Preis 0,75 M.

Festschrift anlässlich des 30jährigen Bestehens der Schlesischen Gewerbeschule und des 25jährigen Bestehens der Staatsgewerbeschule in Mähr.-Schönberg. 1927, Verlag der Staatsgewerbeschule. Preis 2,50 M.

Der Arbeitsnachweis Dresden im Dienste der Wirtschaft. Aus seiner Tätigkeit im Jahre 1926/27. Von Nerschmann. 52 S. Preis 1 M.

Carlswerk - Rundschau. Herausgeg. von Felten. Guilleaume-Carlswerk, A.-G., Köln-Mülheim. 1. H. 1927. 32 S. m. Abb. Preis 1 M.

Sammlung Göschen. 102. Bd. Geodäsie (Landesvermessung und Erdmessung). Von Gustav Förster. Berlin Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 121 S. m. 33 Abb. Preis 1,50 M.

Die erste deutsche Werkstofftagung

Sonnabend, den 22. Oktober, bis Sonntag, den 13. November 1927, Berlin

Die vom Verein deutscher Ingenieure, dem Verein deutscher Eisenhüttenleute, der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde, dem Zentralverband der deutschen Elektrotechnischen Industrie und zahlreichen anderen Verbänden der Erzeuger und Verbraucher sowie der Ausstellungs-, Messe- und Verkehrsamt der Stadt Berlin veranstaltete Werkstofftagung hat die Aufgabe, die breiten Schichten der Werkstoffverbraucher mit den noch viel größeren Schichten der Werkstoffhersteller zu enger Gemeinschaft zusammenzuführen¹⁾. Die Werkstoffe haben eine große Bedeutung für die Weiterentwicklung der Technik und der Industrie, daß von ihren Eigenschaften und ihrer Güte Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit in hohem Grad abhängen. Deutschland ist mehr als viele andere Länder in seiner heutigen Lage darauf angewiesen, in der Güte seiner gewerblichen und industriellen Erzeugnisse führend voranzugehen. Der Wert eines Erzeugnisses aber ist in hohem Maß bedingt durch die Güte des Werkstoffes und seiner zweckmäßigen Ver-

wendung. Diese Erkenntnis soll die Werkstofftagung den breitesten Schichten des deutschen Volkes vermitteln und dadurch Mitarbeiter in allen Kreisen der Industrie, des Handwerks und des Gewerbes gewinnen in dem Bestreben, Güte und Wert unsrer Waren zu steigern²⁾.

Die Werkstoffe und ihre Verwendungsgebiete in der Technik sind heute viel zu zahlreich und verschiedenartig, als daß sie in der zur Verfügung stehenden Zeit und mit den verfügbaren Mitteln in einer einzigen Tagung auch nur annähernd vollständig behandelt werden könnten. Die veranstaltenden Verbände haben sich daher entschlossen, im Herbst 1927 nur drei große Gruppen von Werkstoffen: Stahl und Eisen, die Nichteisenmetalle und die elektrotechnischen Isolierstoffe zu behandeln. In einer späteren Tagung sollen die übrigen, nicht weniger wichtigen Werkstoffe und auch die Verbrauchs- und Betriebsstoffe vorgeführt werden.

²⁾ In dem gleichen Bestreben und gewissermaßen als Vorarbeit für die Werkstofftagung hat auch die VDI-Zeitschrift das Fachgebiet „Werkstoffe“ in den letzten Jahren planmäßig besonders berücksichtigt.

¹⁾ Anmeldebogen liegt dieser Nummer sowie den VDI-Nachrichten vom 29. September 1927 bei.

Abb. 1
Erdgeschoß

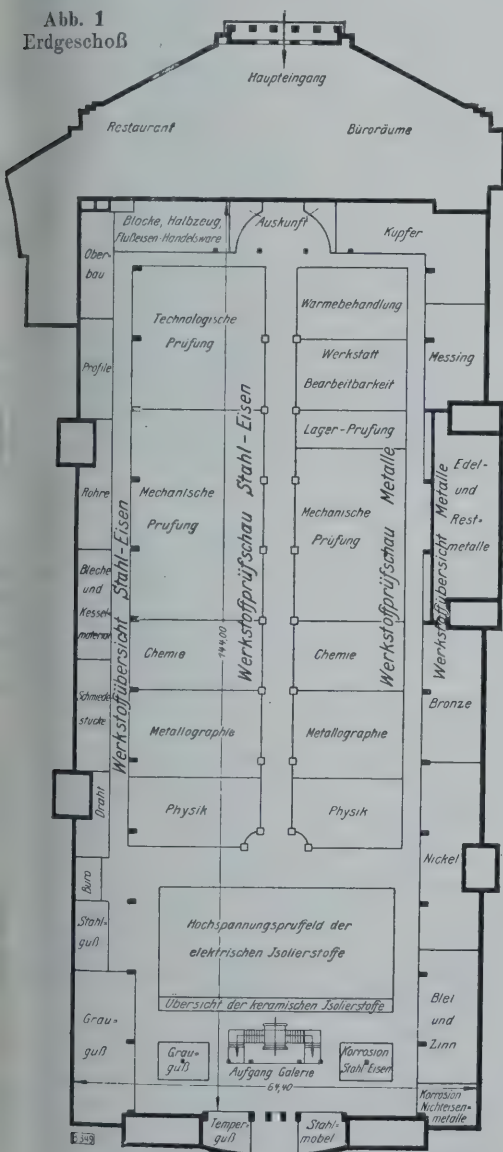


Abb. 2.
Galerie

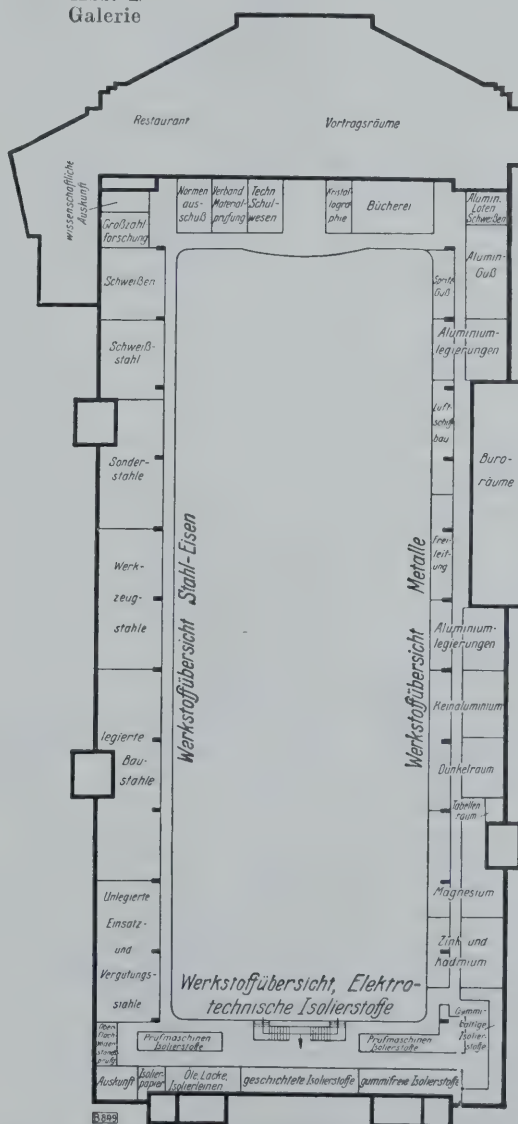


Abb. 1 und 2
Verteilung der Werkstoffschau in der Ausstellungshalle

Die gesamte Veranstaltung gliedert sich in die Werkstoffschau und die Werkstoffvorträge. Die Werkstoffschau findet in der neuen Ausstellungshalle am Kaiserdamm in der Zeit vom 22. Oktober bis 13. November statt. Die Werkstoffvorträge werden zum größten Teil in der Technischen Hochschule Charlottenburg in der Zeit vom 24. Oktober bis 5. November gehalten.

Die Werkstoffschau

In der Ausstellungshalle sollen einerseits die Prüfverfahren zur Ermittlung der Werkstoffeigenschaften, andererseits aber auch die Werkstoffe selbst und ihre Verwendungsmöglichkeiten gezeigt werden; daher gliedert sich die Werkstoffschau in eine Werkstoffprüfung und eine Werkstoffübersicht. Diese beiden Hauptabteilungen sind wieder gegliedert nach den drei Stoffgruppen: Stahl und Eisen, Nichteisenmetalle und elektrotechnische Isolierstoffe. Einen Überblick über die gesamte Werkstoffschau geben Abb. 1 und 2, während Abb. 3 im vergrößerten Maßstabe die Anordnung der Werkstoffprüfung im Erdgeschoß der Ausstellungshalle zeigt.

Die Werkstoffprüfung umfaßt bei der Gruppe Stahl und Eisen die technologische, mechanische, chemische, metallographische und physikalische Abteilung sowie die Abteilung für Wärmebehandlung. In der technologischen Abteilung werden Werkstoffeigenschaften geprüft, die weniger mit genauen Meßvorrichtungen vorgenommen werden, als vielmehr auf Grund der Beurteilung des erfahrenen Werkstoffprüfers, z. B. die Bearbeitbarkeit durch spanabhebende Werkzeuge, die Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung, die Warm- und Kaltverformung, die Schweißbarkeit, die Funkenprobe usw. In der mechanischen Abteilung werden Zugversuche mit Zerreißmaschinen der verschiedenen Bauarten, Druck- und Knickversuche, Härteprüfungen, Biege-, Kerbschlag-, Ermüdungs-, Schwingungsversuche usw. durchgeführt, ferner Versuche mit Sondermaschinen, z. B. Draht-, Ketten- und Seilprüfungen. In der chemischen Abteilung werden die verschiedenen Arten der Probenahme und die analytischen Verfahren zur Ermittlung der chemischen Zusammensetzung gezeigt.

Die metallographische Prüfung umfaßt die thermische Analyse und die Gefügeuntersuchung. Auf Schleif- und Poliereinrichtungen verschiedener Bauart werden die Schiffe vorbereitet, sodann geätzt und schließlich mit Mikroskopen untersucht. Zur Fertigstellung von Schlißbildern ist eine Dunkelkammer vorgesehen. In einem besonderen Raume können Lichtbilder vorgeführt werden, von denen eine umfassende Sammlung vorhanden ist.

Die physikalische Abteilung ist nicht in zwei parallele Untergruppen für Stahl und Eisen und Nichteisenmetalle zerlegt, da die Versuchungsverfahren für alle metallischen Werkstoffe gleich sind. Auf der Seite der Gruppe Stahl und Eisen, vergl. Abb. 3, werden die Temperaturmessung mit Thermoelementen und optischen Pyrometern, die Überwachung und Eichung der Meßgeräte, die Messung der Wärmeausdehnung, die Bestimmung der Umwandlungspunkte im Stahl und die magnetische Prüfung der Werkstoffe, z. B. für Magneträder, vorgeführt; auf der Seite der Nichteisenmetalle befinden sich die Prüfgeräte zur Längenmessung, zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes, des spezifischen elektrischen Widerstandes, der Temperaturzahl usw.

Die Abteilung Wärmebehandlung der Gruppe Stahl und Eisen ist ebenfalls bei den Nichteisenmetallen untergebracht. Hier stehen Gasöfen sowie elektrische Muffel- und Salzbadöfen mit Einrichtungen zum Prüfen und Überwachen der Temperatur. Alle Arten der Wärmebehandlung, wie Glühen, Härten, Vergüten, Einsatzhärten usw., werden an Kohlenstoffstählen und legierten Stahlsorten vorgeführt. Die der Wärmebehandlung unterzogenen Werkstoffe können sofort durch Festigkeits-, Härte- und Oberflächenuntersuchungen usw. geprüft werden, damit sich die Besucher von den Erfolgen der Wärmebehandlung überzeugen können.

Die Prüfung der Nichteisenmetalle hat fast genau die gleiche Gliederung wie die Prüfung der Gruppe Stahl und Eisen; auch sie umfaßt eine technologische,

mechanische, chemische, metallographische und physikalische Abteilung. Der technologischen Abteilung, wieder zwei Unterabteilungen: Werkstatt und Bearbeitbarkeit, hat, ist noch eine weitere Abteilung angegliedert, in der die verschiedenen Lagermetalle und auch fertige Lager betriebsmäßig untersucht werden.

Bei der Gruppe der elektrotechnischen Isolierstoffe hat man von einer Einteilung in mechanische, technologische Prüfungen usw. abgesehen, da kleineren Prüfmaschinen zum größten Teil auf der Galerie bei den einzelnen Stoffgruppen aufgestellt werden konnten. Das elektrische Prüffeld, das am Ende der Ausstellungshalle im Erdgeschoß aufgebaut ist, vergl. Abb. 1, umfaßt vorzugsweise Hochspannungsanlagen, z. B. Hochspannungs-Stoßprüfanlage und eine Überschlagnanlage von je 1 Mill. V, außerdem größere Prüfmaschinen und Versuchseinrichtungen.

Die Werkstoffübersicht bildet eine notwendige Ergänzung der Prüfung. Ihre belehrende Abteilung zeigt die Mannigfaltigkeit der zur Verfügung stehenden Stoffe und deren wichtigste Anwendungsgebiete, die richtige Auswahl, die falsche und richtige Behandlung sowie das Verhalten bei verschiedenen Formgebungs- und Benutzungsarten. Sie ist in den Seitengängen des Erdgeschosses und auf der ganzen Galerie untergebracht, vergl. Abb. 1 und 2.

Bei der Gruppe Stahl und Eisen werden die wichtigsten Handelsformen von Stahl und Eisen, Sorten gegliedert, ausgestellt. Auch Fertigerzeugnisse der verschiedensten Stähle hergestellt, sollen hier gezeigt werden. Ferner wird der gegenwärtige Stand der Werkstoffnormung in allen Abteilungen besonders berücksichtigt werden. In der belehrenden Abteilung sollen alle die Erscheinungen eingehend erläutert werden, die untrennbar mit dem Wesen des Stahls und der Eigenschaften seiner Herstellungsbedingungen zusammenhängen. Namentlich soll eine Nebeneinanderstellung richtiger und falscher Konstruktionen auf die zweckrichtige Verwendung der Stähle hinweisen.

Die Werkstoffübersicht der Nichteisenmetalle gliedert sich nach stofflichen Gesichtspunkten. Im Erdgeschoß werden die Metalle Kupfer, Nickel, Blei und mit ihren Legierungen angeordnet, während auf der Galerie die Leichtmetalle Aluminium und Magnesium mit ihren Legierungen, sowie Zink und Cadmium untergebracht sind. Ein besonderer Raum des Erdgeschosses enthält Edelmetalle. Auch der Korrosion ist ein Raum gewidmet.

Die Werkstoffübersicht der elektrotechnischen Isolierstoffe ist in vier Gruppen eingeteilt, die zwangsläufig aus der Verschiedenheit der einzelnen Stoffe ergeben. Die Gruppe I umfaßt u. a. Glimmer, Mineralpapier, Fiber, die Gruppe II Öle und Isolierte, die Gruppen III und IV die gummierten, gummierten und keramischen Isolierstoffe, die Natursteine, die Isolierte und Vergußmassen. Auch hier kann man wieder zwischen der reinen Übersicht und der belehrenden Abteilung unterscheiden, die einen Einblick in die kennzeichnenden Anwendungsformen vermittelt.

Die Werkstoffvorträge

Die Werkstoffvorträge bezwecken vor allem, die Gemeinschaftsarbeit zwischen Erzeugern und Verbrauchern zu fördern und das, was auf der Werkstoffschau gezeigt wird, zu erläutern. Insbesondere soll auch jeder Teilnehmer Gelegenheit geboten werden, in der Aussprache seine Erfahrungen mitzuteilen, Anregungen zu geben, Wünsche zu äußern und Fragen zu stellen. Durch den Erfahrungsaustausch wird sich das Verständnis für die Bedeutung der Werkstoffkunde und der Materialprüfung zweifellos wirkungsvoll vertiefen.

Die Vorträge sollen einen abgerundeten Überblick über den heutigen Stand der Werkstoffkunde und der Werkstoffprüfung geben. Auch Einzelfragen, die zur Zeit besonders wichtig sind, sollen eingehend behandelt werden.

Die Zahl der Vorträge beträgt etwa 200; die Dauer eines Einzelvortrages soll 30 Minuten nicht überschreiten, damit möglichst viel Zeit für die Aussprache zwischen den Vertretern der verschiedensten Richtungen verbleibt.

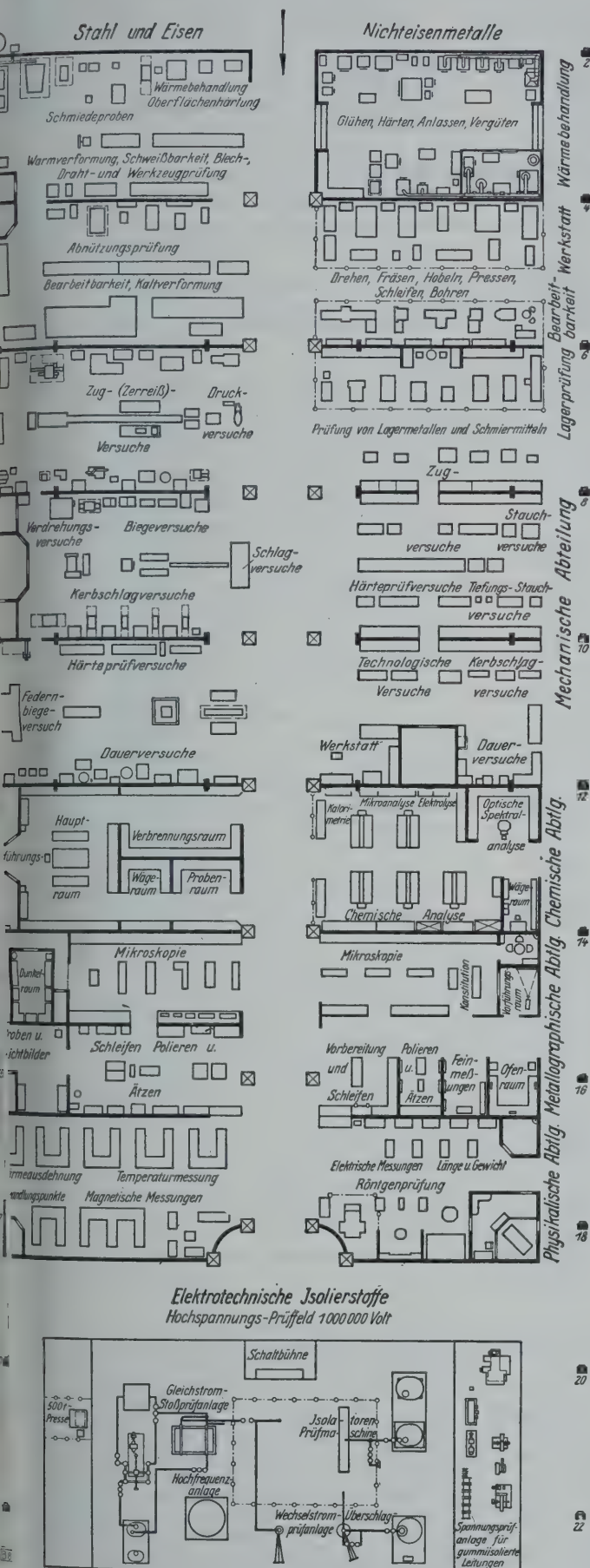


Abb. 3. Die Werkstoffprüfschau

zeugern und Verbrauchern: Werkstoffforscher, Konstrukteure, Betriebs- und Prüfengeineure, ferner Meister, Handwerker und Facharbeiter und endlich auch alle Kreise von Werkstoffkäufern an der Werkstofftagung teilnehmen werden, so werden die meisten Vorträge und Vortragsreihen nur auf einen bestimmten Kreis von Besuchern abgestimmt sein, so daß trotz der großen Zahl von Berichten und Vorträgen die Beanspruchung für den einzelnen nicht zu groß ist.

In dankenswerter Weise hat sich eine große Anzahl hervorragender Fachleute aus Wissenschaft und Praxis bereiterklärt, Vorträge zu übernehmen. Auch zahlreiche bedeutende Forscher und Ingenieure aus dem Ausland werden an der Tagung teilnehmen und über die Arbeiten ihrer Länder auf dem Gebiete der Werkstoffe berichten.

Das gesamte Vortragsprogramm ist in 41 Reihen zu je vier bis fünf Vorträgen aufgeteilt. Der Zeitplan des Vortragsprogramms und die wichtigsten Themen sind im folgenden zusammengestellt.

Montag, 24. Oktober

Vormittag, Reihe 1: Einführende Berichte über Forschung und Gemeinschaftsarbeit der Eisen erzeugenden und Eisen verbrauchenden Industrie.

Nachmittag, Reihe 2: Werkstofffragen für Heiz- und Kraftanlagen. Anforderungen an die Werkstoffe im Dampfkesselbau. Alterung und Rekristallisation bei höheren Temperaturen. Werkstoffe für den Kraftmaschinenbau.

Reihe 3: Aluminium, Magnesium und ihre Legierungen. Knetbare Aluminiumlegierungen. Neue selbstalternde Aluminiumgußlegierungen mit hoher Elastizitätsgrenze. Siliziumhaltige Aluminiumlegierungen. Magnesium nebst Legierungen.

Dienstag, 25. Oktober

Vormittag, Reihe 4: Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. Korrosionsforschung. Qualitätsmessung. Veredeltbare Aluminiumlegierungen als Konstruktionsstoff. Kupfer-Einkristalle.

Nachmittag, Reihe 5: Mechanische und metallographische Prüfung des Eisens. Grundlagen der Prüfverfahren. Aus der Praxis der Abnahmeprüfung. Anwendung der Metallographie.

Mittwoch, 26. Oktober

Vormittag, Reihe 6: Physikalische, chemische und technologische Prüfung des Eisens. Warm- und Kaltverformbarkeit. Prüfung der Bearbeitbarkeit mit Schneidwerkzeugen. Prüfung der Werkzeuge.

Reihe 7: Mikrographie und Physik. Konstitutionslehre in der Praxis. Herstellung, Ätzung und Untersuchung der Schiffe. Temperaturmessung und -regulierung. Röntgenometrie.

Reihe 8: Vereinigung der Großkeselbesitzer u. a. Verbraucherverbände. Zukunftsaufgaben für die werkstoffherzeugende Industrie.

Nachmittag, Reihe 9: Bergbau und Werkstoffe. Werkstoffe für Preßluftwerkzeuge und Schrämmaschinen. Werkzeugstähle für Kohlen- und Steinbearbeitung. Werkstoffe für die Aufbereitung und Bricketierung. Förderseile und ihre Prüfung. Stahldraht.

Reihe 10: Vortragsreihe der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde. Entzinnung von zinnhaltigem Blei. Das Kupfer-Zink-Schaubild. Beryllium-Legierungen hoher Festigkeit. Beobachtungen an Elektrolytkupfer. Gefügeausbildung im Messingrohr usw.

Donnerstag, 27. Oktober

Vormittag, Reihe 11: Kupfer und seine Legierungen. Konstitution der Kupferlegierungen. Technologie des Kupfers. Messing und Sondermessing, Bronze, Rotguß, Kupferlegierungen der Feinmechanik. Rohre aus Kupferlegierungen usw.

Reihe 12: Fahrzeug- und Flugzeugbau (Stahl und Eisen). Baustähle für die Automobilindustrie. Federn und Federstahl. Kugellagerstähle. Gußeisen. Einsatzhärten von Zahnrädern. Nitrierhärtung.

Reihe 13: Eisen- und Schiffbau. Streckgrenze als Berechnungsgrundlage. St 37, St 48 und Siliziumstahl beim Brückenbau. Schiffbaustähle bei der Verarbeitung und im Betrieb. Hochwertige Stähle und Korrosionsfragen im Schiffbau.

Nachmittag, Reihe 14: Eisenbahn- und Straßenbahnwerkstoffe (Stahl und Eisen). Gütesteigerung von Stählen für Kupplungsteile und Federn. Abnutzung von Schienen und Radreifen. Witterungsbeständige Stähle.

Reihe 15: Leichtmetallbau und Flugzeugbau. Aluminiumlegierungen im Eisenbahnwagen-, Motoren- und Flugzeugbau. Maßstäbliche Modellversuche und Werkstoffprüfungen. Kolbenlegierungen.

Reihe 16: Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik. Kinematik der plastischen Formänderung. Gleit- und Reißwiderstand. Grundlagen der theoretischen Festigkeitslehre.

Freitag, 28. Oktober

Vormittag, Reihe 17: Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft (ATL). Eisenverbrauch. Sonderprüfungen. Sonderstähle. Temper- und Grauguß.

Reihe 18: Werkzeuge. Präzisionswerkzeuge, Feilen, Gesenke, Matrizen und Schnitte. Künstliches Altern von gehärtetem Stahl.

Reihe 19: Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik. Rechteckige Platten unter Einzelkraftbelastung. Knickung. Das Fließen von Metallen. Einzelkristalle usw.

Reihe 20: Mechanische Prüfung der Nichteisenmetalle. Eichung und Überwachung von Prüfmaschinen. Probenahme und Probestabform. Versuchsausführung. Härteprüfung. Prüfverfahren der Feinmechanik.

Reihe 21: Werkstoffnormung. Stahl und Eisen. Nichteisenmetalle in Österreich. Wirtschaftlichkeit.

Sonabend, 29. Oktober

Vormittag, Reihe 22: Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen (1. Teil). Werkstoffe, Normen und technischer Unterricht.

Reihe 23: Chemische Prüfung der Nichteisenmetalle. Genauigkeitsgrenzen und Probenahme. Potentiometrische Maßanalyse. Spektralanalyse. Anorganische Mikroanalyse. Röntgenoskopie.

Reihe 24: Allgemeiner Maschinenbau. Schrauben- und Mutterisen. Legierte und unlegierte Baustähle. Gußeisen. Temperguß. Stahlformguß. Schalenhartguß. Konstruktionsregeln.

Nachmittag, Reihe 25: Spanabhebende und spanlose Formung (Nichteisenmetalle). Baustoff und Werkzeug. Bearbeitbarkeit und Festigkeitsprüfung. Werkzeuge und Werkzeugmaschinen für die zerspanende Bearbeitung der Leichtmetalle. Genaue Bearbeitung von Bronze. Strangpresse und Gesenk.

Reihe 26: Blechverarbeitung und Oberflächenbehandlung. Tiefzieh-, Stanz-, Preßblech. Kaltgewalzter Bandstahl. Bleche für Feinmechanik. Oberflächenschutz durch metallische Überzüge. Bleche für Metallplattierungen.

Reihe 27: Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen (2. Teil). Werkstoff in den Hochschulen, Technischen Mittelschulen, Berufs- und Werksschulen.

Montag, 31. Oktober

Vormittag, Reihe 28: Theoretisch-wissenschaftliche Vorträge (unter Beteiligung technischer Fachmänner). Gewölbte Böden größtmöglicher Standfestigkeit. Wärmespannungen beim Ab- oder Vergüten großer hohlgebohrter Zylinder. Rungen mit neuen Härteverfahren usw.

Dienstag, 1. November

Vormittag, Reihe 29: Lagermetalle. Schmiedmetalle. Hochbeanspruchte Lager. Lagerprüfung. Reib- und Gleitlager. Messung der Schmierstoffschichtdicke.

Reihe 30: Schweißen und Lötten (Stahl und Eisen). Metallurgische Vorgänge beim Pressschmelzschweißen. Prüfung von Schweißverbindungen. Werkstoffersparnis. Vergüten von Schweißverbindungen.

Nachmittag, Reihe 31: Schweißen, Lötten und andere Verbindungen (Nichteisenmetalle). Schweißen der Nichteisenmetalle bei der Reib- und im Apparatebau. Schweißen, Lötten und andere Verbindungen bei Aluminium nebst Legierungen.

Mittwoch, 2. November

Vormittag, Reihe 32: Nichteisenmetalle in der Elektrotechnik. Gußmetalle hoher elektrischer Leitfähigkeit. Kupfer und Aluminium nebst Legierungen. Verschleißfestigkeit der Fahrleitungsrungen.

Nachmittag, Reihe 33: Eisen und Stahl in der Elektrotechnik. Transformatoren- und namobleche. Stähle für Dauermagnete. Gußeisen. Widerstandsdrähte.

Donnerstag, 3. November

Vormittag, Reihe 34: Isolierstoffe der Elektrotechnik. Höchstspannungsanlagen, Koch- und Heizgeräte, Installationsmaterial, Maschinen-Transformatoren, Meßgeräte, Verlegungsmaterial und Leitungen, Schwachstromanlagen usw.

Reihe 35: Korrosion der Nichteisenmetalle. Metallische Überzüge. Aluminium, Kupfer, Zinn und Blei. Hitzebeständige Legierungen.

Nachmittag, Reihe 36: Eisen für die chemische Industrie. Glasindustrie und chemische Apparate. Rostfreie und säurefeste Stähle.

Freitag, 4. November

Vormittag, Reihe 37: Blei, Zinn, Zink. Herstellung und Verwendung.

Reihe 38: Edelmetalle. Silber, Gold und Platin sowie ihre Legierungen. Amalgame. Tantal.

Reihe 39: Jahresversammlung des Reichsausschusses für Metallschutz. Metallbeschützmittel. Farbschutzanstriche. Korrosionsschutz. Kesselsteinschutz durch elektrische Ströme. Schutz von Metallen. Einwirkung von Salzen auf Metalle bei hohen Temperaturen.

Nachmittag, Reihe 40: Nickel, Mangan, Kobalt und ihre Legierungen.

Reihe 41: Spritzguß. Aluminium. Niedriglegierte Metalle.

Schluß des Textteiles**I N H A L T:**

	Seite
Haushalt-Kältemaschinen. Von R. Plank	1381
Das Versilbern von Porzellan	1390
Die Öle als Werkstoffe in der Elektrotechnik. Von v. d. Heyden und Typke	1391
Versuche mit der Maier-Schiffsform	1394
Wärmeschutz durch Aluminiumfolie. Von E. Schmidt	1395
Einfluß der Wärmebehandlung auf Schweißstellen	1400
Mechanische Weißwäschereien. Von P. Liske (Schluß)	1401
Das Dornier-Großflugboot „Superwal“	1403
Rundschau: Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt im Jahre 1926 — Eine neue Breitstrahlröhre — Analysenwaage mit Luftdämpfung —	

Kleine Mitteilungen	
Bücherschau: Automobilbau. Von P. M. Heidt — Automobilreifen. Von G. Becker — Kugellager. Von H. Behr — Gesunder Guß. Von E. Kothny — Schweißen, Schneiden und Metallspritzen mittels Azetylen. Von J. H. Vogt — Die Wassersperrarbeiten bei Bohrungen an Erdöl. Von B. Schwaiger — Handbuch der Physik. Von H. Geiger und K. Scheel — Essays on the art and principles of chemistry. Von H. E. Armstrong — Techniker und Juristen — Abhandlungen zum Arbeitsgebiet des Reichspatentamts. Von H. Isay — Das Reichspatentamt 1877 bis 1927 — Eingänge	
Die erste deutsche Werkstofftagung	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

71

SONNABEND, 8. OKTOBER 1927

NR. 41

Die Umstellung eines 50 Jahre alten Textilunternehmens auf fließende, zeitgemäß richtige Fertigung

Von G. Schlesinger, Charlottenburg

Die Vereinigung von vier Volltuchfabriken in Forst in zwei Fabrikationsstätten, von denen die eine die Herstellung der Garne von der Rohwolle an durch Zusammenfassung der Spinnereien, die zweite die Herstellung der Tuche vom Garn an durch Zusammenfassung der Webereien und Appretieranlagen übernimmt. Ausbau von Fabrikationsstätten und Verschiebung von Maschinen innerhalb der Räume zu einem völlig zwangsläufigen, fließenden Arbeitsgang trotz stärkster Raumbeschränkung; Einrichtung einfachster Werkstättenförderung sowie bester Kraft- und Wärmeausnutzung durch zweckmäßige Verwendung von Gruppenantrieben, Einzelantrieben und wirtschaftlicher Abwärmeverwertung.

Der Aufbau des Fabrikbetriebes

Das große Unternehmen der Elsaß-Badischen Wollfabriken, A.-G., Forst i. d. L., mit rd. 1000 Arbeitern bestand im Jahre 1923 noch aus vier einzelnen Betrieben in der Stadt Forst, die hintereinander erworben wurden und von denen jede einzelne im wesentlichen ursprünglich eine Volltuchfabrik war, d. h. alle Fertigungsstadien von der Rohwolle bis zum fertigen Tuch enthielt. Die Zustände der Herstellung waren Konfektionsstoffe und schweren sogenannten Schuhstoffe. Bei der Angliederung der Fabriken an das Unternehmen wurden die veralteten Teile abgebaut und nur noch die Fertigungsbetriebe aufrechterhalten, die von Fall zu Fall unentbehrlich waren. Vor der Umordnung der Webereien in den Fabriken A, B, D, Abb. 1, Spinnereien in allen vier Fabriken sowie Appreturen sowie Trocknungsanlagen hatten die Fabriken A und B. Eine Reißerei zum Erzeugen von Kunstwolle, die in der Fabrik zur Tuchfabrikation gehört, lag in der Fabrik C. Schon diese Andeutungen zeigen, wie schwer es sein muß und welche Schwierigkeiten entstanden sein müssen, um an vier weit voneinander entfernten Stellen mit zusammenfassender Beileitung die Fabrikation aufrechtzuerhalten.

Auch die Versorgung mit Gas, Licht und Heizung war bei dieser Verzettlung der Arbeit an vier Stellen wirtschaftlich und teuer sein. Die Zentralleitung hatte schon lange den Plan gefaßt, die besonders veralteten Werkstätten stillzulegen, sie an zwei Stellen (Richard-Wagner-Straße und B: Richard-Wagner-Straße) zu vereinigen und die frei gewordenen Fabriken C und D anderweitig zu verwenden. Die Schwierigkeit bei der Durchführung dieses Planes lag darin, daß die Fabrik A von allen Seiten von fremden Häusern eingeschlossen war. Eine Erweiterung war also nur noch in der Höhe durch Aufstockung möglich, während bei der Fabrik B eine sehr erhebliche Erweiterung durchgeführt werden konnte, da eine enorme Bodenfläche zur Verfügung stand. Demgemäß wurde, als mir die technische Oberleitung über die einseitige Neueinrichtung aller Fabriken im Sommer 1923 beauftragt wurde, die Aufstockungsarbeiten in der

Fabrik A bereits im Gange und bestimmte Teile der Fabrik B wie Wollager, Woll- und Tuchfärberei, Krenpelgebäude im Rohbau fertig oder doch im Aufbau begriffen. Der Grundgedanke, der in der Textilindustrie besonders nahe liegt und in guten Fabriken wohl auch durchweg durchgeführt ist, nämlich bei den feststehenden Fabrikationsmaschinen eine wirkliche Fließfertigung¹⁾ durchzuführen, war aber noch nicht verwirklicht, und es bedurfte sehr eingehender und schwieriger Erwägungen, um diesen Gedanken einer vollkommen reibungslosen und fließenden Fertigung nachträglich in den ineinander geschachtelten Hochbauten durchzuführen.

Ich habe den gesamten Umbau einschließlich der Schaffung der inneren technischen Einrichtungen bis zur betriebsfertigen Übergabe der laufenden Fabrikation in der Zeit vom September 1923 bis Juli 1924, unterstützt von meinem ersten Assistenten und Mitarbeiter, Dr.-Ing. Werner v. Schütz, durchgeführt. Die Leitung der rein baulichen und architektonischen Anlagen lag in der Hand von Dipl.-Ing. Gerhard Mensch, Berlin. Nach dem nunmehr gefaßten Plan wurde die Fabrik B zur Herstellung der Garne (Spinnerei), Fabrik A zur Herstellung der Tuche (Weberei und Appretur) auszuweisen. Nach sorgfältiger Abwägung aller Vor- und Nachteile wurde beschlossen,

nur eine Färberei anzulegen, in der die Rohstoffe, die Garne und die Tuche gefärbt und karbonisiert werden sollten, um nur einen Färbermeister, nur ein Farblager, vor allen Dingen nur einmal die kostspieligen Färberei- und Karbonisationsanlagen zu schaffen. Den Nachteil, der in der Hin- und Herbeförderung der Tuche zum Färben und Karbonisieren aus der Fabrik A nach B und wieder zurück lag, mußte man in Kauf nehmen.

Die Grundbedingung für die Durchführung des Baues war, daß keine von den Fabriken, die zur Zeit der Umbauten sämtlich voll beschäftigt waren, in ihrer Arbeit gestört werden durfte. Der Umzug mußte daher nach einem genau ausgearbeiteten Terminplan so bewerkstelligt werden.

¹⁾ Im Sommer 1923, mitten in der Hochinflation, redete in Deutschland noch niemand von Fließfertigung.

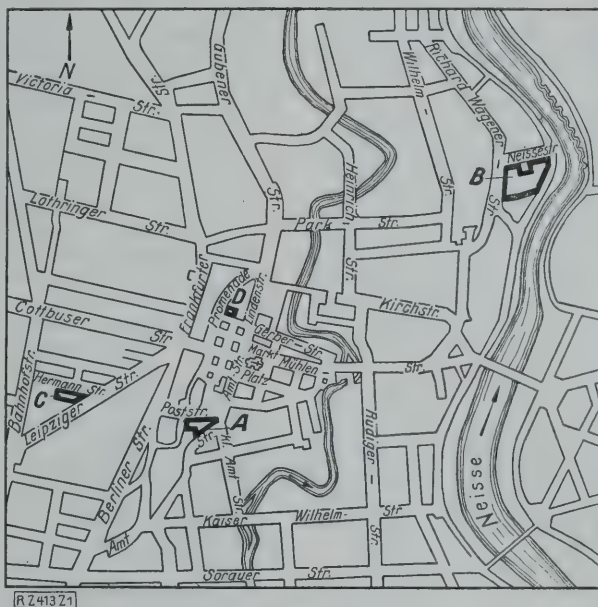


Abb. 1
Lageplan der Einzelbetriebe in der Stadt

den, daß Störungen beim Abbruch der Maschinen und bei ihrer Wiederaufstellung so wenig wie möglich auftraten; das ist nahezu vollständig gelungen.

Da sich der ganze Bau in der Zeit der höchsten Inflation abspielte, so bedurften auch die finanztechnischen Überlegungen einer besonderen Fürsorge, und für sie wurde dann ein Finanzplan aufgestellt, der die von Fall zu Fall auf lange Sicht erforderlichen Geldsummen klarlegte und für die Gelddisposition der Geschäftsleitung von besonderer Bedeutung wurde.

Im folgenden sollen die Umbauten und Neubauten in beiden Hauptfabriken A und B besprochen werden:

Die Fabrik B

Diese Fabrik, Abb. 2, sollte nach der Auflösung der beiden Fabriken C in der Leipziger Straße und D in der Gerberstraße die Herstellung des fertigen Garnes von der Rohwolle übernehmen. Sie mußte daher in der Reihenfolge des Fertigungsganges enthalten:

1. Wollager, 2. Lumpenlager, 3. Sortiererei, 4. Wollwäsche, 5. Wollkarbonisation, 6. Färberei, 7. Wolltrocknerei, 8. Reißerei, 9. Wolferei, 10. Kremperei, 11. Spinnerei, 12. Garnspulerei, 13. Garnzwischenlager.

Dazu kommen die Hilfs- und Nebenbetriebe:

1. Kesselhaus mit Kohlenlager, 2. Maschinenhaus, 3. Ausbesserschlosserei und Schmiede, 4. Tischlerei, 5. Fahrzeugschuppen für Pferdefuhrwerk, Kraftwagen und Karren.

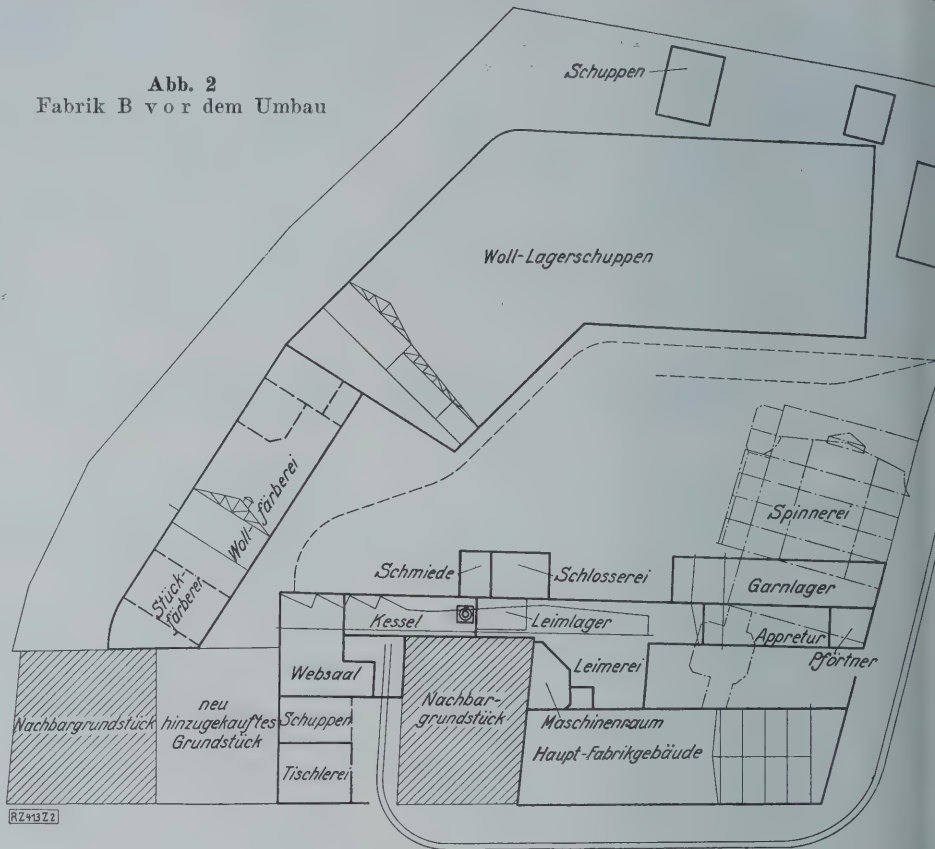
Gemäß Abb. 3 lag unmittelbar neben der Wollfärberei auch noch die Tuchfärberei und die Tuchkarbonisation, die zwar nicht zum Fertigungsgang dieser Teilfabrik gehörten, aber aus Zweckmäßigkeitsgründen dort untergebracht waren. Die fertigen Vortuche müssen also zum Färben und Karbonisieren einen Hin- und Herweg von der Fabrik A nach Fabrik B und zurück machen. Dieses ist die einzige bewußte Abweichung vom fließenden Fabrikationsgang, die sich aus wirtschaftlichen Gründen, sowohl was den Färbprozeß wie die Wärmeausnutzung anlangt, rechtfertigt.

Bei Beginn meiner Arbeiten waren gemäß Abb. 2 vorhanden:

1. ein vierteiliges Wollager von großer Grundfläche, aber ohne alle Transportgeräte und Hebezeuge; der 5,8 m hohe Raum konnte also nicht genügend ausgenutzt werden, weil die Stapelerei der schweren Partien in Säcken oder Packen in der üblichen Weise mit der Hand ausgeführt werden mußte.
2. Die Woll- und Tuchfärberei in einer wenig glücklich gewählten Gebäudeform und daher mit einer völlig unzureichenden Entnebelung.
3. Ein im Bau befindlicher und bis zum 2. Stockwerk im Rohbau fertiger Eisenbetonbau für die Krempel. Wie Abb. 3 zeigt, steht dieses Krempelgebäude in baulicher mittelbarer Verbindung mit einem alten vorhandenen Spinnereigebäude, das zu jener Zeit noch mit einer Wolferei, Kremperei, Spinnerei, Zwirnerei, Weberei, Walke und Appretur, also fast mit einer ganzen Volttuchfabrik aus alter Zeit belegt war.

Ferner standen auf dem Grundstück noch: 1. das alte Kesselhaus mit einem 30 Jahre alten Flammrohrkessel von

Abb. 2
Fabrik B vor dem Umbau



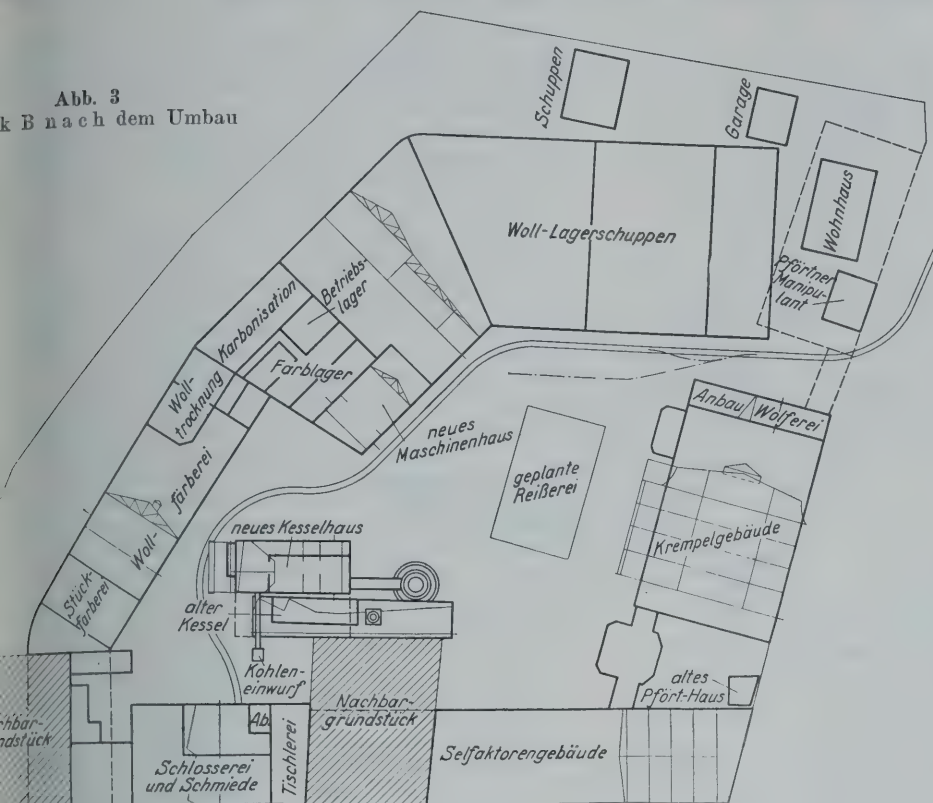
100 m² Heizfläche mit nachträglich eingebauter Vorfeuerung, 2. ein Maschinenhaus, enthaltend ein leistende alte Dampfmaschine mit Schiebersteuerung ND-Teil und eine Reihe kleinerer Nebengebäude, 3. Teile der Wolferei, Leimerei und Schärererei sowie stoffwebereien untergebracht waren und die sich zum Durcheinander um das alte Maschinen- und Haus anordneten. Es bestand der Plan, diese schon wegen der Feuergefahr in ihnen völlig verfallen zu lassen und insbesondere die Spinnerei, die Wolferei feuersicher abgetrennt aufzuführen. Der Plan, Abb. 3, zeigt, daß nunmehr die Spinnerei in dem alten Bau, völlig von andern Fabrikationsströmen trennt, zusammengefaßt ist. Ein breiter Hof zwischen den Bauwerken sichert diesen an sich feuergefährlichen Betrieb.

Die neu geplante, aber noch nicht ausgeführte Wollkarbonisation gehört nach diesen Erwägungen unmittelbar neben die Färberei. Es wurde daher ein Teil des Wollagers für diesen Zweck ausgeräumt. Das Farblager, das sich innerhalb der Färberei an einer von Dampfstrichenen, also sehr feuchten Stelle befand, mußte, erheblichen Verluste an Farben zu verhüten, evtl. umgeräumt werden und ist in nächster Nähe der Färberei, aber völlig trocken, geschützt und unter scharfer Bewachung untergebracht.

Für die Reißerei zur Herstellung der Kunstwoll gab sich als bester Platz ein Neubau, der sowohl zur Färberei wie auch zum Woll- und Lumpenlager kürzeste Förderungswege hatte. Abb. 4 beweist, daß eine Glättung des Arbeitsganges gelungen ist.

Von den Neben- und Hilfsbetrieben ist der Wollkessel, das Kessel- und Maschinenhaus, einmal wegen der Wollkarbonisation, dann wegen der Kraftverteilung. Das vorhandene Kesselhaus stand mit Rücksicht auf den vollständigen Ersatz, überlasteten und mißhandelten Flammrohrkessel unmittelbar vor dem Zusammenbruch. Für den stehenden Winter 1923/24 wurde daher durch schnelle Beschaffung einer 80 PS leistenden Lokomobilmotors dringendsten Not gesteuert. Der für den Flammrohrkessel Lokomobilkessel gleichzeitig zu kleine Schornstein wurde durch eine vorläufige künstliche Zuzuganlage vergrößert gemacht. Da die Färberei der Hauptdampfverbraucher war, so mußte das neue Kesselhaus möglichst dicht an d

k B nach dem Umbau



gebäude gelegt werden. Um den Betrieb nicht zu unterbrechen, wurde der Neubau nebst Schornstein neben den für den Betrieb vorläufig nicht entbehrlichen alten, genau in die Mitte des Werkes so eingefügt, Abb. 4, daß das alte Gebäude ohne Betriebstörung in der Erweiterung des neuen Werkes untergehen konnte.

Die Ermittlung des Kraftbedarfes zur Bemessung der zu beschaffenden Dampfmaschine machte erhebliche Schwierigkeiten.

Anordnung zu wählen, die zur Aufstellung einer Dampfmaschine von rd. 600 PS führte. Berücksichtigt wurde insbesondere dabei, daß eine Anzahl von Textilfabriken bei Drehstromantrieb mit einem Leistungsfaktor arbeiteten, der von nur $\cos \varphi = 0,3$ auf $0,55$ (im günstigsten Fall) gesteigert werden konnte, während es uns gelungen ist, schon bei einer nur $\%$ beschäftigten Fabrik (Zustand im Juli 1924) auf $\cos \varphi = 0,76$ zu kommen, der bei voll ausgebauter Fabrik mit Sicherheit auf $0,82$ bis $0,85$ zu steigern ist. Auch die neu aufgestellte Dampfmaschine brauchte bei etwa $\%$ Belastung der Textilfabrik nur 450 PS Gesamtleistung zu erzeugen; sie ist also richtig bemessen gewesen. Für die Aufstellung des neuen Kraftwerkes war ein

neues Maschinenhaus nötig, wofür der dem neuen Kesselhaus am nächsten liegende Eckteil des vorhandenen Wollagers gewählt wurde, das bei voller Ausnutzung durch Hebezeuge in der Höhe noch immer überreichlich bemessen war.

Ein eigentliches Garnlager sollte in der Fabrik B nicht geschaffen werden, sondern nur so viel Raum zur Verfügung stehen, daß die Tagesleistung so lange aufgestapelt werden konnte, bis der Transport des Garnes in die eigentlichen Garnlager der Fabrik A im Lauf oder am Abend des Arbeitstages ausgeführt war. In dieser Fabrik wurde ein von mir schon an anderer Stelle gefaßter Plan voll zur Durchführung gebracht, nämlich die Garnkops von dem Augenblick ihrer Fertigstellung auf den Spinnstühlen bis

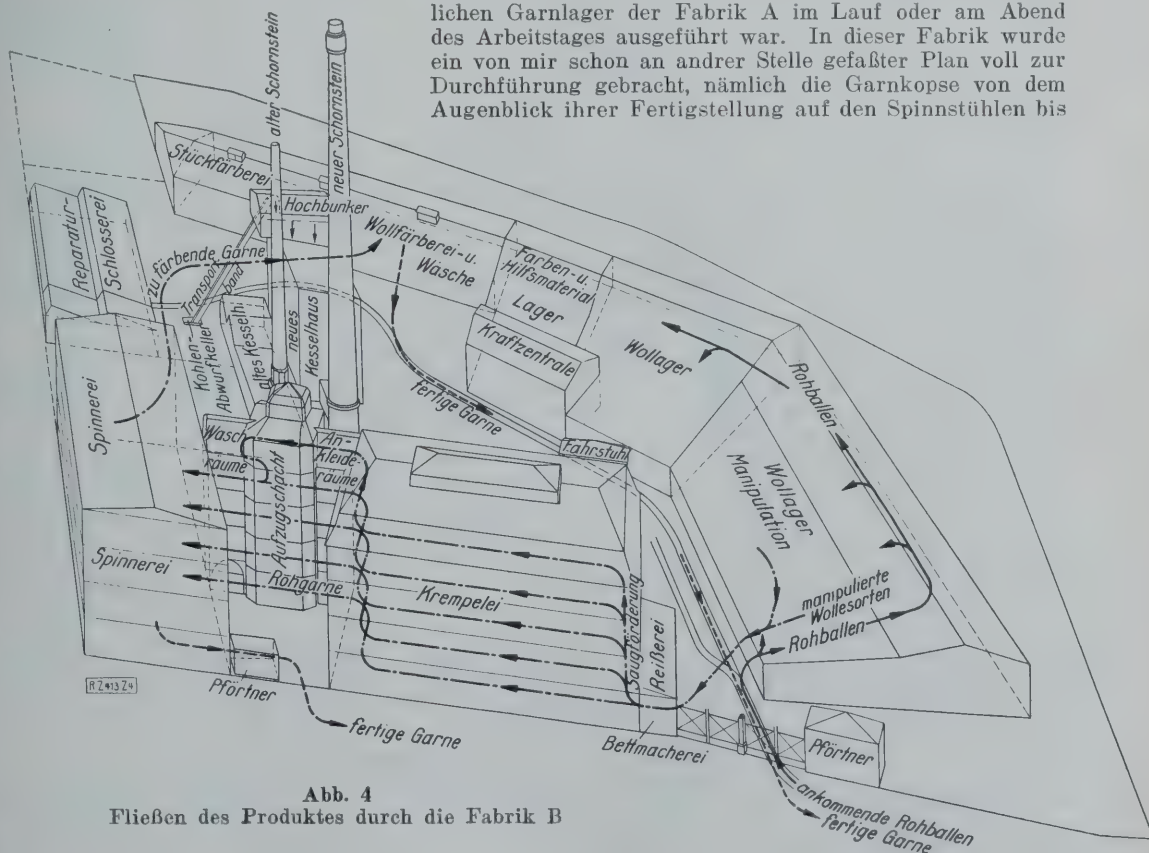
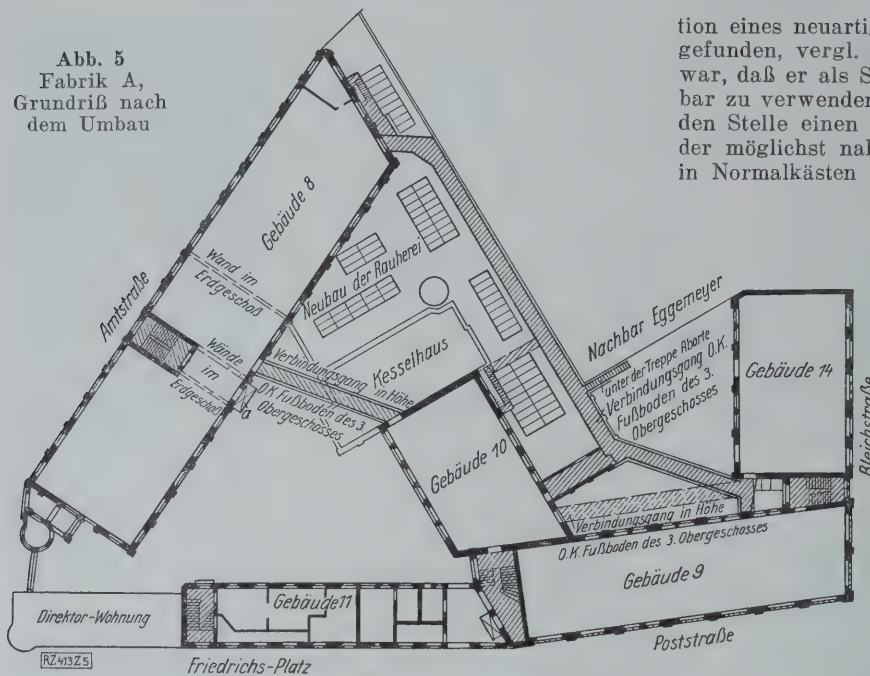


Abb. 4
Fließen des Produktes durch die Fabrik B

Abb. 5
Fabrik A,
Grundriß nach
dem Umbau



zum Augenblick ihres Gebrauches auf den Webstühlen in solche Transportgeräte zu packen, daß sie nicht wieder angefaßt zu werden brauchten, auch nicht wenn sie vor dem Weben mit Rücksicht auf die Kräuselneigung der Wolle gedämpft werden. Die Lösung wurde in der Konstruk-

tion eines neuartigen Drahtkorbes (DRP ang. Sch. 241.947) gefunden, vergl. Abb. 11, der gleichzeitig so ausbar war, daß er als Stapleinrichtung im Garnlager bar zu verwenden ist. Es genügt daher, an einer Stelle einen freien Raum zur Verfügung zu stellen, der möglichst nahe am Tor liegt, wo die fertigen in Normalkästen aufgestapelt werden (vergl. S. 14).

Die Fabrik A

Die Herstellung eines Arbeitsganges stieß in dieser Fabrik auf sehr erhebliche Schwierigkeiten, weil ein eigentlicher Neubau durchführbar war, sondern nur eine Aufstockung der vorhandenen Bauten neuer Bodenraum gewonnen werden konnte. Die baupolizeiliche Genehmigung zur Aufstockung der Gebäude 8 und 11, Abb. 5, und der Neubau der Rauherei in einem schmalen Hofteil unmittelbar an der Grenze zum Nachbargrund und noch dazu über einem vorhandenen Mühlgraben wurde schließlich erlangt.

Dazu kam, daß sämtliche Arbeitsstätten bereits scheinbar voll waren und jede Umordnung an Maschinen und Werkzeugen nur so wenig wie möglich zu stören. Es durften immer hintereinander die Maschinen dem Betrieb übergeben werden, deren Umzug notwendig war.

Eine genaue Durcharbeit des Arbeitsganges ergab, daß man, wie man es sich ursprünglich gedacht hatte, die Webstühle mit der gesamten trockenen und nassen Zwirnerei hier nicht unterbringen konnte. Der Platz reichte nicht aus, ganz abgesehen davon, daß bestimmte Abteilungen, die Zwirnerei, der Nähsaal, die Schärelei und die Lager wenig glücklich hinsichtlich der Transporte natürlichen Belichtung vorgesehen waren.

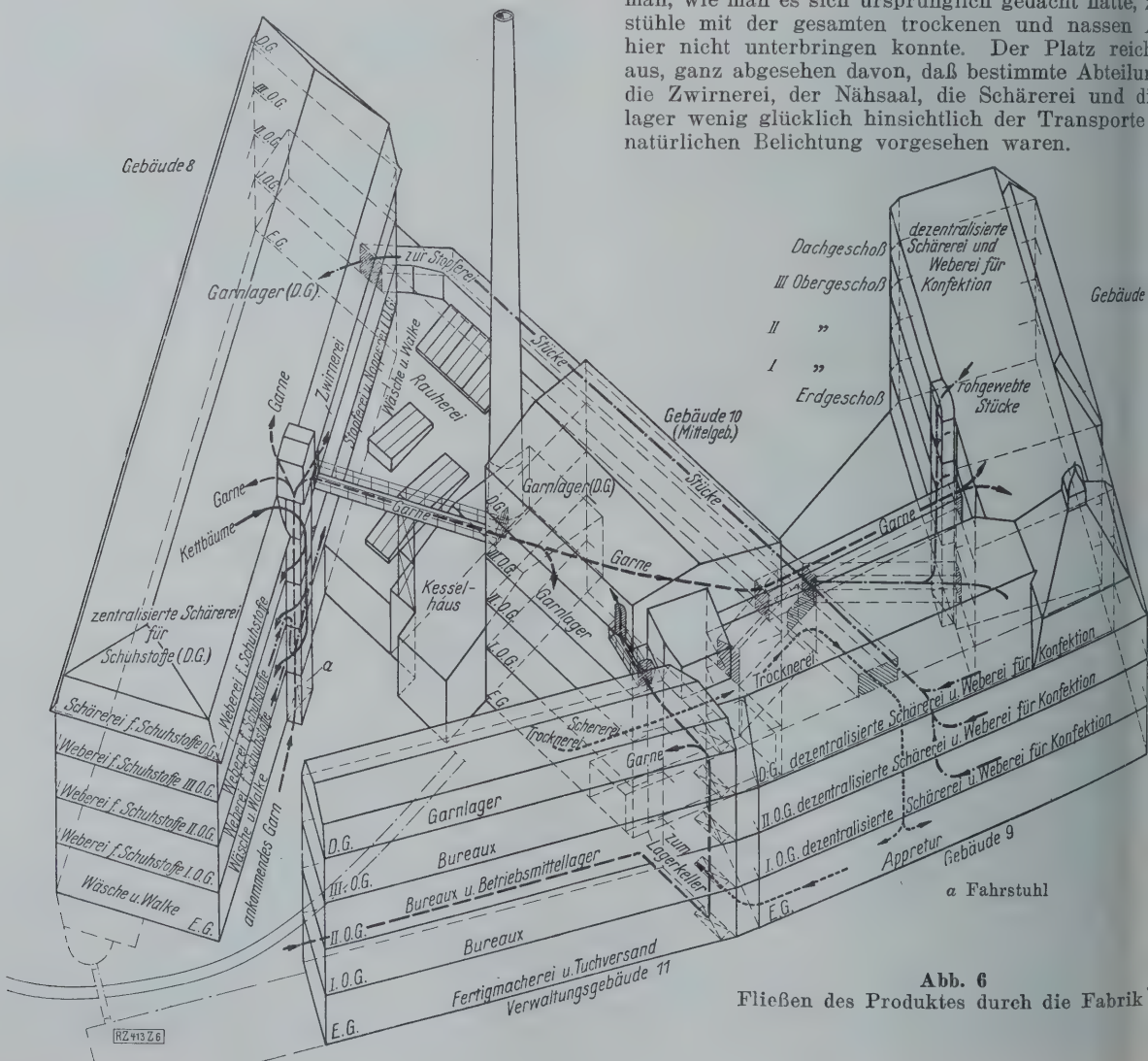


Abb. 6
Fließen des Produktes durch die Fabrik

ne erneute genaue Durcharbeit ergab aber schließlich die Möglichkeit, die gestellte Aufgabe zu lösen, mit dem Ergebnis, daß auf diesem Grundstück nach der Verhältnisse dann jedes Quadratmeter ausgenutzt und eine weitere Vergrößerung der Produktionsleistung, von Verbesserungen an den Arbeitsmaschinen abgesehen, nicht weiter möglich war.

Als grundsätzliche Richtlinien bei der Anordnung der Werkstätten verlangte die Fabrikleitung, daß die Hersteller der Schuhstoffe und der Konfektionsstoffe räumlich möglichst vollkommen von einander getrennt sein sollte, und zwar mit Rücksicht darauf, daß die Schuhstoffe wirtschaftlich nur auf sehr schweren, möglichst breiten Webstühlen hergestellt werden. Die Webbreite der Schuhstoffstühle betrug bis zu der Kettbaumlänge über die Enden gemessen 3,4 m. Die schweren Stühle mußten daher in dem Gebäude 8, das die größte Gebäudetiefe hatte, aufgestellt werden. Alle Maschinen aus den Fabriken B und D wurden daher in diesem Gebäude zusammengezogen, und man konnte in diesem Gebäude den Arbeitsgang nun wirklich nach den laufenden Anforderungen durchführen. Garnlager, Spulerei, Dämpferei, Schärerei, Leimerei, Weberei bis zur Einnäherei waren nun in einem Gebäude.

Da es notwendig war, Garne vor der Verwendung zu sortieren, mußten sie vor dem Weben die Zwirnerei durchlaufen, die in dem Teilgebäude 8 deshalb am besten untergebracht werden konnte, weil nunmehr wegen des günstigen Lichteinfalles alle Zwirnmaschinen in der Querrichtung aufstellbar waren, daher von beiden Seiten Licht bekommen und nun möglichst unter Vermeidung von künstlicher Beleuchtung sämtlich die Verarbeitung von dunklen Garnen durcheinander gestatteten, was bei ihrer bisherigen Unterbringung in Längsordnung in dem Gebäude 14 nicht anging, ganz abgesehen davon, daß in dem Gebäude 14 zwei Stockwerke, nämlich das 2. und 3., mit wesentlich größerem Raumbedarf in Anspruch genommen wurden als an der neuen, auch im Arbeitsgang günstigen Stelle. Der Platzgewinn durch die Umstellung der Maschinen war ganz erheblich.

Während gleichzeitig bei der Umstellung der Zwirnmaschinen auch dann darauf Rücksicht genommen, daß immer noch Spindeln in einem Akkord arbeiten, daß es daher zweckmäßig ist, längere Maschinen als 100-spindlige zu verwenden und auch möglichst nicht kürzere, falls man sie anordnen nicht so anordnen kann, daß sie zusammen die gleiche Akkordziffer von 100 Spindeln ergeben. Eine für die Gebäudetiefe zu lange Maschine von 120 Spindeln wurde auf 100 abgeschnitten, nachdem sich herausgestellt hatte, daß 20 Spindeln mehr als 100, die ursprünglich vorgesehen waren, aus Akkordrücksichten nie benutzt worden. Das ging so weit, daß von dem unbenutzten Ende der 120-spindligen Maschine eine ganze Anzahl von Teilen zu Ausbesserungen an den übrigen Spindeln bereits Verwendung gefunden hatte, so daß diese längere Maschine trotz der ursprünglich guten Absicht nicht ausgenutzt worden war. Der Arbeitsgang, Abb. 6, spielt sich nun folgendermaßen ab: Anfuhr des Garnes aus der Fabrik B durch einen Wagen, Beförderung durch einen Fahrstuhl *a* in das 1. Stockwerk unter dem Dachgeschoß, von hier aus Hersteller Ketten in der Ketttschärerei und Leimerei im Dachgeschoß, Transport der Kettbäume zu den Webstühlen im 1. und 2. Stockwerk durch einen besonders konstruierten Fahrstuhl mit den nötigen, ungewöhnlich langen und hohen Breitenabmessungen.

Die Rohstoffe gelangen aus den beiden oberen Webstühlen auf Rutschen in die Einnäherei²⁾ im 1. Stockwerk des Gebäudes 8. Diese Einnäherei war vorübergehend im Gebäude 14 untergebracht worden und sollte später im Gebäude 10 Platz finden, sie liegt nun richtig an ihrer jetzigen Stelle im Gebäude 8, im Mittelpunkt sämtlicher nach unten führenden Webereien und unmittelbar über der Walke und der Leimerei.

Die Tuche fallen dann aus der Einnäherei durch Öffnungen (geplant) im Boden zur Schuhstoffwalke in der ersten Hälfte des Erdgeschosses des Gebäudes 8.

In Abb. 6 mit „Stopferei und Nopperei“ bezeichnet.

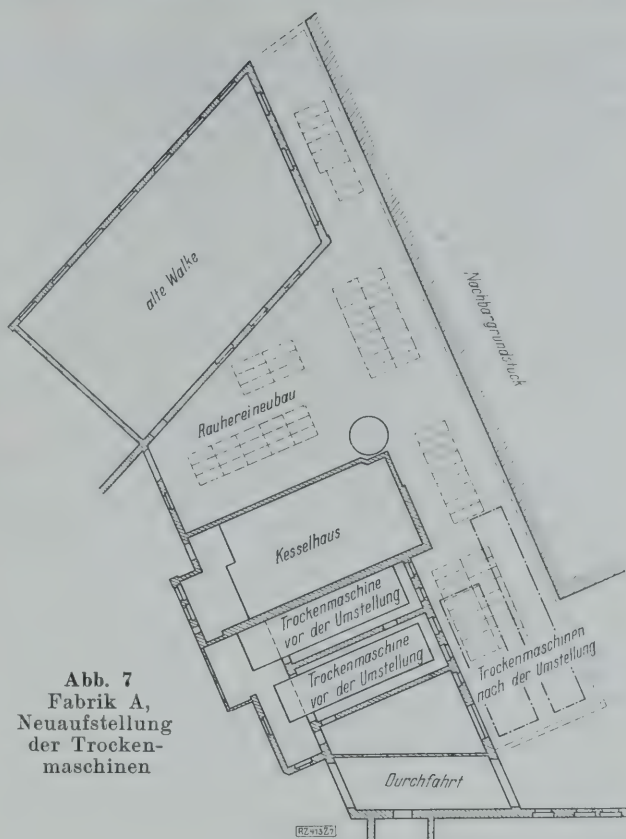


Abb. 7
Fabrik A,
Neuaufstellung
der Trocken-
maschinen

Wir haben aus diesem Grunde alle mit Konfektionsstoffen besetzten Räume des Gebäudes 8, die sogar noch Selbstfaktoren und Krempel hatten, ausgeräumt und den Spinnsaal des 2. Stockwerkes durch Versetzen der Säulen in einen Websaal verwandelt. Die Schuhstoffe wandern aus dem Gebäude 8 und 10, über die Trockenmaschine, Abb. 7, in das 1. Stockwerk des Mittelgebäudes 10 zur Schuhstoffappretur und werden von hier aus in das Tuchlager im Kellergeschoß weiterbefördert.

Für die Konfektionsstoffe wurde ein grundsätzlich anderer Arbeitsgang als für die Schuhstoffe gewählt, weil zwei Häuser, die Gebäude 9 und 14, besetzt werden mußten, die im rechten Winkel zueinander standen, und bei deren voller Ausnutzung die Vereinigung der Maschinen nach Arbeitsfolgen wie Schären, Leimen, Weben nicht durchführbar war. Ich habe daher hier im Gegensatz zu der Zentralisierung der Schärerei für die Schuhstoffe im Gebäude 8 den Ausweg gewählt, für jede Gruppe von 10 bis 14 Webstühlen eine Schärmachine in demselben Stockwerk aufzustellen und auf diese Weise den Senkrechtransport der Kettbäume mit der Kette oder mit dem Tuch ganz zu sparen. Das konnte in diesem Fall auch deshalb geschehen, weil die Ketten dieser Art Konfektionsstoffe nicht geleimt werden, der Weg von der Schärmachine zur Leimmaschine also nicht in Frage kam.

Eine Dezentralisierung der Spulerei dagegen, die ja auch bestimmte Vorteile hat, wurde nicht durchgeführt, sondern die Spulmaschinen stehen zentralisiert neben dem Hauptgarnlager in der Zwirnerei unter Aufsicht des Garnlagerverwalters. Es gibt eine Anzahl von Webereien, bei denen die Spulmaschinen mit den Webstühlen in einem Raum untergebracht sind, derart, daß das Spulen und Weben gewissermaßen in einem Akkord liegt und von den Webern überwacht wird. Es muß zugegeben werden, daß das bestimmte Vorteile hat, weil der Weber nunmehr bemüht sein wird, für die Beschäftigung der Spulmaschinen dauernd zu sorgen. Der hier gewählte Weg ist aber bei genügender Aufsicht und bei scharfer Durchorganisation des Garnlagers durchaus gangbar, und er hat sich im vorliegenden Fall auch befriedigend bewährt.

Das Gebäude 9 diente schon lange vor dem Umbau der Konfektionsweberei. Dies ist das einzige Gebäude, das von der Verlegung von Werkstätten und vom Umzug von

Maschinen nahezu unberührt geblieben ist; nur die Umstellung auf elektrischen Betrieb seiner Gruppenantriebe und die Umstellung von Gleichstrom auf Drehstrom ist hier während des Betriebes durchgeführt worden.

Der Arbeitsgang verläuft in diesem Hause von oben nach unten, und zwar arbeiten im

- | | |
|---------------|------------------------------------|
| 3. Stockwerk: | 20 Webstühle und 2 Schärmaschinen, |
| 2. „ | 27 „ „ 2 „ |
| 1. „ | 26 „ „ 2 „ |

Erdgeschoß: Konfektionsappretur.

Die Webstühle in drei Stockwerken haben durchweg $1\frac{1}{4}$ sächsische Breite⁸⁾.

Das Gebäude 14 enthielt vorher im:

- | | |
|---------------|-----------------------------------|
| 4. Stockwerk: | Garnlager, |
| 3. „ | Zwirnerei, |
| 2. „ | Zwirnerei, |
| 1. „ | Einnäherei für Konfektionsstoffe, |

Erdgeschoß: Betriebsmittellager und einen Teil des Garnlagers.

Dieses Gebäude mußte nach und nach geräumt werden, das alte Garnlager wurde mit dem übrigen Garnlager vereinigt, die Zwirnerei kam in das 3. Stockwerk des Gebäudes 8, die Einnäherei ebenfalls in das Gebäude 8 (1. Stockwerk), das Betriebsmittellager in das Gebäude 11, das Verwaltungshaus. In das Gebäude 14 selbst kamen nach und nach alle in der Fabrik noch im Betrieb befindlichen Konfektions-Webstühle, es wurde also vollständig einem neuen Bestimmungszweck zugeführt und als geschlossene Konfektionsweberei eingerichtet.

Man sieht aus diesen Betrachtungen, daß die Zusammenfassung der Garnlager im obersten Stockwerk notwendig war, damit man den sich hieraus selbsttätig ergebenden Arbeitsgang von oben nach unten störungsfrei durchführen konnte. Auch waren die Dachgeschosse meist wenig für die Aufstellung von Arbeitsmaschinen geeignet, und so ergab sich ein Zentralgarnlager oben in den drei Bauwerken, die zwar räumlich nicht weit voneinander entfernt waren, bei denen aber Verbindungen durch Brücken hergestellt werden mußten, Abb. 8. Das Garnlager zur Schuhstoffweberei kam in das Gebäude 8 und konnte für sich und ohne Verbindung mit den übrigen Garnlagern bleiben. Die Garnlager für Konfektionsstoffe liegen im Verwaltungsgebäude 11 und im Mittelgebäude 10. Die Nachrechnung der erforderlichen Lagerfläche ergab unter Benutzung der oben erwähnten Drahtkörbe, daß der Bedarf des ganzen Hauses bei Vollbetrieb mühelos gedeckt werden konnte, wenn man die beiden obersten Stockwerke des Mittelgebäudes 10 zur Verfügung stellte. Diese beiden Stockwerke erhielten durch eine Wendeltreppe und einen Handaufzug genügende Verbindung. Sie wurden durch einen bereits vorhandenen Fahrstuhl an der Stoßstelle zwischen Gebäude 9 und 11, Abb. 5, unmittelbar vom Hof her beschickt. Die Weberei des bestehenden Gebäudes 9 mußte nunmehr durch den gleichen Fahrstuhl aus beiden Garnlagern mit Garn versorgt werden, während zu dem etwas entfernter gelegenen Webereigebäude 14 eine Verbindungsbrücke, Abb. 8, zwischen den Gebäuden 10 und 14 geschlagen werden mußte.

Für die Unterbringung der Spulerei an zentraler Stelle für die gesamte Fabrik für Schuh- und Konfektionsstoffe wurde als günstigster Platz das Gebäude 10 gewählt, weil sie dann inmitten der Garnlager und der Webereien liegt. Das 2. Stockwerk wurde daher für diesen Zweck vorgesehen. Die Garnlager liegen jetzt unmittelbar über und neben der Spulerei; eine Brücke über den Hof zum Gebäude 8 war bereits vorhanden. Die ursprünglich im Mittelgebäude 10 vorgesehenen Werkstätten, im

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 4. und 3. Stockwerk: | das Garnlager, |
| 2. und 1. Stockwerk: | die Schuhstoffweberei, |
| Erdgeschoß | die Tuchrocknerei, |

mußten nach diesem Plan umgestellt werden.

Besondere Schwierigkeiten waren bei der Umstellung der alten Trockenmaschinen zu überwinden. Es waren im ganzen drei vorhanden, und zwar zwei etwa gleichartige, von denen die eine in der Fabrik B, die andere

im Erdgeschoß des Mittelgebäudes 10 der Fabrik eine dritte, anderer Herkunft, war ebenfalls im Erdgeschoß des Gebäudes 10, Fabrik A, untergebracht. Das Erdgeschoß des Mittelgebäudes, das an die Wäscherei angeschlossen ist, ist an sich die richtige Stelle im Arbeitszuge der Fabrik, nur standen die Trockenmaschinen in falscher Arbeitsrichtung und Umwege und Transporte über den Hof ließen sich nicht vermeiden. Es wurde daher der Plan aufgestellt, die Trockenmaschinen um 90° zu drehen, so daß sie in der Längsachse, d. h. mit ihrer eigenen Transport- und Arbeitsrichtung in den Arbeitsgang der Tuche gelangen, Abb. 7. Um den Betrieb nicht zu stören, wurden die Maschinen z. T. sehr alt waren, wurde eine neue Maschine gekauft und an der vorgesehenen Stelle in den Arbeitsgang aufgestellt. Ihre an sich verhältnismäßige Breite wurde so bestimmt, daß die breiteren (Mantelstoffe) in der Regel über diese Maschinen hinweggehen sollten. Nachdem die Maschine im Betrieb war, wurden die beiden gleichartigen Maschinen in den Fabrik



Abb. 8
Neue Verbindungsbrücken zwischen den Garnlagern

und B abgerissen und zu einer langen Maschine vereinigt, die nun in der Hauptsache für Konfektionsstoffe arbeiten sollte. Die dritte übriggebliebene Maschine wurde dann nach Inbetriebnahme der zuerst gesetzten Maschine anderweitig verwendet. Der nun gewordene Erdgeschoßraum des Mittelgebäudes und das darüberliegende Stockwerk wurden zur Aufstellung für Schuhstoffe eingerichtet.

Die fertigen Rohtuche werden im ersten Stockwerk aus sämtlichen Bauten gesammelt. Im Gebäude 10 gehen sie im glatten Arbeitsgang von oben nach unten, im Gebäude 11 ebenso, nur im Gebäude 12 gehen sie vom Erdgeschoß mittels des Fahrstuhles in das erste Stockwerk gehoben werden, aber auch hier laufen sie in der Hauptsache von oben nach unten, und zwar mehr ist als Lösung der schwierigen Aufgabe, sie in die zentral gelegene Einnäherei zu bringen, ohne den Hof zu berühren, ein Gang geschaffen worden, der in der Höhe des

⁸⁾ $1\frac{1}{4}$ sächs. Breiten = $1\frac{1}{4}$ sächs. Ellen, $\frac{1}{2}$ sächs. Elle = 14,2 cm, $\frac{1}{4}$ sächs. Breiten = 198,3 cm. Der umständliche Weg der Umrechnung läßt den Wunsch angebracht erscheinen, daß die im Gang befindliche Normung im Textil-Maschinenbau das metrische Maßsystem zur Aufnahme bringen wird.

werkes auf dem Dach der neuen Rauherei liegt, 3, und der mit Wagen befahren werden kann. Damit die Fließfabrikation durchgeführt unter Benutzung kürzesten Wege, und ohne daß die Rohstoffe durch die Fabrik wandern müssen; der Transportgang über der Fabrik ist gedeckt. Aus der Einnäherei gelangen die durchgearbeiteten Stoffe in die beiden Walken im Erdgeschoß. Die Rauherei ist ausschließlich für Schuhstoffe, die hintere Endkonfektionsstoffe bestimmt, beide Walken sind räumlich voneinander durch das dazwischenliegende Maschinenhaus und die Transformatorenanlage getrennt. Das Gebäude 11 wird hauptsächlich für Bureauzwecke genutzt. Es enthält nur noch das Betriebsmittellager des 3. Stockwerks. Dieses Lager konnte leider nicht in die Erde untergebracht werden, weil Raum dafür frei zu machen war. Die Lage im zweiten Stockwerk ist aber erträglich, weil das Lager inmitten sämtlicher Fabrikationsstätten liegt, durch einen Fahrstuhl zu erreichen und mit dem ganzen Haus durch vorhandene Brücke und die Fahrstühle störungsfrei verbunden ist. Was die in dem Erdgeschoß befindlichen Maschinen sind, sparen die in den oberen Stockwerken tätigen Meister und Arbeiter an Abwärtswegen. Das Bureaugebäude hatte ursprünglich im 3. Stockwerk ein Garnlager (das ist so geblieben), im 2. Stockwerk ein Lager für Bureaus und Raumaschinen und

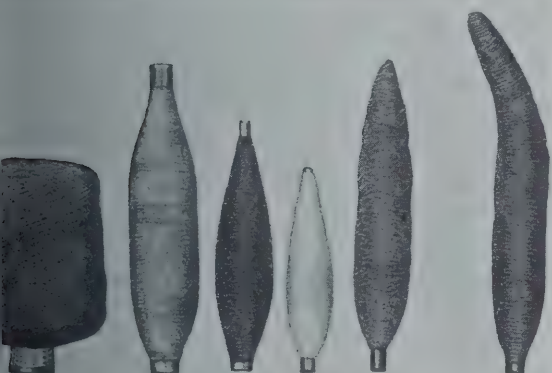


Abb. 9. Die verschiedenen Garnkopse

im Erdgeschoß die Schlosserei. Heute sind im 3. Stockwerk das Garnlager, im 1. und 2. die Bureaus und das Betriebsmittellager, im Erdgeschoß die Fertigmacherei und der Tuchversand. Überschaute man die geschaffenen Abteilungen, so wird man zugeben müssen, daß trotz der ungeordneten Lage der Gebäude zueinander, trotz der Unregelmäßigkeiten und der Störung der Arbeitsabläufe durch die Aufstockung eine vollständige Ausnutzung der Räume bis auf das äußerste und ein durchgehender Arbeitsgang durch die Neuordnung der Abteilungen geschaffen worden ist. Der Plan hätte meinen Wünschen entsprochen, das Braunkohlenlager, das jetzt noch einen großen Teil des vorderen Hofes einnimmt und das eine ständige Quelle für Staub und Schmutz darstellt, durch einen Hochbunker zu ersetzen, doch mußte dieser Plan vorläufig zurückgestellt werden. Seine Durchführung ist deshalb nicht so wichtig wie die Neuordnung, weil infolge der geschaffenen Abteilungen und Dachwege und der grundsätzlichen Vermeidung des Transportes von Gütern über den Hof ein Durchdringen des schmutzigen Hofes kaum noch in Frage kommt.

Der Umzug

Die gesamte Herstellung der Neubauten, ihre Ausgestaltung mit Antriebsvorrichtungen wie Transmissionen, Ventilatormotoren, Einzelmotoren, Beleuchtung, Heizung, Fahrstühlen usw. mußte ohne Störung des laufenden Betriebes erfolgen. Ein eingehender Zeitplan wurde daher aufgestellt, der allen beteiligten Beamten als Richt-

schnur für die Umstellung diente, und der auch zeitlich trotz großer Schwierigkeiten nahezu eingehalten worden ist. Die Gesamtzeit für die vollständige Umstellung betrug kaum ein Jahr von der 1. Maschinenaufstellung bis zur letzten Betriebsabnahme. „Provisorien“ sind fast durchweg vermieden worden.

Wenn sie dagegen garricht zu vermeiden waren, dann wurden als vorübergehende Einrichtungen nur solche getroffen, die mit einem Mindestmaß von Zeit und Geldaufwand zu bewirken waren, wie z. B. die unumgängliche vorläufige Aufstellung der Einnäherei im Mittelgebäude 10 auf etwa acht Wochen, die aber nur das Hindernis und Hertragen der Nähstische in die neuen Räume erforderte.

Um der Geschäftsleitung einen Überblick in die Hand zu geben, wann die einzelnen Bestellungen abzugeben waren, wurde nach Berücksichtigung der Klärung der Aufträge und der Festlegung der Liefer- und Aufbauzeiten auf Grund des Umzugsplanes ein Bestellplan ausgearbeitet, dessen Termine gleichzeitig die Anhaltspunkte gaben, um die geldliche Belastung des Unternehmens auf Grund der Bestellungen in den einzelnen Monaten vorher zu bestimmen.

Die Beförderungs- und Lagereinrichtungen

Garnlagerung und -förderung

Der Verlauf der Rohstofftransporte mußte schon bei der Klarlegung des Arbeitsganges gestreift werden. In Frage kamen Rohwolle, Kunstwolle, Vorgarn, Garn, Zwirn, Tuch und Betriebshilfsstoffe. Von diesen Stoffen ist besonders das Garn in Form von Kopsen und Drahtspulen schwierig bei der Beförderung und beim Lagern zu behandeln. Es kommen Garne der verschiedensten Sorten vor, Abb. 9. Sie unterscheiden sich nicht nur in der Güte und in der Dicke des Fadens, sondern auch in der Farbe und in der Vorbehandlung, sie sind gedämpft oder ungedämpft, gezwirnt oder ungezwirnt. Die Kopsen haben entsprechend dem Verwendungszweck sehr verschiedene Formen. Alle diese Umstände geben eine Vielgestaltigkeit, die eine sehr fein durchgearbeitete Lagerorganisation, aber auch geeignete Transport- und Lagerbehälter zur Voraussetzung hat. Auch die Menge spielt eine Rolle; denn es kommen „Partien“ vor, von den kleinsten, wenige Kilogramm betragenden Mengen, bis zu je 1500 kg. Die Lagereinrichtung muß also außer der Übersichtlichkeit auch die Unterbringung jeder Menge im beliebigen Wechsel möglich machen.

Als Beförderungsmittel dienten in dieser Fabrik bisher die üblichen Weidenkörbe, Holzkisten und Schwingen, Abb. 10, und als Lagereinrichtung standen aus Holz hergestellte Bunker, die von oben oder von der Seite her meist durch besondere Packerinnen beschießt werden mußten, zur Verfügung.

Es ist klar, daß bei der Verschiedenartigkeit der Lager und der beförderten Behälter, ferner durch das mehrfache Umpacken und Umschütten, Beschädigungen der Kopsen eintreten mußten, und es wird sich bei der Kostbarkeit des Gutes (Wolle) schon eine geringfügige Schonung, z. B. durch Verringerung des Abganges infolge Beschädigung, auch eine in der Anschaffung nicht ganz billige Umschaltung von Garnlagerung und -förderung in kürzester Zeit bezahlt machen. Materialersparnisse von $\frac{1}{2}$ bis 1 vH, je nach der Güte der früher vorhandenen Einrichtung, sind erzielbar.

Dazu kommt eine Reihe anderer wesentlicher Bedingungen, die zur Konstruktion eines neuartigen (in allen Kulturstaaten geschützten) Transportkorbes geführt haben. Der Leitgedanke dabei war: ein Umpacken des Garnes vom Selfaktor bis zum Webstuhl ist unbedingt zu vermeiden, auch dann, wenn ein Dämpfungsvorgang einzuschleichen ist. Aus diesem Gedanken entstand der Drahtkorb (Sparkorb), Abb. 11, aus verzinktem Gewebe mit starren Umfassungsrahmen. Dieser Korb ist groß genug, um eine ausreichende Menge von Kopsen, und zwar möglichst einen ganzen oder einen halben Selfaktorabzug zu fassen; aber doch nicht zu groß und zu schwer, damit er auch von Frauen bequem getragen werden kann; wiederum nicht zu klein, damit die Körbezahl wegen der Anschaffungskosten gering wird.



Abb. 10
Altes Garnlager

Nach eingehenden Versuchen, bei denen die Maschengröße, die Art des Gewebes und der Verteilung, das Verzinkungsverfahren usw. genau bestimmt wurden, entstand der Einheitskorb. Dieser wäre ganz allgemein für die Textilfabriken normbar, wenn man in den Tuchfabriken zur Zeit nicht mehr mit einem Gemisch von alten und neuen Spinnmaschinen mit den verschiedensten Spindelzahlen, Spindelgrößen und Herstellungsarten zu rechnen hätte, und wenn man auch nicht die örtlichen Verhältnisse zum Teil berücksichtigen müßte. Die Drahtkörbe sind so hergestellt, daß einer auf den andern (bis zu sieben) gestellt werden kann, Abb. 11. Ein solcher Stapel bildet dann die ortsbewegliche Einrichtung des Garnlagers. Ständer usw. werden also unnötig, sofern es sich um gängige Sorten des Garnes handelt, die in großen Partien, also mit mindestens 25 kg Gewicht vorkommen. Bei kleineren Mengen muß man Abhilfen treffen, die weiter unten beschrieben sind. Auf diese Weise kann man mindestens 80 bis 90 vH der gesamten Garnlagermenge ohne zusätzliche Lagereinrichtungen unterbringen. Die zusammengehörigen Körbe werden durch bestimmte Karten oder Zeichen, als zum gleichen Abzug gehörig, kenntlich gemacht. Ihr Inhalt ist außerdem von außen her deutlich sichtbar, so daß eine Verwechselung oder Vermischung von Garnsorten unmöglich ist.

Außer den großen Körben kann man zur Unterbringung kleinerer Partien kleine Körbe, die eine Hälfte oder Viertelung des großen darstellen, beschaffen, die also auf demselben Bodenraum des großen Korbes ohne Änderung des Grundgedankens aufstellbar sind. Damit ergibt sich eine Raumaussnutzung im Garnlager, wie sie vollkommener schwerlich erzielt werden kann. Den Inhalt der halb- und viertelgroßen Körbe kann man auch in Ständern unterbringen, da das Umpacken kleiner Spulenzahlen nicht ins Gewicht fällt. Die Einführung des Drahtkorbes hat als wirtschaftliche Ergebnisse:

1. Ein Umpacken der Garnkopse von der Spinnmaschine bis zur Schärmaschine oder bis zum Webstuhl findet nicht mehr statt.



Abb. 11
Neues Garnlager. Stapelung von Sparkörpern

2. Das wiederholte Abwägen der leeren Sparkörper (Tariierung) fällt fort, während es bei den alten Weidenkörben und dergl. wegen der ständigen Verschleißes sowie der wechselnden Gewichtsaufnahme täglich notwendig ist.
3. Der Sparkorb dient als Dämpfbehälter, ohne man umzupacken braucht, Abb. 12.
4. Der Abgang von Garn infolge von Beschädigung durch mehrfache Umlagerung fällt fort.
5. Die Sparkörper ersetzen infolge der Möglichkeit ohne Fachgerüste unmittelbar übereinander zu stapeln, die bisherigen Garnlagereinrichtungen aus Holz oder Metall.
6. Die Zahl der notwendigen Transportmittel sinkt auf das Mindestmaß; die Packerinnen im Lager fallen ganz fort. Ein Mann bedient ein Lager mit 30 000 kg bis 40 000 kg Inhalt.
7. Die Durchsichtigkeit des Drahtgewebes gibt Einblick in den Korbinhalt nach Mengen und Sorten. Sie hat eine große Übersichtlichkeit im Lager und eine leichte Disposition der Sorten zum Abzug. Die Abzüge bleiben bis zum Verbrauch vollständig; sie können auch planmäßig für den Transport zusammengestellt werden, was nach der bisherigen Durcheinanderwerfen der Kötzer in den Bunkern und Fächern unmöglich ist.
8. Der verhältnismäßig kleine Inhalt des Sparkörpers (Partie) von 20 bis 30 kg für normale, von 15 kg für halbe, von 5 bis 7 kg für Viertelung (Normalunterteilung) bedeutet eine sehr günstige bisher unerreichte Raumaussnutzung im Garnlagerbodenfläche, weil durch das Überstapeln der Körbe (bis zu 7 Stück) in diesen Bunkern Einheiten und in Reichhöhe des Lageristen Bodenraum in ganz anderer Weise ausgenutzt werden kann, als durch die üblichen großen Lagerfächer, die meist $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ gefüllt sind und nie voll ausgenutzt werden können. Nach

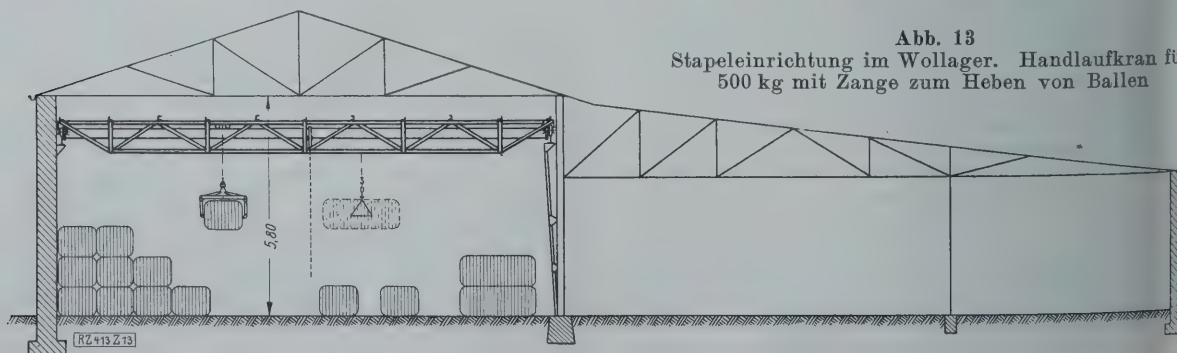


Abb. 13
Stapleinrichtung im Wollager. Handlaufkran für 500 kg mit Zange zum Heben von Ballen

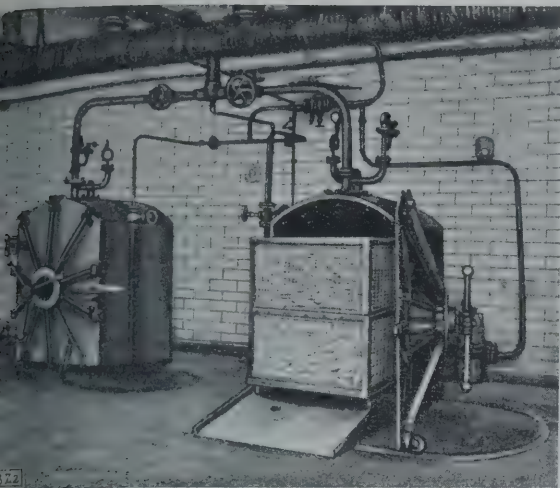


Abb. 12
Körbe im Dämpfkasten

herigen mit Sparkörben gemachten Erfahrungen verlangten die alten Garnlager Grundflächen, die ganz wesentlich größer waren, als nach Einführung der Sparkörbe. Die Sparkörbe mit ihren kleinen Füllungs-einheiten sind immer voll oder halb voll, also vor-züglich ausgenutzt. Sie können aber, wenn sie leer geworden sind, beiseite gestellt und mittels ein-facher Stehleiter in sehr großer Höhe — bis 15 Stück — übereinandergesetzt werden, was man bei der festen Lagereinrichtung niemals kann. Man kommt also mit einer Geringstmengung von Spar-körben aus.

Da der Sparkorb auf dem Boden versetzbar ist, auch in Stapeln von sieben Körben sehr standfest bleibt und doch ohne jeden festen Zusammenhang mit dem Lagerraum selbst ist, so ist die Verlegung eines ganzen Garnlagers an eine besser passende Stelle oder in einen andern, vorhandenen Raum ohne jede Schwierigkeit und Vorbereitung in kürzester Zeit durch-führbar. Der Raumhöhe paßt man sich durch Be-messung der Stapelmengung übereinander leicht an. Die luftige Bauart mit Wänden aus Drahtgewebe, die den Zutritt von frischer Luft von allen Seiten, ins-besondere auch von unten her ermöglicht, hat die Mottenschäden vollständig beseitigt. Die Sparkörbe werden entweder durch Ziehen auf dem bloßen glatten Fußboden befördert, oder, wenn mehrere Sparkörbe übereinander gleichzeitig versetzt werden sollen, mittels einer kleinen, billigen, dreirädrigen Transportkarre, die mit dem Korb durch kleinste Gänge gezogen werden kann, und von denen vier bis fünf Karren auch für einen großen Betrieb bereits ausreichen, bei ganz geringen Anschaffungskosten. Der Sparkorb ist besonders billig im Gebrauch. Aus-besserungen sind in den Fabriken, die den Sparkorb bisher in Benutzung genommen haben, nach zwei bis drei Jahren seiner Handhabung im scharfen Betriebe, weder an den Netzwänden noch am Traggerüst ent-standen, außer bei ganz gewaltsamer Beschädigung.

Wollagerung und -förderung

Ähnlich wie die Garnlagerung ist auch die Wollage-durchgearbeitet worden. Das Wollager liegt in der Gegend B. Die Höhe der bereits vorhandenen neuen Schup- konnte mangels entsprechender Einrichtungen bisher genügend ausgenutzt werden. Abb. 13 zeigt den Ent-wurf von Stapleinrichtungen, die es gestatten würden, 6 Wollsäcke übereinander zu stapeln.

Nachdem die Wolle gefärbt und gewaschen ist, wird sie in die „Manipulation“ mit andern Wollsorten gemischt und gelangt in die Wolferei, wo die Wollfasern aufgelockert werden. Von der Wolferei geht die gemischte Wolle zu den

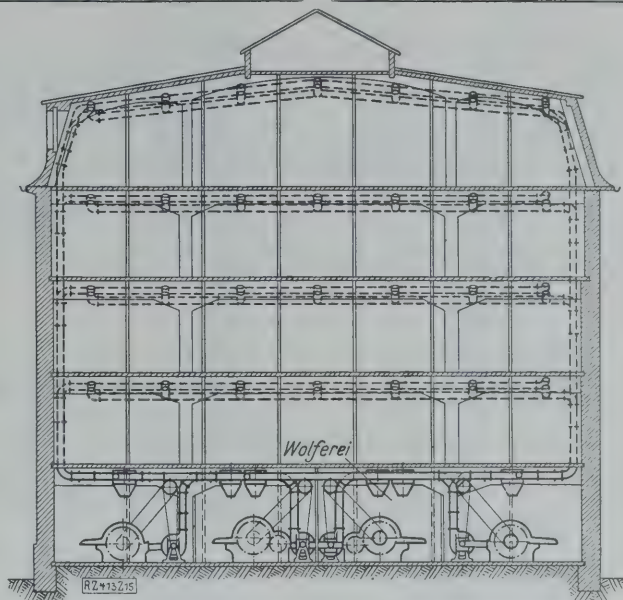
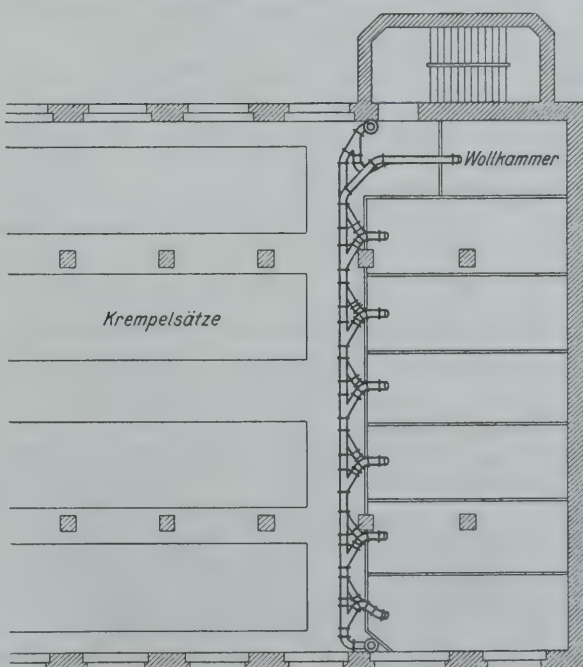
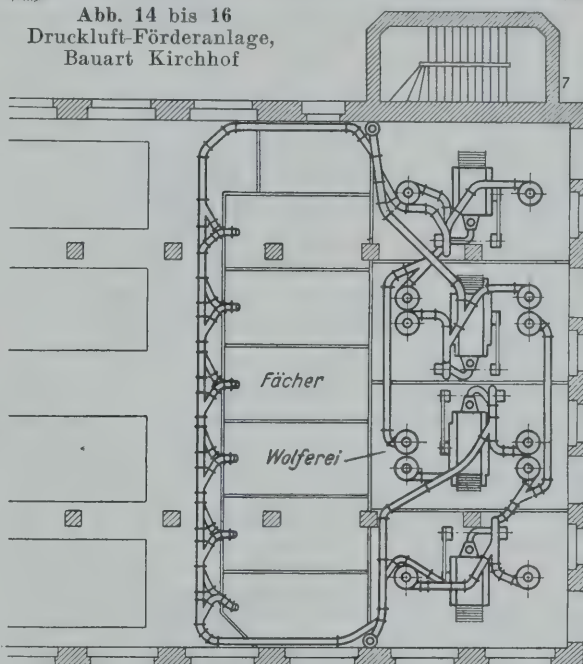


Abb. 14 bis 16
Druckluft-Förderanlage,
Bauart Kirchhof



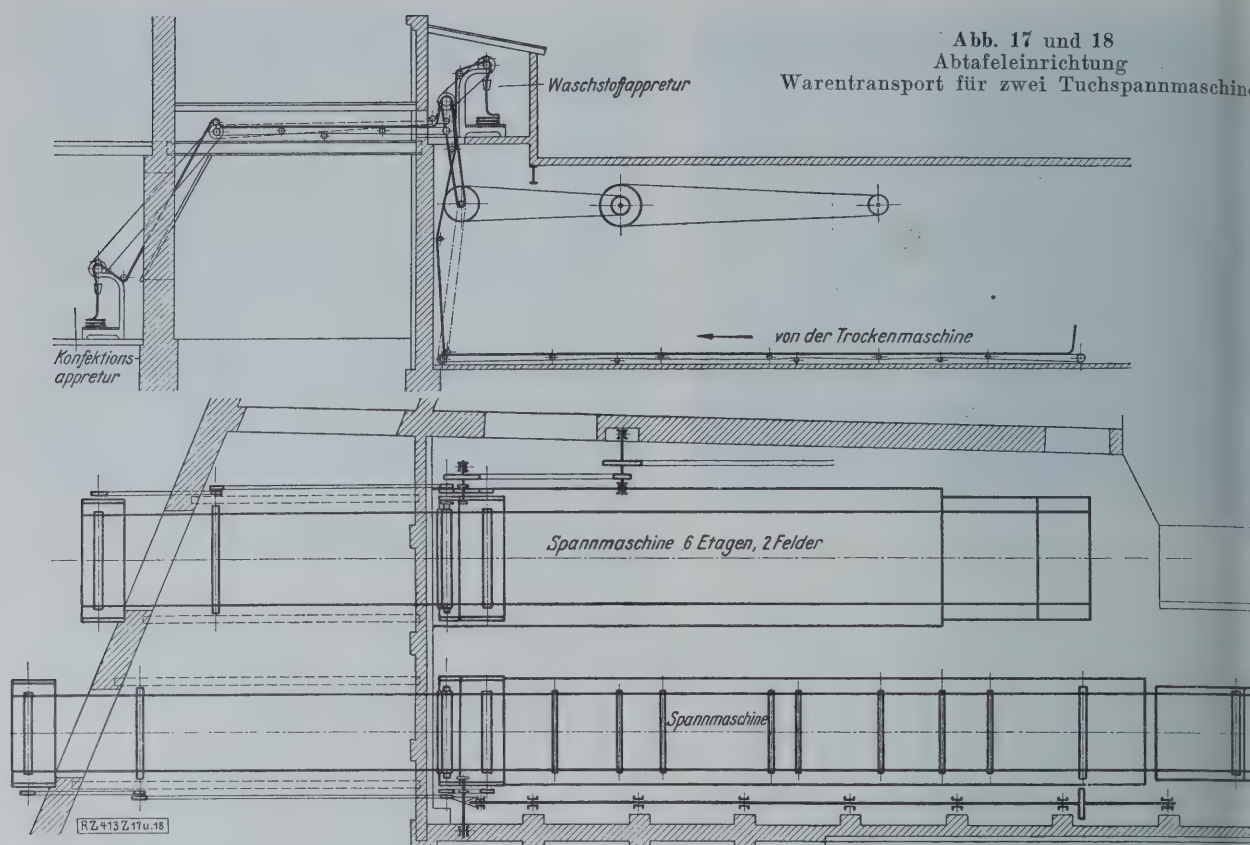


Abb. 17 und 18
Abtafeleinrichtung
Warentransport für zwei Tuchspannmaschinen

einzelnen Krempelsortimenten. Die Förderung wird hier in üblicher Weise durch Druckluft (Bauart Kirchhof) bewerkstelligt.

Durch das Wolfen wird die Partie so stark aufgelockert, daß sie etwa den sechs- bis siebenfachen Raum der ungewolften Partie einnimmt. Eine mittlere Partie von 300 kg füllt den Raum von $6 \times 7 \times 3 = 126 \text{ m}^3$ vollständig aus. Im vorliegenden Falle sind in den einzelnen Krempelsortimenten geräumige Vorratkammern vorgesehen, in die die gewolte Partie hineingeblasen wird.

Zunächst war die Aufgabe gestellt worden, von jedem Wolf möglichst in jede Kammer zu blasen, da nur so eine volle Raumausnutzung der Kammern gewährleistet erscheint. Eine buchstäbliche Lösung dieser Aufgabe hätte aber ein so erheblich verwickeltes Schalt- und Rohrnetz ergeben, daß die Gefahr des unbeabsichtigten Mischens von zwei verschiedenen Partien durcheinander bestand. Daher wurde eine vereinfachte Anordnung, Abb. 14 bis 16, von der Fa. Kirchhof, Werdau i. Sa., ausgeführt, die eine Fehlschaltung ausschließt. Die Lösung bestand in der Anlage von zwei Steigleitungen, von denen jede Abzweige zu den Kammern in allen Stockwerken hat. In jede dieser Steigleitungen kann die Wolle durch zwei nebeneinander liegende Wölfe geblasen werden, und zwar sind dieses die beiden Wölfe, die gewöhnlich zusammen arbeiten, der eine als Vor- und der andre als Fertigwolf. Bei dieser Hinter-

einanderschaltung bläst dann überhaupt nur ein Wolf eine Leitung. Die Mündungen der Leitungen in die Kammern sind durch Hebelverschlüsse so eingerichtet, niemals beide geöffnet sind, sondern, zwar beide geschlossen, aber nur eine geöffnet werden kann. Da die Umschaltung in der Regel einem einzigen zuverlässigen Arbeiter unterstellt ist, so liegt hierin wohl eine Gewähr, daß eine Fehlförderung vorkommt.

Fördereinrichtungen in der Fabrik

Für die Schuhstofffabrikation mit zentraler Kettschneidung im Dachgeschoß mußte eine Senkrechtförderung der Garnkörbe im Gebäude 8 angelegt werden. Der hierbei benutzte Fahrstuhl ist bereits auf S. 1421 beschrieben. Für die Beförderung der gefüllten Garnkörbe in das Garnlagar im Dachgeschoß wird natürlich dieser Fahrstuhl ebenfalls benutzt.

Der Beförderung der Tuche von der Trockenmaschine zur Appretur dient die übliche Abtafeleinrichtung, Abb. 17 und 18, wobei die erste Trockenmaschine quer über den Hof in die Konfektionsappretur hinein abtafelt, während die zweite Trockenmaschine die Schuhstoffe in das 1. Stockwerk in einem Seitengang der Schuhstoffappretur befördert. Die fertigen Tuche werden teils auf Winden, teils auf Wagen zum Tuchlager befördert. [B 413]

(Schluß folgt)

Große Rohölbehälter in Kalifornien

Der Inhalt der Rohölbehälter in Kalifornien hat in den letzten Jahren bedeutend zugenommen. Den größten Behälter hat zur Zeit die Pan American Petroleum Co. in Watson; dieser faßt 4,3 Mill. Faß oder rd. 650 000 m³. Die Tankanlage der Standard Oil Co. in El Segundo enthält 14 Behälter mit 3 150 000 m³ Inhalt. In diesen Behältern, die hauptsächlich zum Speichern von schweren Brennölen dienen, werden oft genug auch leichte Öle gelagert, allerdings nicht Benzin und ähnliche leicht flüchtige Brennstoffe. Die Behälter sind im allgemeinen kreisrunde oder elliptische, aus dem Erdbreich ausgehobene Becken, deren Boden und Böschung festgestampft und dann mit rd. 12 cm dicker

Eisenbetonschicht verkleidet wird. Die Dachkonstruktion besteht aus Holz, die Dacheindeckung aus Asphalt, Schotter oder einem ähnlichen Stoff. Zur Verhütung von Bränden lagert man über dem Brennstoff oft Rauchgas aus einer Dampfkesselanlage, die man mittels Wasserstrahlventiles ansaugt und dabei auch abkühlt. Selbst Ventile im Dach verhindern, daß der Überdruck auf das Dach als rd. 0,02 at steigt. Diese Sicherheitsventile treten infolge der Tageshitze in Tätigkeit. Man rechnet für solchen Großbehälter mit einem Aufwand von 61 m² Betonfläche und 57 000 m² Dachfläche, 115 000 bis 150 000 m³ Aushub, 6000 m³ Beton und über 450 000 m Holz. („Engineering News-Record“ Bd. 99 (1927) S. 416*) [N 874 c]

Entwicklung des Perlitgusses

Von Dipl.-Ing. Gustav Meyersberg, Berlin

(Mitteilung der Studiengesellschaft für Veredelung von Gußeisen)

Geschichtliche Entwicklung — Festigkeit, Zähigkeit, Bearbeitbarkeit, Spannungsfreiheit, Gleichmäßigkeit des Gefüges, Lunkerfreiheit, Dichtigkeit, Verschleißfestigkeit, Gefügebeständigkeit in höheren Temperaturen

ine von Karl Sipp unter der Aufschrift „Perlitguß“ 1920 veröffentlichte kurze Mitteilung¹⁾ machte auf ein neues, durch Diefenthäler und Sipp erfundenes in der Gießerei von Heinrich Lanz, Mannheim, bearbeitetes Verfahren aufmerksam, die Eigenschaften Gußeisens durch geeignete Gattierung und dieser anpassende Regelung der Abkühlgeschwindigkeit zu verbessern. Die erreichte Biegefestigkeit, an Proben von 30 mm Dmr. bei 600 mm Stützweite messen, war mit 51 kg/mm² bei 12,5 mm Durchbiegung angegeben. Als besonders bemerkenswert war vorgehoben, daß die Gußstücke trotz der hohen Festigkeit leicht bearbeitbar waren und die Härte nur Brinelleinheiten erreichte. Der Fortschritt gegenüber dem damaligen Stande der Technik ergibt sich deutlich, wenn in Betracht gezogen wird, daß noch das „Eisenhandbuch“ (1922²⁾) als mittleren Gebrauchswert Biegefestigkeit für die beste Gußeisensorte (Spezial-„drehhart“, mit Holzkohle gattiert ist) 35 kg/mm² angibt. Der neue Werkstoff hatte sich bereits in technischer Anwendung bewährt und außer der hohen Festigkeit noch andere wichtige Vorzüge gezeigt, z. B. die Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung durch Reibung, bewiesen durch Kolbenringe, die bei Ausführung Perlitguß zehnmal so lange gebrauchsfähig geblieben waren als bei Ausführung in Grauguß.

Die kurze Veröffentlichung fand zunächst kaum Beachtung. Ein Erfolg zeigte sich nur insofern, als eine utende Maschinenfabrik, von den bisherigen Bauarten für Verbrennungsmotoren nicht befriedigt, auf das neue Verfahren aufmerksam wurde und Versuchstücke der Firma Heinrich Lanz bestellte. Die Bestellerin dann zum Perlitguß über und verwendet ihn seitdem in eigenem Maße.

Die Aufmerksamkeit weiterer Kreise der Fachwelt wurde erst erweckt, als die Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt zu Berlin-Dahlem Ende 1922³⁾ eine Arbeit von Dr. O. Bauer brachten, die sich in eingehender Weise mit dem Perlitguß beschäftigte. Sie behandelte die Eigenschaften und Aussichten mit voller Ausführlichkeit. Darüber hinausgehend würdigt sie die große grundsätzliche Bedeutung der Erfindung, indem sie darhineinweist, daß das Ergebnis auf einem neuen Wege, die bewußte Beeinflussung des Gefügebauaufbaus, erreicht wurde. Wie im Schlußwort der Arbeit hervorzuheben wird, ist damit gegenüber den beiden früheren Entwicklungsstufen, der Beurteilung nach dem Bruchverhalten und nach der chemischen Analyse, eine dritte erreicht, die sich auf die Untersuchung der Mikrostruktur stützt und deren Ergebnisse planmäßig verwendet.

Die Mikrostruktur ist beim Perlitgußeisen⁴⁾ durch vollständige Vorherrschen des als Perlit bekannten Gefügebestandteils bei mäßiger Anwesenheit von Graphit gekennzeichnet. Zur planmäßigen Erreichung dieses Zustandes ist die Gattierung und ihr entsprechend die Abkühlung einzustellen, beide entsprechend dem Anwendungsgebiet, für das das Gußstück bestimmt ist. Die Abkühlung kann beeinflusst werden durch Nachbehandeln der Form, durch Überhitzen der Schmelze (300° und darüber über der Erstarrungstemperatur) oder Vorformen der Gußform.

Nach Erscheinen der erwähnten Arbeit und nach dem Vortrage, den Sipp auf der Hauptversammlung des

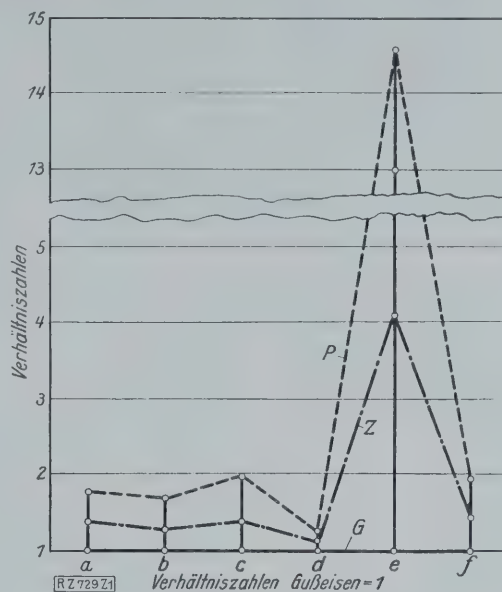


Abb. 1

Festigkeitseigenschaften nach Bauer

G gewöhnliches Gußeisen	Z Zylindereisen	P Perlitguß
a Biegefestigkeit	d Kugeldruckhärte	
b Durchbiegung	e Wechsellagerversuche	
c Zugfestigkeit	f Schlagbiegeversuche	

Vereins Deutscher Eisengießereien, Gießereiverband, Hamburg 1923, hielt, begann sich die Anwendung des Verfahrens auszubreiten⁵⁾. Im nachstehenden soll festgestellt werden, „wie weit sich die Vorzüge, die dem Perlitguß bei seinem Erscheinen zugesprochen wurden, in der Praxis bestätigt haben.“

Festigkeit

Zahlenmäßig am sichersten nachweisbar sind die Festigkeitseigenschaften. Die Bauersche Arbeit bringt darüber die Verhältnislinsen, Abb. 1.

Drei Gußeisensorten werden verglichen: G gewöhnliches Gußeisen, entsprechend etwa der Güteklasse Ge 14.91 (DIN 1691), Z Zylindereisen, entsprechend etwa der Güteklasse Ge 18.91 (DIN 1691), P Perlitguß. Wird der für G ermittelte Durchschnittswert = 1 gesetzt, so ergab sich als Verhältnis G : Z : P für die Biegefestigkeit 1 : 1,41 : 1,78, für die Durchbiegung 1 : 1,24 : 1,65, für die Zugfestigkeit 1 : 1,44 : 1,92.

Nicht außer acht zu lassen ist, daß bei Gußeisen sowohl der Biege- als auch der Zugversuch Streuungen aufweisen, die allerdings um so geringer ausfallen, je hochwertiger das Gußeisen ist. Bei Perlitguß sind sie demnach geringer als bei gewöhnlichem Grauguß. Die damals für Perlitguß ermittelten Werte der Biegefestigkeit mit 50,9 kg/mm² bei 14 mm Durchbiegung und der Zugfestigkeit mit 28 kg/mm² haben sich auch in der Praxis bestätigt.

Dem Konstrukteur bietet die Erhöhung der Festigkeit die Möglichkeit, entweder die Abmessungen gegenüber der früheren Ausführung in Grauguß herabzusetzen, oder erhöhte Sicherheit gegen Bruch zu gewinnen.

¹⁾ „Stahl und Eisen“ Bd. 40 (1920) S. 1141.
²⁾ „Eisenhandbuch“, herausgegeben vom Verein Deutscher Eisen-
gießereien, München und Berlin 1922, R. Oldenbourg, S. 103.
³⁾ „Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt zu Berlin-Dahlem“
Bd. 19 (1922), Julius Springer, Vergl. „Stahl und Eisen“ Bd. 43 (1923)
und „Eisenzeitung“ Bd. 20 (1923) S. 377.
⁴⁾ Näheres darüber z. B. Sipp, „Gießerei“ Bd. 13 (1923) S. 491;
und „Eisen“ Bd. 43 (1923) S. 1592; DRP 301 918, 325 250 und 417 689.

⁵⁾ An eine Reihe von Gießereien wurden Lizenzen abgegeben. Heute wird das Verfahren, außer von der Firma Heinrich Lanz A.-G. selbst, von einer Reihe deutscher Firmen angewendet, die sich zu einer Studiengesellschaft für Veredelung von Gußeisen zusammengeschlossen haben. In England besteht die Firma British Perlit Iron Co. mit fünf großen Gießereibetrieben. Außerdem gibt es Lizenznehmer im Saar-
gebiet, in Frankreich, Italien, Dänemark, Schweden, Tschechoslowakei,
Amerika und Japan.



Abb. 2
Bock für Schaltschützen auf elektrischen Lokomotiven, früher in Temperguß hergestellt

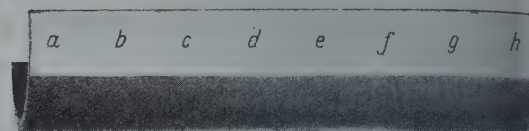
Die Verringerung der Abmessungen eines Gußstückes findet eine Grenze in allen Fällen, wo die Wanddicke unter ein gewisses geringstes Maß nicht gebracht werden darf, sei es, daß gießereitechnische oder andre außerhalb der Festigkeitsbeanspruchung liegende technische Gründe, etwa die Vorschrift eines Mindestgewichts, maßgebend sind. Nicht selten kommt es vor, daß die geringere Bemessung aus Gründen unterbleibt, die außerhalb des Technischen liegen. Die Scheu vor den Kosten der Änderung, insbesondere der Modelle, scheint manchmal unüberwindlich, oder auch nur die Scheu vor der Unbequemlichkeit, die jede Art Abänderung mit sich bringt. Und doch kann die Auswertung der höheren Festigkeit ganz durchschlagende Vorteile bringen, unterstützt durch den Umstand, daß beim Edelguß erheblich höhere Treffsicherheit zu erreichen ist.

So ist es der Druckereimaschinen-Fabrik Bohn & Herber, Würzburg, gelungen, ihre Erzeugnisse auf diese Weise stark im Gewicht zu ermäßigen und trotzdem noch eine Erhöhung der Beanspruchungsmöglichkeit zu gewinnen. Schnellpressenzylinder führte man früher mit eingegossener besonderer Stahlachse aus, während bei der jetzigen Ausführung in Perlitguß die Wellenenden angegossen werden. Die Folgen sind Gewichtersparnis, Erhöhung der Sicherheit und Vereinfachung der Herstellung. Auch die Grundgestelle der Druckereimaschinen sind in der neuen Perlitguß-Ausführung wesentlich leichter gehalten. Ebenso konnte bei den Zahnrädern an Gewicht gespart werden; ihr Modul wurde erheblich herabgesetzt. Lediglich die Karren der Druckmaschinen wurden in den Abmessungen nicht geändert. Dafür ist aber die Beanspruchung bei der jetzigen Ausführung gegen früher stark vermindert.

Zähigkeit

Vielleicht noch bedeutungsvoller als die Erhöhung der Bruchfestigkeit ist aber die Verbesserung einer Eigenschaft, die beim alten Grauguß besonders viel zu wünschen übrig ließ, der Zähigkeit und der Widerstandsfähigkeit gegenüber Schlag und Stoß. Schon in der Erhöhung der Durchbiegung beim Biegeversuch spricht sich die größere Zähigkeit aus. Bauer stellte für die Durchbiegung⁶⁾ des Perlitgusses Werte bis zu 17,5 mm fest, während sie bei Grauguß unter 10 mm blieb. Im Durchschnitt ergab sich für den Perlitguß eine Verbesserung um 65 vH. Noch deutlicher zeigt sich aber die Überlegenheit der Zähigkeit und der großen Widerstandsfähigkeit gegenüber wechselnden, stoßweisen Beanspruchungen bei dem von Bauer erstmals für Gußeisen angewandten Dauerschlagversuch. Die Schlagzahl, nach der der eingekerbte Perlitstab brach, betrug bei den Bauerschen Versuchen das 15fache gegenüber Grauguß und das 3½fache gegenüber Zylindereisen. Noch stärkere Unterschiede ergaben kürzlich von Roeder bei der

⁶⁾ a. a. O. Tafel 2 und 7.



RZ 729/3

Abb. 3
Brinellhärte einer Kolbenringwalze aus Perlitguß
bei a 183, b 181, c 179, d 179, e 180, f 181, g 183, h 185

Firma Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Mülhausen, vorgenommene Versuche, bei denen Gußeisensorten miteinander verglichen wurden, aus einer großen Zahl von Prüfungen (15 bis 30) getragene Mittelwerte in Zahlentafel 1 zusammengefaßt sind. Der Dauerschlagversuch wurde auf einer Maschine vorgenommen, die mit andern Schlagmaschinen und andern Stababmessungen arbeitete als die Bauer benutzte, daher sind die Abweichungen absoluten Werte der Schlagzahlen zu erklären.

Zahlentafel 1

Werkstoff	Mittl. Zugfestigkeit kg/mm ²	Vergleichszahl	Mittl. Dauerschlagzahl	Verg.
Grauguß ...	16,7	1	40	
Zylinderguß	23,0	1,37	388	
Perlitguß ..	29,2	1,75	3238	8

Vielleicht noch augenfälliger ist ein Versuch, zuerst von der Firma L. & C. Steinmüller, Gumbach, an Perlitgußstücken vorgenommen wurde, wandartiger Konstruktionsteil hatte bei der früheren Herstellung in Grauguß vielfach zu Rißbildung Veranlassung gegeben, wozu außer der allgeringfügigen Sprödigkeit des Stoffes auch noch die Gußspannungen beitrugen, zu denen das Stück neigte. Um einen Vorteil der neuen Ausführung in Perlitguß gegenüber dem alten zu gewinnen, wurde das Stück an der durch Rißbildung besonders gefährdeten Stelle mit sechs Zugschlaghämmern bearbeitet. Während das Graugußstück nach zwei bis drei Schlägen brach, gewannen 55 Schläge noch nicht, um bei dem Perlitgußstück den ersten Anzeichen eines beginnenden Bruches hervorzurufen, und dies obschon die Wanddicke von 15 mm auf 12 mm herabgesetzt war.

In allen Fällen, wo betriebsmäßig Stoß- und Stoßbeanspruchungen, Erschütterungen u. dergl. vorkommen, bei Teilen von Fördermitteln, Kraft- und Eisenbahnen, Elektrokarren, Pressen, Hämmern usw. sind diese Eigenschaften in den Vordergrund. Ein Bo

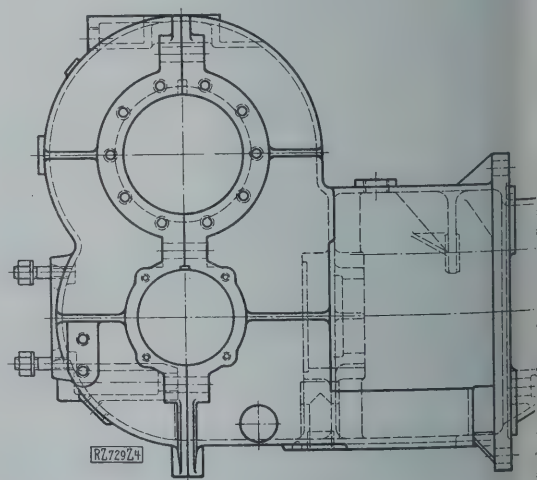
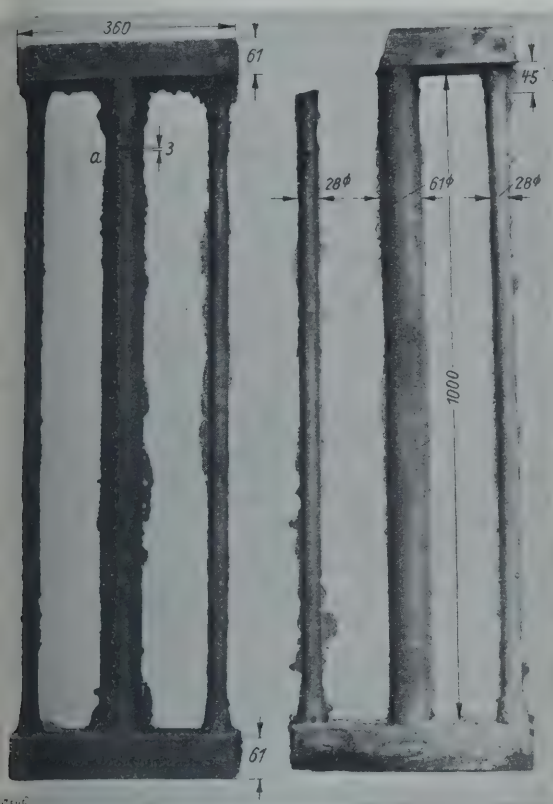


Abb. 4. Getriebekasten für Raupenschlepper, ergiebigere teilhafte Ausführung in Perlitguß statt in Stahlguß



Perlitguß

Grauguß

Abb. 5 und 6

Gitterstück

a angebohrte Stellen

tschützen auf Wechselstromlokomotiven, Abb. 2, einer Dauerprüfung von 750 000 Schaltungen, ent-
 stehend einer Lebensdauer von 25 Jahren, ohne Schä-
 ding stand und zeigt sich dadurch der früheren Aus-
 ung in Temperguß weit überlegen.

Bearbeitbarkeit

Die Verbesserung der Festigkeitseigenschaften wäre
 wert sehr herabgesetzt, wenn damit eine Erhöhung
 Härte Hand in Hand ginge, wie erwartet werden
 e. Für den Perlitguß besonders kennzeichnend ist,
 dies nicht der Fall ist. Infolge der weitgehenden
 eifung des Gefüges tritt der Gefügebestandteil, der
 ie Härte des Gußstückes in erster Linie maßgebend
 nicht in Erscheinung. Dieser Gefügebestandteil ist
 Eisenkarbid (Fe_3C), Zementit. Sein Vorherrschen
 e Ursache für das weiße Aussehen des Bruches, wo-
 ehe, die Bearbeitung hindernde Härte und Sprödig-

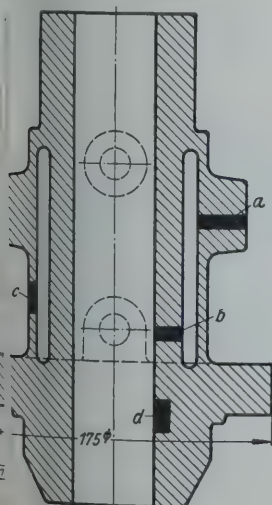


Abb. 7

Körper einer in Perlitguß
 ausgeführten Stopfbüchse

a, b, c, d Stellen, an denen
 die Schliffproben, Abb. 8
 bis 11, entnommen wurden.

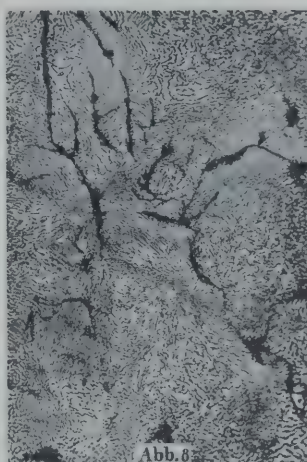


Abb. 8

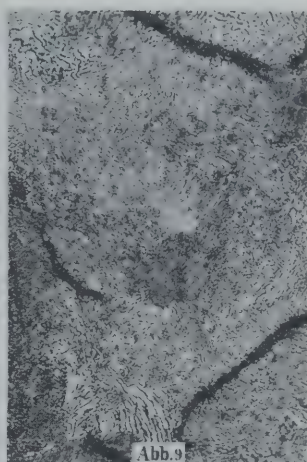


Abb. 9



Abb. 10

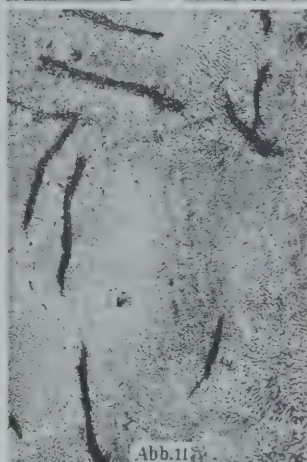


Abb. 11

Abb. 8 bis 11

Schliffbilder von den Stellen a bis d im Maschinenteil
 nach Abb. 7

keit gleichbedeutend ist. Beim Perlitguß tritt aber dieser
 Gefügebestandteil nicht auf, und das Perlitgefüge verbürgt
 bei mäßiger Härte höchste Festigkeit.

An einer Kolbenringwalze, Abb. 3, hat man die
 Brinellhärten an verschiedenen Stellen festgestellt. Be-
 merkenswert ist nicht nur die Größenordnung der Härte-
 zahlen, die ein für Werkstattzwecke bequemes Maß auf-
 weisen, sondern auch die Geringfügigkeit der Abweichun-
 gen, die zwischen ihnen in verschiedenen Höhenlagen
 und an verschiedenen Stellen bestehen.

Die leichte Bearbeitbarkeit ist für die Praxis von
 größter Wichtigkeit und bedeutet insbesondere auch dem
 Stahlguß gegenüber einen Vorteil. Bei einem in Stahl-
 guß ausgeführten Getriebekasten für Raupenschlepper,
 Abb. 4, war bei den verhältnismäßig geringen Wand-
 dicken und den geringen Spielräumen zwischen Wand-
 und Getriebeteilen viel nachzuarbeiten; vielfach gab es
 auch Ausschuß wegen Verziehungen und Lunkerbildung.
 Die Dichtungsflächen an den Teilfugen fielen oft un-
 sauber aus und waren wegen großer Härte häufig
 schlecht zu bearbeiten. Mit der Ausführung in Perlitguß
 sind alle Beschwerdepunkte weggefallen. Der Ausschuß
 ist auf ein Mindestmaß heruntergegangen. Das Aus-
 sehen ist einwandfrei, die Bearbeitung bequem, so daß
 man nicht nur bei diesem Stück, sondern auch bei zahl-
 reichen andern Stücken, für die bisher Stahlguß ver-
 wendet worden war, zum Perlitguß übergegangen ist und
 damit auch eine erhebliche Verbilligung erreicht hat.

Spannungsfreiheit

Der Werkstatt ebenso unwillkommen wie harte, un-
 bearbeitbare Stellen, sind Gußspannungen. Sie treten
 häufig erst zutage, wenn das Gußstück schon bearbeitet
 und die Ausgabe für die Bearbeitung bereits entstanden
 ist. Die Regelung der Abkühlgeschwindigkeit beim Per-
 litguß wirkt auf Ausgleich und Milderung der Ursachen

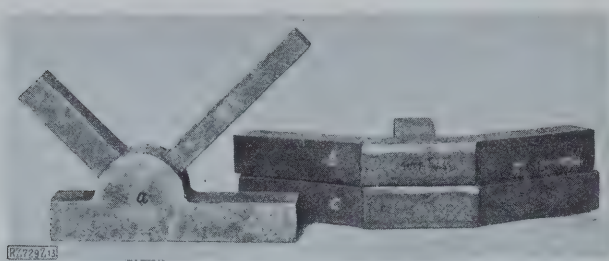


Abb. 12. K-Stück

- a Form des Versuchstückes
b Bruchprobe von Grauguß mit Lunker
c „ „ Perlitguß ohne „

für die Spannungen hin⁷⁾. Planmäßige Versuche von P. Bardenheuer und C. Ebbefeld⁸⁾ über die Schwindvorgänge brachten eine volle Bestätigung dieses Vorteils. Das als Beispiel für die Zähigkeit erwähnte wandartige Stück der Firma Steinmüller kann auch für die beim Perlitguß erreichte Spannungsfreiheit als Beispiel dienen.

Zur unmittelbaren Feststellung der Spannungsverhältnisse wurde ein Gitterstück von den zur Studiengesellschaft für Veredelung von Gußeisen gehörenden Gießereien in Perlitguß, Abb. 5, und in Grauguß, Abb. 6, abgegossen. Bei der Ausführung in Normal-Maschinenguß, Abb. 6, sprangen sämtliche Stücke bereits beim Erkalten in der Form; bei der Ausführung in Perlitguß, Abb. 5, blieben sie ganz. Nach Anbohren an den mit *a* bezeichneten Stellen, Abb. 5, trat ganz geringe Klaffung ein.

Gleichmäßigkeit des Gefüges

Die Beherrschung der Abkühlgeschwindigkeit hat nicht nur die weitgehende Ausreifung des Gefüges zur Folge, sondern auch seine größte Gleichmäßigkeit an den verschiedenen Stellen des Gußstückes. Der Körper einer Stopfbüchse, Abb. 7, der außerordentliche Verschiedenheit der Wanddicken aufweist, wurde durchschnitten, um von den mit *a*, *b*, *c* und *d* bezeichneten Stellen Schliffproben, Abb. 8 bis 11, zu liefern. Die Abbildungen zeigen die überraschende Gleichmäßigkeit des Gefüges trotz der großen Verschiedenheit der Wanddicken. Auch die als Beispiel für die gleichmäßige Härte bereits erwähnte Kolbenringwalze, Abb. 3, beweist die Gleichmäßigkeit des Gefüges, da diese ja auch Voraussetzung für die Gleichmäßigkeit der Härte sein muß.

Auffallend ist bei Perlitgußstücken der reine Klang, den sie, geeignet aufgehängt, beim Anschlagen mit dem Hammer ergeben. Aus Perlitguß kann man daher gut klingende Glocken herstellen. Der Klang von Glocken aus gewöhnlichem Grauguß ist dagegen unrein und in der Tonhöhe nur unsicher bestimmbar, ein weiterer Beweis, daß Perlitguß ein in seiner ganzen Struktur gleichmäßig durchgebildeter Baustoff ist.

Lunkerfreiheit

Zu den bedenklichsten Erscheinungen, die bei Gußstücken auftreten können, gehören die Lunkerungen. Sie sind nicht nur eine erhebliche Ausschußursache, sondern können auch, zu spät bemerkt, zu Brüchen führen. Ihre Entstehung⁹⁾ ist auf die Verschiedenheit des spezifischen Volumens beim flüssigen und beim erstarrenden Metall zurückzuführen. Ist die Schmelze an einzelnen Stellen noch flüssig und an andern schon in der Erstarrung begriffen, so können Hohlräume entstehen, die Lunker. Ebenso wie das Perlitgußverfahren die Entstehung der Gußspannungen unterdrückt, hat es sich auch als sehr wirkungsvolles Mittel zur Unterdrückung der Lunker erwiesen. Abb. 12a zeigt ein Stück, das, in nicht vorgewärmter Form vergossen, regelmäßig zur Ausbildung eines mehr oder minder kräftigen Lunkers in der Nähe des Knotenpunktes, Abb. 12b, führt. Er tritt nicht auf,

wenn der Guß nach dem Perlitgußverfahren erfolgt. Abb. 12c. Mit der Lunkerfreiheit im Zusammen steht die Erscheinung, daß man bei Perlitguß ohne mit wesentlich kleinerem verlorenem Kopf auskann als bei gewöhnlichem Guß.

Dichtheit

Ebenso wie vor Lunkern schützt das Perlitgußverfahren auch vor der Bildung kleinerer Blasen, wie beim gewöhnlichen Guß häufig auftreten. Die Dichte des Gusses erklärt sich durch die Gleichmäßigkeit, Ausreifung und Feinkörnigkeit des Gefüges. Die Dichte ist besonders für die Fälle von Bedeutung, in denen man das Gußstück zur Aufnahme von gespannten Flüssigkeiten oder Gasen verwendet, z. B. Rohrleitungen, Krümmern usw., ferner bei Dampfmaschinen und Verbrennungsmotoren, insbesondere Dieselmotoren. Ebenso haben sich Preßpumpenkörper früher in Stahlguß nicht dicht hergestellt werden können, aus Perlitguß als einwandfrei erwiesen.

Abb. 13 zeigt Zylinder-Einsatzbüchsen für Schiffsdieselmotoren, die ebenso wie die zugehörigen Kolben in Perlitguß reihenweise ausgeführt werden. An Stellen *a* und *b* sind Probestäbe für Zugversuche angebracht, bei *c* und *d* solche für Biegeversuche angebracht. Zugfestigkeiten bis zu 33 kg/mm² wurden bei einer

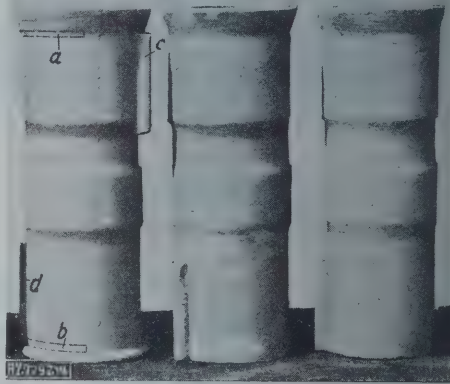


Abb. 13

Zylindereinsatzbüchsen für Schiffsdieselmaschine

- Rohgewicht 830 kg, Rohgewicht des zugehörigen Kolbens 385 kg
a und *b* Entnahme der Probestäbe für die Zugversuche
c „ *d* angegossene Stäbe für die Biegeversuche

nellhärte von 190 bis 205 festgestellt. Die größte hergestellten derartigen Büchsen für Hochdruckmaschinen erreichen ein Rohgewicht von 6500 kg, 2700 mm Länge, 950 mm Dmr. und 70 mm Wanddicke.

Ein weiteres Gebiet, für das die Dichtheit des Gußes wichtig ist, sind die Verteilerkästen der Rauchgaswärmer. Sie werden aus Perlitguß hergestellt, um die steigerten Anforderungen genügen zu können, die der Vorwärmerbau durch die fortgesetzte Erhöhung der Betriebsdrücke gestellt werden, und um sie gegen das Pressen der Rohrkegel widerstandsfähiger zu machen. Die Vorwärmerelemente, die unter Verwendung von Perlitguß gebaut werden, halten Betriebsdrücke von 150 at.

Steinmüller führt auch Rippenheizrohre in Perlitguß aus, deren Flansch 30 mm und deren Rohrkörper dick ist, wobei die Rippen bis auf 2 mm auslaufen. Rippenrohre werden im Dampfkesselbau für sehr hohe Drücke verwendet und können bis auf 400 at darüber abgepreßt werden. Bei einer kürzlich von der parteiischen Seite vorgenommenen Prüfung zweier Rohre platzte das eine bei 670 at, das andere erst bei 1000 at ohne vorher undicht geworden zu sein.

Welche Bedeutung dem hier erreichten Fortschritt Verbraucherkreisen zugeschrieben wird, geht aus Äußerung Spruths¹¹⁾ hervor: „Durch Herstellung au

⁷⁾ Vergl. Geiger, Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei, 2. Aufl. Berlin 1925, Julius Springer, Bd. 1, S. 363.

⁸⁾ Gießerei-Zeitung Bd. 22 (1925) S. 454 und „Stahl und Eisen“ Bd. 45 (1925) S. 825, 1022.

⁹⁾ Vergl. Irresberger in Geiger, Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei, S. 331; auch Sipp und Bauer, Schwinden und Lunkern des Eisens, „Stahl und Eisen“, Bd. 33 (1913) S. 675, Bd. 41 (1921) S. 88.

¹⁰⁾ Z. Bd. 68 (1924) S. 609.

¹¹⁾ „Elektrizitätswirtschaft“ Nr. 400 und 401 Januar 1926.

wird der gußeiserne Rippen-Ekonomiser für ein sehr höheres zulässiges Druckgebiet (praktisch bisher nur 0 at Überdruck) möglich.“

Verschleißfestigkeit

Viele von den Gegenständen, deren Verwendung Dicht- des Gusses verlangt, müssen auch gegenüber Ab- durch gleitende Reibung besonders widerstand- sein. Hohe Verschleißfestigkeit war eine der ersten schaften, die von den Erfindern als Besonderheit des gusses erkannt wurde. Sie ist daher schon im Grund- (13) in den Vordergrund gestellt. Tatsächlich hat sie auch als vornehmlich wichtig und praktisch bedeut- erwiesen.

auf Grund von Untersuchungen in der Mechanisch- schen Versuchsanstalt des Eisenbahn-Zentralamtes (t Lehmann¹³) zu dem Ergebnis, daß weder Härte, chemische Zusammensetzung, noch Graphitmenge ausbildung wesentlichen Einfluß auf den Verschleiß- stand nehmen. Er hängt vielmehr nur von dem gehalt ab, derart, daß Gußeisen mit rein perlitischem ge die höchste Verschleißfestigkeit hat. Die Versuche, Grund deren das Ergebnis gewonnen wurde, erten sich auf das Zusammenarbeiten der Versuchs- r mit Schienenstahl, mit hartem und mit weichem isen. Buffet und Roeder¹⁴) ließen ebene Flächen Versuchskörpern gleichen Stoffes trocken gegenein- schleifen und erhielten bei Zylindergußstücken eine tzung von 0,3 g/h, bei Perlitgußstücken eine solche ur 0,039 g/h.

n allen Fällen, wo betriebsmäßig Metall auf Metall , aber auch dann, wenn Stoffe anderer Art, Flüssig- , Sand, Staub usw. zwischen oder an bewegte Flächen n, ist die Verschleißfestigkeit von großer Bedeutung. 14 zeigt zwei Zahnräder, die an Milchzentrifugen im be waren. Das eine, Abb. 14 a, aus dem früher üb- hochwertigen Gußeisen hergestellt, hat sich nach tribsstunden abgearbeitet, während das Perlitgußrad, 4 b, nach 400 Betriebsstunden noch keine Abnutzung es. Ähnlich beweist sich die Verschleißfestigkeit des gusses bei Bremsklötzen, bei Kreiselpumpenteilen, bei fingen und Rollen von schweren Trockentrennmeln, ch früher in drei Monaten abnutzten und in der n Ausführung jahrelang laufen.

esonders beweiskräftig sind die Fälle, wo Sand mit aschinenteilten in Berührung kommt, z. B. bei Sand- eitungsmaschinen, deren Kettenräder, Ketten, Sand- er, Rüttelsieb-Exzenter usw. wegen der in alle henräume eindringenden scharfen Quarzsandkörner n nach längstens zwei bis drei Monaten unbrauchbar und ersetzt werden mußten. Die neu eingebauten aus Perlitguß sind schon 1½ Jahre in Betrieb, ohne Auswechslung zu bedürfen. Ähnliches gilt für staubmühlen, für deren Teile bei Ausführung in guß im Mindestfalle die dreifache Lebensdauer gegen festgestellt wurde.

DRP Nr. 301 918.

Dr. O. H. Lehmann, „Die Abnutzung des Gußeisens bei glei- (Reibung“, Gießerei-Zeitung Bd. 23 (1926) S. 597.
B. Buffet und A. Roeder, La fonte perlitique, Bulletin de ité Industrielle de Mulhouse, November 1925.

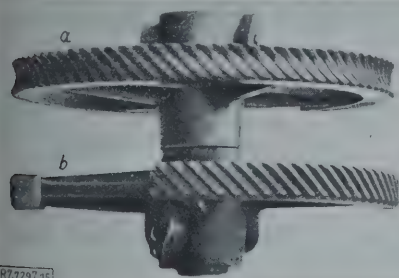


Abb. 14

Zahnräder für Milchzentrifugen

a hochwertiges Gußeisen nach 30 Betriebsstunden
b Perlitguß „ 400

Weitere Beispiele bieten Motorenteile, die gleitender Reibung ausgesetzt sind. Gelegentlich des Motorschlepper- Wettbewerbs 1925 stellte Prof. G. Becker¹⁵) die Ab- nutzungen an den Zylindern der dabei geprüften Ver- brennungsmotoren fest. Im allgemeinen waren sie sehr hoch, was auf die Einwirkung des mit der Verbrennungs- luft angesaugten Staubes zurückzuführen war. Aus der Reihe der untersuchten Motoren fiel nur einer vollständig heraus; seine Abnutzung lag weit unter der der übrigen, obschon die durch ihn angesaugte Luft nicht von Staub gereinigt war, während mehrere der anderen Motoren da- für eine besondere Einrichtung hatten. Der so auffallend wenig abgenutzte Zylinder gehörte zu dem Lanzschen Zweitakt- Glühkopfmotor und war aus Perlitguß hergestellt.

Nachstehend seien einige Anwendungen aus der Praxis des besonders scharfe Anforderungen stellenden Dieselmotorbaues besprochen:

Die Zylinderlaufbüchse der Dieselmotoren muß aus einem harten, zähen und dichten Guß von gleichmäßigem Gefüge bestehen. Denn die Büchse bildet nicht nur die Gleitfläche für den Arbeitskolben, sondern muß auch einen Gasdruck bis etwa 45 at aushalten. Ist der Werkstoff weich und ungleichmäßig, dann neigt auch der beste Kolben zum Fressen, selbst wenn Kolben und Büchse sauber auf der Maschine geschliffen sind. Perlitguß hat sich diesen Ansprüchen voll gewachsen gezeigt und wesentlich besser bewährt als der früher verwendete Zylinderguß. Die Wanddicken werden in der jetzigen Ausführung geringer als früher gehalten, wodurch die Kühlung verbessert wird. Außerdem erreicht man eine ganz glatte und gleich- mäßige Laufbahn, so daß die Kolbenreibung wesentlich herabgemindert wird.

Die Schraubenräder, die bei Dieselmotoren zum An- trieb der Steuerwellen benutzt werden, müssen hinsichtlich Härte, Gleichmäßigkeit des Gefüges und Zähigkeit dieselben Eigenschaften haben wie die Zylinderbüchsen. Während bei größeren Dieselmotoren der übliche Zylinderguß oft versagte, sind bei der Verwendung von Perlitguß be- stimmter Härte keine Beanstandungen mehr aufgetreten.

Hervorragend bewährte sich der Perlitguß auch bei der Brennstoffpumpe der kompressorlosen Dieselmotoren. Diese Pumpen müssen Drücke von mehreren hundert Atmosphären erzeugen. Die Pumpenkolben und die Kolben der Überströmventile müssen sich stopfbüchsenlos in ihren Führungen bewegen und dabei gegen den hohen Druck abdichten. Versuche mit allen möglichen Werk- stoffen, auch mit Edelstählen, haben hier lange nicht die guten Ergebnisse gehabt wie die Verwendung von Perlit- guß. Während sich das Festbremsen der äußerst dicht eingeschliffenen Kolben bei allen anderen Baustoffen einstellte, treten bei Perlitguß keinerlei Anstände auf.

Nach Ansicht der Firmen, die im Dieselmotorbau mit Perlitguß Erfahrungen gemacht haben, führt die Entwick- lung dahin, die meisten Stahlgußteile durch Perlitguß zu ersetzen. Er kommt ferner als geeigneter Baustoff für die Antriebnocken der Steuerventile, für die Sitze dieser Ventile, die Ventilteller, ferner auch für hochbeans-pruchte Zylinderdeckel und die Kolben in Betracht.

Gefügebeständigkeit bei höheren Temperaturen

Stark in den Vordergrund tritt in neuerer Zeit das Verhalten des Perlitgusses gegenüber hohen Betriebstem- peraturen. Gußeisen zeigt bei solcher Verwendung im allgemeinen die höchst gefährliche Eigenschaft des Wach- sens¹⁶). Während die normale Wärmeausdehnung nach der Abkühlung wieder zurückgeht, haben Stoffe, die die Erscheinung des Wachsens aufweisen, die Eigenschaft, daß die in der Wärme erfahrene Ausdehnung nicht mehr voll- ständig verschwindet. Das Wachsen nimmt mit jeder neuen Erwärmung zu, wenn auch jedes folgende Mal in ge- ringerem Maße. Sie führt zu gefährlichen Spannungen zwischen den einander berührenden Konstruktionsteilen; gußeiserne Rohr- und Gehäuseteile werden im Heißdampf rissig und vermodern manchmal derart, daß sie mit dem Messer geschnitten werden können.

¹⁵) Z. Bd. 70 (1926) S. 1262.

¹⁶) Vergl. Thum, „Die Werkstoffe im heutigen Dampfturbinenbau“, Z. Bd. 71 (1927) S. 758, dazu die Aussprache in der Fachsitzung Dampf- technik, Z. Bd. 71 (1927) S. 1134.

Die Erscheinung des Wachsens steht in unmittelbarer Beziehung zu dem Gehalt an Silizium im Gußeisen¹⁷⁾. An sich wird das Silizium vom Eisengießer gern gesehen, da es die leichte Vergießbarkeit und gute Bearbeitbarkeit fördert und die Möglichkeit gibt, den Kohlenstoffgehalt herabzusetzen und die Festigkeit zu erhöhen. Mit den Siliziumgehalten, wie sie im allgemeinen verwendet werden (2 vH und darüber), ist jedoch das Wachsen untrennbar verbunden und nimmt um so größeren Ausmaß an, je höher der Siliziumgehalt wird. Hier gibt nun das Verfahren zur Erzeugung des sogenannten Heißperlits außer der Möglichkeit, ein spannungsfreies, dichtes und festes Eisen zu erzeugen, auch die Möglichkeit, es auf sehr niedrigen Siliziumgehalt zu gattieren. Eine Senkung des Siliziumgehalts auf etwa 1 vH und darunter vermindert das Wachsen so weit, daß es praktisch belanglos wird.

Alle Vorteile des Perlitgusses würden nichts bedeuten, wäre es nicht möglich, das für ihn kennzeichnende durch-

¹⁷⁾ Sipp und Roll, „Das Wachsen des Gußeisens“, „Gießerei-Zeitung“ Bd. 24 (1927) S. 229 u. f.

gängige perlitische Gefüge mit Treffsicherheit zu erzeugen. Die Treffsicherheit war ja seit jeher beim Eisengießen besonders kritischer Punkt. Rudeloff kam darüber 1925 in seinem Bericht über die Versuche zur Ermittlung der Treffsicherheit der Gießereien¹⁸⁾ zu einem recht mistischen Urteil. Daß der Perlitguß dagegen heute großer Treffsicherheit hergestellt wird, ist der bewußten Anwendung der gleichen Verfahren zu danken, die zu seiner Erfindung führten. Wissenschaftliche Eindringung und dauernde Überprüfung des gesamten Gießbetriebes durch wissenschaftlich geschulte Ingenieure, gefangen von der Untersuchung der Rohstoffe und des Formandes bis zur genauen Erkennung und Beherrschung der Schmelz- und Formtrockenvorgänge, sowie des Vorganges selbst bieten die Mittel, diese Treffsicherheit zu erreichen. Die Studiengesellschaft für Veredelung des Gußeisens sieht es als ihre wesentliche Aufgabe an, das Kenntnis dieser Gebiete und ihre Anwendung dauernd zu vertiefen. [B 729]

¹⁸⁾ „Gießerei“ Bd. 12 (1925) S. 561 u. f.

120 t-Kran für eine Lokomotivwerkstätte

Das Bestreben, die Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnverkehrs im Fernzugdienst durch Steigerung der Zuggewichte und volle Auslastung der Lokomotiven zu heben, führte mit der Steigerung der Lokomotivleistungen gleichzeitig zu einer solchen des Lokomotivgewichtes und damit auch zu erhöhten Anforderungen an die Leistungen der in den Werkstätten erforderlichen Hebezeuge. So sind in den letzten Jahren Krane für Eisenbahnwerkstätten gebaut worden, deren Tragfähigkeit die Grenze von 100 t bereits überschritten hat.

Ein solcher Kran besonders hoher Leistung, Abb. 1, wurde für die Lokomotivwerkstätten der Schweizerischen Bundesbahnen in Yverdon zur Beförderung schwerster elektrischer Lokomotiven geliefert. Diese werden von zwei Hauptkatzen mit insgesamt vier Aufhängenhaken, die durch Querträger zu je zweien verbunden sind, gehoben. Außerdem ist auf jeder Seite der Hauptkranbrücke eine Hilfskatze angeordnet, die zum Heben kleinerer Lasten bestimmt ist. Der Kran hat rd. 25 m Spannweite, 7 m größte Hubhöhe für ganze Lokomotiven, die sich für Einzellasten bis auf 10 m vergrößert, und insgesamt 120 t Tragkraft der beiden Haupthubwerke sowie 8 t der beiden Hilfshubwerke. Die Hubgeschwindigkeit der Haupthubwerke beträgt je nach dem Gewicht der Last 2 bis 3 m/min, die der Hilfshubwerke 8 m/min.

Die besonderen Anforderungen, die an einen derartigen Lokomotivkran gestellt werden müssen, sind hohe Genauigkeit der Steuerung, sanftes Anlassen und genaue Geschwindigkeitsregelung. Auch bei unterschiedlicher Belastung der beiden Haupthubwerke darf der Geschwindigkeitsunterschied einen ganz geringen Wert nicht überschreiten. Diesen Bedingungen sowie der Forderung, auch beim Senken schwerer Lasten diese elektrisch abbremsen zu können, genügt die für die Hauptwinden angewandte Ward-Leonard-Schaltung, während für die Hilfskatzen die übliche Umkehrschaltung vorgesehen wurde.

Für sämtliche Windwerke wurde der zur Verfügung stehende Drehstrom in Gleichstrom umgeformt. Die Um-

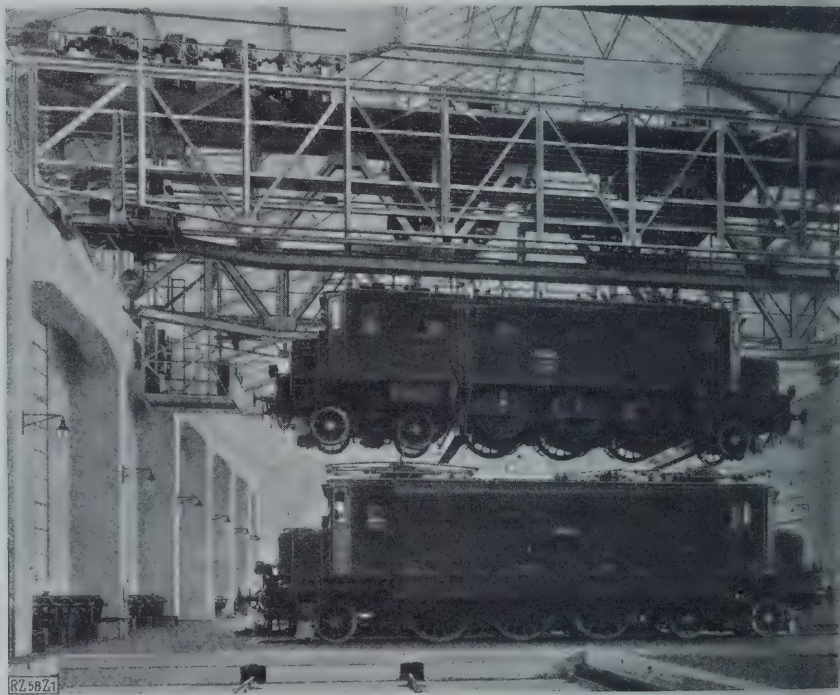


Abb. 1
Lokomotivhebekran für 120 t Tragkraft

formergruppe befindet sich auf der einen Seite der Brücke und besteht aus einem Drehstrommotor von 37 kW, der je eine Steuerdynamo für die beiden Haupthubwerke, zwei Katzfahrmotoren sowie den Kranfahrmotor und einen Stromerzeuger für die Hilfskatzen und einen solchen Erregermaschine treibt.

Der Antriebmotor des Kranfahrwerkes leistet vorgehend 33 kW. Er kann durch den Steuerschalter auf verschiedene Spannungsstufen in beiden Fahrtrichtungen gelegt werden. Außerdem sind weitere acht Schwächungsstufen vorgesehen zum schnelleren Anfahren kleiner Lasten, die unsachgemäß anzuwenden einen Höchstspannungsausschalter verhindert wird. In beiden Haupthubmotoren leisten zeitweilig je 37 kW werden durch einen gemeinsamen Steuerschalter mit Stufenzahl gesteuert. Der mechanische Teil des Laufwerks wurde von den Ateliers de Constructions mécaniques Brown, Boveri & Cie. [M 58]

Die Ausbildung des Textilingenieurs

Die Notwendigkeit eines akademischen Sonderausbildungsganges

Von Dipl.-Ing. Rud. Roßmann, München

Einem großen Bedarf an akademisch ausgebildeten Textilingenieuren steht ein kleiner, meist unvollkommen vorgebildeter Nachwuchs gegenüber — Ausbildungsmöglichkeiten in Deutschland und im Ausland werden aufgeführt und verglichen — Forderung der Errichtung von Textilabteilungen an Technischen Hochschulen

Bedarf an akademisch ausgebildeten Textilingenieuren
In der Textilindustrie sind im Gegensatz zu andern Zweigen der Technik Fachingenieure nur in geringer Zahl vorhanden. Textilingenieure, die sich durch ihre Tätigkeit besondere fachliche Kenntnisse erworben haben, und Betriebsingenieure sind noch ziemlich häufig zu finden. Doch besteht Mangel an akademisch vorgebildeten Textilingenieuren. Dies kommt auch deutlich zum Ausdruck im Anzeigenteil der einschlägigen Fachzeitschriften, in denen in normalen Zeiten die Nachfrage meist größer als das Angebot ist. Die Suche nach wissenschaftlich vorgebildeten Persönlichkeiten, die sich als Forschungsingenieur oder Lehrkraft auf dem Gebiete des Textilwesens eignen, führt nur unter besonders günstigen Umständen zu dem gewünschten Ergebnis. Zweifellos gibt es eine ganze Anzahl hervorragender Textilingenieure mit akademischer Ausbildung, die aber in der weitläufigen und auf viele Industriezweige eingestellten Industrie vollkommen vergraben sind.

Betrachtet man das Fachschrifttum der Textilingenieure, so läßt sich nur ein verhältnismäßig langsamer Fortschritt beobachten und man findet nur wenige, wirkungsvolle Arbeiten, die sich über das Erfahrungswissen erheben. Über manche Textilmaschinen gibt es selbst wie kein Schrifttum, in vielen Fällen kann man auf einzelne Zeitschriftenaufsätze zurückgreifen, wenn ein Sondergebiet bearbeitet wird. Reichhaltiger ist verständlich das textiltechnologische Schrifttum, doch ist auch davon der weitaus größte Teil die Darstellung neuer Musterungen und ihre Herstellung, Betriebsanleitungen usw. ein; neue Forschungen gelangen selten zur Veröffentlichung. Ein helles Streiflicht auf diesen Bereich wirft auch die Tatsache, daß Doktorarbeiten auf diesen Gebieten selten sind und fast ausnahmsweise rein technische und theoretische Fragen behandeln.

Die Zahl der angemeldeten Patente ist immerhin nicht gering, doch ist wesentlich Neues selten zu finden. Außer Beziehungen sich die meisten textiltechnischen Patente hauptsächlich auf Fragen, die den Chemiker betreffen, spielt z. Zt. die künstliche Faser vielleicht die ausübende Rolle. Wie wenig aber konstruktive Verbesserungen und neue Erfindungen in maschineller Hinsicht vertreten sind, weiß jeder Fachmann. Die Textilingenieure haben es deshalb auch nur selten nötig, sich neue Maschinen anzuschaffen, da ihre alten immer noch ebenso arbeiten. Noch heute werden alte englische Webstühle verwendet, die seit vierzig und mehr Jahren ununterbrochen arbeiten und noch fast das gleiche leisten wie neuere Maschinen. Die Verbesserungen beziehen sich hauptsächlich auf einfachere Bedienung, größere Sicherheit bei Unregelmäßigkeiten und geringeren Verbrauch an Stoffen. Ein Anzeichen für den langsamen Fortschritt kann man auch darin erblicken, daß in vielen Werken, besonders in Tuchfabriken, noch immer große Gerüstkrämerie herrscht, und daß man glaubt, durch die Veröffentlichung von Sondererfahrungen große wirtschaftliche Vorteile aus der Hand zu geben. Dabei wird aber voll nach ziemlich gleichen, längst bekannten Verfahren gearbeitet, so daß kaum nennenswerte Unterschiede bestehen.

Der akademisch gebildete Textilingenieur ist seiner Ausbildung nach meist Maschineningenieur. Er hat vielleicht in der Hochschule neben seinen allgemeinen und besonderen maschinentechnischen Pflichtfächern eine textiltechnische Wahlfächer belegt. Darauf hat er in der Textilindustrie Anstellung gefunden, dort auch praktisch gearbeitet und sich so langsam zum Fachmann mit maschinentechnischer Allgemein- aus-

bildung entwickelt. Vielfach aber sind Maschineningenieure auch ohne irgendwelche akademische textiltechnische Vorbildung in dieser Industrie tätig gewesen und haben sich dann in gleicher Weise fachlich vervollkommen. Nicht akademisch gebildete Textilingenieure haben jedoch manchmal die Grundlage für ihre Sonderkenntnisse auf einer Textilfachschule erworben, wo in der Hauptsache textiltechnologische Fragen, in untergeordnetem Maße maschinentechnische, behandelt werden. Die wenigen Dozenten für Textilwesen an den Hochschulen sind meist eigene Wege gegangen.

Textilindustrie und -wissenschaft brauchen Fachleute, die in verschiedener Richtung wirken sollen. Zunächst kommen für Leitung und Betrieb von Textilfabriken vorwiegend technologisch gebildete Kräfte in Betracht. Mit der Größe der Betriebe steigen in der Regel entsprechend die Anforderungen, die an die technische Leitung zu stellen sind. Die Vorbildung soll also hier, abgesehen von der immer nötigen Allgemeinbildung, im Auszug die wesentlichsten maschinentechnischen Fächer enthalten, eingehende Kenntnis der wichtigeren Textilmaschinen, sowie in besonderem Maße wirtschaftliche Fächer und Fabrikwesen umfassen. Dazu gehört natürlich eine gründliche Praxis, die als allgemeine Unterlage zweckmäßig ein Praktikum in vielseitigen Laboratorien, und als spezielle Ausbildung mindestens ein Jahr Betätigung in einem Textilbetrieb erfordert. Darauf hat sich der so fertig ausgebildete Ingenieur natürlich immer erst im Verlauf von mehreren Jahren gründlich in ein Spezialgebiet einzuarbeiten.

Die für die Instandhaltung des Maschinenparkes nötigen Kräfte haben meist bei normaler Ausbildung als Maschineningenieur, die die wichtigsten Textilfächer mitenthält, genügend Vorbildung, da in Fabriken oft die Kraftanlagen usw. schon eine große Rolle spielen und der Betriebsingenieur verhältnismäßig leicht mit den Textilmaschinen genügend vertraut wird. Dazu stehen ihm immer die Spezialisten der Textilmaschinenfabriken zur Verfügung.

Dann kommen die Textilmaschinen-Ingenieure mit vorwiegend konstruktiver Tätigkeit. Sie brauchen eine allgemeine, in der Regel nicht sehr ins einzelne gehende technologische Ausbildung, daneben aber eine sehr gründliche maschinentechnische Vorbildung, eingehende Bekanntschaft mit den Textilmaschinen, auf Grund einer breiten, naturwissenschaftlichen Unterlage. Praktische Ausbildung erhalten sie am besten in Textilmaschinenfabriken. Sie finden Verwendung als Konstrukteure und Forschungsingenieure.

Schließlich wären in diesem Rahmen auch noch die Textilchemiker zu nennen. Ihre Vorbildung sollte neben dem chemischen Studium einigermaßen das textiltechnologische berühren und als Nebenfach Textilmaschinenbau enthalten.

Die bestehenden Ausbildungsmöglichkeiten

Die technischen Hochschulen enthalten in ihrem Lehrplan je nach den besonderen Richtungen meist einzelne textiltechnische Fächer. Am meisten bietet in Deutschland wohl die Technische Hochschule in Stuttgart, wofür der Umstand bezeichnend ist, daß dort für den allgemeinen Maschineningenieur als siebentes Semester ein Praktikum an dem Forschungsinstitut für Textilindustrie in Reutlingen vorgesehen ist. Auch andre Hochschulen, wie Dresden und München beschäftigen sich erfreulicherweise lebhaft mit Textilindustrie. Führend im deutschen Ausland dürfte wohl die Technische Hochschule in Brünn sein, die in weiten Textilkreisen durch ihre hervorragenden Lehrer

und Fachleute bekannt ist und auch in steter Berührung mit der dortigen Webschule steht.

Neben diesen hochschulmäßigen Studienmöglichkeiten gibt es im ganzen Lande verstreut eine Reihe von Textil-Fachschulen, die häufig den Namen „Webschulen“ tragen. Sie fordern oft nur Volksschulvorbildung, vielfach sechs Klassen einer Mittelschule und werden zum großen Teile von den Familien, in denen die Beschäftigung in der Textilindustrie Überlieferung ist, besucht. Praxis als Vorbildung ist nützlich und erwünscht, aber nicht notwendig. Altersgrenzen nach unten und oben sind gezogen. Hier wird meist, wie schon der Name sagt, die Weberei behandelt, je nach der besonderen Einstellung aber auch die Spinnerei, Appretur, Rohstoffgewinnung usw. Dabei steht die Technologie völlig im Vordergrund. Der technische und maschinentechnische Teil wird nur, soweit es vom technologischen Standpunkt aus wichtig ist, mit behandelt. Einigermassen werden die Konstruktionen der Webstühle, der Spinnmaschinen und der Veredelungsmaschinen gezeigt. Die dabei erzielten Kenntnisse genügen aber keinesfalls zu ingenieurmäßiger oder konstruktiver Tätigkeit. Aus diesen Schulen sind meist die Betriebsleiter in Spinnereien und Webereien hervorgegangen.

Daneben gibt es natürlich noch einzelne Privatschulen, die aber für den Ingenieur als Ausbildungsanstalt kaum in Frage kommen.

Der Hauptanteil an der Fachausbildung hat also hier die in der Praxis gewonnene Erfahrung. So wichtig und wertvoll sie auch ist, so ist sie doch in der Regel von einer starken Vernachlässigung der theoretischen Seite begleitet, die ja bei Nurpraktikern häufig verkümmert. So kommt es, daß die textilwissenschaftliche Forschung immer noch wenig betrieben wird. Dies zeigt auch ein Überblick über die Lehrpläne dieser Fachschulen, von denen in Deutschland 24 vorhanden sind¹⁾. Bei diesen Schulen findet der Unterricht allein oder hauptsächlich in einer Tagesschule statt. Abend- oder Sonntagslehrgänge geben außerdem denen, die schon in der Industrie tätig sind, Gelegenheit zu weiterer Ausbildung. Der Unterricht erstreckt sich auf rein fachliche Sondergebiete, wie z. B. Webereifabrikation, Färberei, Bleicherei, Druckerei, Chemie, Appretur usw. Der Lehrplan der Höheren Fachschule für Textilindustrie in Chemnitz läßt deutlich die Einseitigkeit dieser Art Schulen erkennen. Die Anstalt hat zwölf verschiedene Abteilungen. Zu der Tagesschule gehören

- a) höhere Webschule, Dauer des Lehrgangs ein Jahr;
- b) Vorschule für die höhere Webschule, praktische Tätigkeit im Websaale;
- c) Musterzeichnerabteilung, Dauer des Lehrgangs drei Jahre;
- d) Weberlehrlingsabteilung, Dauer des Lehrgangs drei Jahre;
- e) Webschullehrer-Abteilung (seit 1912), Dauer des Lehrgangs zwei Jahre.

Die Hauptlehrgebiete sind Stoffweberei, Handweberei, Musterzeichnen und ein Praktikum. Der Schule ist ein öffentliches Warenprüfungsamt angegliedert.

In England, dem Altmeisterlande der Textilindustrie, liegen die Verhältnisse im Grunde genommen ähnlich. Dort sind ebenso wie in Deutschland mehrere Textilfachschulen im Lande verstreut. Daneben gibt es aber noch akademische Heimstätten der Textilindustrie, so die Universitäten Leeds und London. Diese haben je ein „textiles Institut“, an dem ein akademischer Bildungsgrad erreicht wird, was bis 1925 nur in England möglich war.

Auf das führende Institut dieser Art, das „Department of Textile Industries“ in Leeds soll im folgenden näher eingegangen werden:

Geforderte Vorbildung: Reifezeugnis für Studierende, Mittelschule für Hospitanten, Hörer.

Ausbildungsziel: Nach drei Jahren „Degree of B. Sc. in Textiles“; nach vier Jahren „Diploma in Textile Industries“.

Studiengang: A. Sonderausbildung „in Textiles“, B. Allgemeinausbildung „with Textiles as a principal subject“.

¹⁾ Nach der Zeitschrift „Das deutsche Wollgewerbe“ 1927.

Lehrfächer:

Zu A. Ordinary Degree of B. Sc. in Textiles

Erstes Jahr: Mathematik für angewandte Wissenschaften, Einführung in die Physik, Einführung in die Chemie, Allgemeine Ingenieurwissenschaften I, Physik und Chemie, der Textilvorgänge, Einführung in die Textilindustrie.

Zweites Jahr: Mathematik, Physik, Chemie, Technologie des Garnaufbaus.

Drittes Jahr: Physik, Chemische Technologie, Textilfasern, Experimentelle Färberei (Vorlesungen und Übungen), Allgemeine Bindungslehre, Allgemeine Ingenieurwissenschaften II.

Zu B. Ordinary Degree of B. Com. in Textiles

Textiles as a principal subject.

Die textiltechnischen Fächer treten hier ihrer Stellung nach hauptsächlich zu Gunsten wirtschaftlicher Fächer etwas zurück.

Der Lehrgang dauert wie bei A drei Jahre.

Diploma, als Anschluß an A und B.

Dauer gegebenenfalls zwei Jahre.

Für Spinnerei-Spezialisierung:

Streichgarnspinnerei I und II, Kammgarnspinnerei I und II, Musterausnahmen I, Appretur, Textiles Prüfwesen.

Für Tuchmacher-Sonderausbildung:

Bindungslehre III, Webereimaschinen, Musterausnahmen II, Farbenlehre II, Appretur, Fabrikführung, Textiles Prüfwesen.

Für Handels-Sonderausbildung:

Bindungslehre III, Webereimaschinen, Materialkunde, Farbenlehre II, Appretur, Fabrikführung.

Dazu Wahlfächer und allgemeine Fächer.

Laboratorien: Streichgarnspinnerei, Kammgarnspinnerei, Handweberei, Mechanische Weberei, Appretur.

Sämtliche Laboratorien enthalten nur Maschinenspiele in großer Vielseitigkeit, aber geringem Umfang. dienen nur für Übungen, nicht zur Praktikantenbeschäftigung (wie z. B. bei deutschen Fachschulen). Sämtliche Lehrkräfte sind Nichtakademiker!

Ein Vergleich mit den meisten andern Ländern ergibt keine besonderen Ergebnisse. Neuartig ist der Studiengang der Textilingenieure in Rußland, das eine besondere Textilhochschule errichtet hat, an der nur Textilingenieure ausgebildet werden. Der Studiengang ist für die verschiedenen Sondergebiete verschieden, so daß also besondere Lehrpläne für Baumwoll-, Woll- usw.-Textilingenieure herangebildet werden. Der Lehrstoff und die Programme dieser Hochschule in Moskau, die im Auszug wiedergegeben werden, machen einen außerordentlich günstigen Eindruck. dazu die nötigen Lehrkräfte auch vorhanden sind, allerdings Schwierigkeiten machen dürfte, so ist die Hochschule als wissenschaftliches Institut unbedingt zu nehmen.

Der Lehrplan des Moskauer Textilingenieurinstitutes enthält²⁾:

1. Grundfächer:

Darunter sind enthalten alle wesentlichen allgemeinen naturwissenschaftlichen Fächer wie: Mathematik, Physik, Chemie, darstellende Geometrie, Mechanik usw., Technologie verschiedener Stoffe, technische Fächer für Maschineningenieur, daneben (für Rußland kennzeichnend) aber Geschichte des Sozialismus, historischer Sozialismus usw.

2. Sonderfächer:

Baumwollspinnerei, Flachsspinnerei, Wollspinnerei, Haspeln, Zwirnen und Spinnen, Webereibetrieb.

Diese Sonderfächer enthalten neben den besonderen textiltechnischen Vorlesungen und Übungen auch ein Praktikum in Laboratorien und Fabriken, eine Diplomarbeit und ein „Sonderprojekt“.

Der Studiengang umfaßt acht Halbjahre. Der Lehrplan des Instituts zeigt, daß die Studierenden nicht nur fachlich geschult werden, sondern daß sie an technischer

²⁾ Aus UdSSR — von Dr. A. Hirsch, S. Hirzel, Berlin 1928.

gemeinwissen alles das vorgetragen erhalten, was auch uns auf technischen Hochschulen gelehrt wird. Das entliche aber ist, daß diese Vorlesungen von vorn in ihrem Aufbau zur Textilkunde in Beziehung en.

Forderungen

Führende Textilindustrielle haben vielfach betont, daß Ausbildung der Textilingenieure in Deutschland mit ren Zweigen nicht gleichen Schritt gehalten hat. Als bedeutsamer Schritt, diesem Mangel abzuhelpen, ist die Errichtung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für rstoffchemie, Berlin, im Jahre 1919 zu bewerten, ngleich schon mancherlei wissenschaftliche Institute hen, wie besonders das Technikum in Reutlingen. Der Überblick über die verschiedenen Ausbildungs- ickheiten zeigt aber, daß wohl an sich genügend und wertige Lehrkräfte und Lehrstätten vorhanden sind, doch dem jungen Ingenieur ziemlich schwer gemacht , sich einer gründlichen und zielbewußten Ausbildung nterziehen, insbesondere, da er in der Regel erst im ten Teile seines Studiums in der Lage ist, seine Sonder- ung selbst zu wählen. Eine wirklich geeignete und ehende Vorbildung könnten nur Institute, die den vor- bilderten Ausbildungsgang der verschiedenen Fach- ieure völlig durchzuführen vermögen, erteilen. Am wesentlichsten dürfte deshalb sein, an einer oder eren Hochschulen gesonderte Textilabtei- gen zu errichten. Diesen müssen möglichst umfang- e Laboratorien angegliedert sein, die alle wesentlichen ilsmaschinen in Einzelstücken enthalten. Der Lehrplan muß so aufgestellt sein, daß sowohl vor- end technologische, wie konstruktive und wirtschaft- Fachingenieure herangebildet werden. Dabei muß technologische Teil wieder in die wesentlichsten Ge- oder nach Fabrikationsgruppen unterteilt sein. er muß eine genügende naturwissenschaftliche und hinentechnische Ausbildung als Grundlage dienen. Eine derartige Textilabteilung wäre also zweckmäßig in einer ziemlich großen Technischen Hochschule, viel- unter Heranziehung eines bestehenden Forschungs-

institutes oder einer höheren Fachschule, zu errichten. Der Ausbildungsgang würde zuerst ziemlich mit dem des Ma- schineningenieurs parallel laufen. Nach der Vorprüfung wäre die Entscheidung der speziellen Richtung zu fällen. Für Technologen wäre hier vielleicht sofort etwa $\frac{1}{2}$ Jahr Praxis einzuschalten. Um eine gründliche Schulung in den wichtigsten Grundlagen, besonders Stoffkunde, zu er- zielen, wären schon vor der Vorprüfung Kurse und Übungen darüber zu halten, da erfahrungsgemäß hier nur langandauernde Beschäftigung mit dem Gegenstande wirk- lich von Nutzen ist.

Am Schlusse des Ausbildungsganges hat, wie sonst auch, die Diplomprüfung stattzufinden, die aber, besonders bei Technologen, eine umfassende praktische Prüfung mit enthalten muß. Für den Aufbau des Lehrplanes wären natürlich die Lehrpläne der bestehenden Institute, z. B. Leeds, heranzuziehen. Des weiteren sollten besonders An- regungen zu Doktorarbeiten gegeben werden, die mehr das konstruktive als das an sich häufiger bearbeitete technolo- gische Gebiet behandeln. Möglichst weitgehend ist auch auf die Industrie einzuwirken, endlich die mancherorts übliche Kleinlichkeit und Geheimniskrämerei abzutun und mit den eigenen Erfahrungen und Forschungsergebnissen zum eigenen Nutzen herauszukommen.

Im Rahmen einer größeren Hochschule ließe sich dieser umfassende Plan wohl ziemlich gut unterbringen, besonders wenn schon ein textiles Institut dort besteht. Auch die Heranbildung von Textil-Chemikern wäre dort leicht möglich. Doch taucht auch hier schon die Frage auf, ob das Gebiet nicht schon zu umfangreich für eine ein- zelne Abteilung ist. In diesem Falle müßte an die Er- richtung einer textiltechnischen Hochschule herangegangen werden, die dann alle Textilgebiete in wei- testem Maße zu umfassen hätte.

Jedenfalls erscheint es notwendig, die Ausbildungs- frage des Textilingenieurs auf eine neue Grundlage zu stellen. Dadurch ist ein wissenschaftlicher Aufschwung in der gesamten Textilindustrie zu erwarten, der Deutsch- land auf diesem Gebiet eine Führerstellung in der Welt verschaffen würde.

[B 2425]

Stand der amerikanischen Dampfforschung¹⁾

Im letztjährigen Bericht des amerikanischen Dampf- en-Ausschusses²⁾ ist nur noch von Versuchen in zwei uten die Rede. Die Thomson-Joule-Messungen der ard-Universität, deren Hauptergebnis wir früher mit- t haben³⁾, sind offenbar abgeschlossen.

Aus dem Massachusetts Institute of Tech- ogy liegen zwei Mitteilungen vor. Keyes berichtet ie Druckeinheit des Instituts. Sie beruht auf einem ahen Quecksilbermanometer, dessen Säule von einem ermantel umgeben ist. Hiermit hat man Druckwagen ht, nach dem gleichen Verfahren wie früher in der ikalisch-Technischen Reichsanstalt. Einen bequemen henwert des Druckes erhält man durch Anschluß der kwagen an Kohlensäuredampf von 0 °C, der genau ssen und sehr gut wiederherstellbar ist. Im ganzen an in dem Laboratorium jetzt bis zu 600 at gekommen, es hat sich gezeigt, daß der wirksame Querschnitt der kwagen bis zu diesem Druck unverändert bleibt. Die keinheit des Laboratoriums scheint damit weit über ir die Hochdruckdampf-Forschung erforderliche Höchst- hinaus gesichert.

Bezüglich der Temperatureinheit glaubt man noch nicht so weit zu sein. Sie beruht, wie Smith ausführt, Widerstandsthermometern aus Platin, deren Anschluß asthermometer noch aussteht, so daß man mit mög- a Fehlern von 0,1 ° rechnet.

Bisher hat man die Sättigungslinie des Wasserdampfes nommen. Gegenüber den Messungen von Holborn Baumann in der Physikalisch-Technischen Reichs-

anstalt ergaben sich dabei oberhalb 200 ° im allgemeinen etwas höhere Sättigungsdrücke, bei 250 bis 350 ° um rd. 0,1 vH, bei 374 ° um rd. 0,2 vH. Für den kritischen Punkt wurden 219,5 physikalische Atmosphären und 374,5 ° ge- funden (gegenüber 217,8 physikalischen Atmosphären und 374 ° der Reichsanstalt).

Die Messungen des spezifischen Volumens der Flüssig- keit und des gesättigten Dampfes werden als ziemlich ab- geschlossen bezeichnet. Nunmehr will man zur Messung des spezifischen Volumens des überhitzten Dampfes über- gehen. Für kleine spezifische Volumen soll dabei wieder mit einer Nickelbombe gearbeitet werden, für größere soll ein aus zwei Halbkugeln zusammengeschweißtes Gefäß von 114 mm Außendurchmesser aus einem Sonder- stahl dienen.

Aus dem Bureau of Standards, das die kalori- metrischen Messungen übernommen hat, berichtet E. S. Mueller nur über die Versuchseinrichtung. Dabei scheinen die Temperatur- und die Druckmessung bemerkens- wert. Die Temperatur wird nämlich an den Stellen ge- messen, wo Widerstandsthermometer eingebaut werden können, und der Temperaturunterschied zwischen diesen Stellen und denjenigen, an welchen man die Temperatur wissen will, soll dann mit Differential-Thermoelementen bestimmt werden. Auch der Druck wird nicht ganz un- mittelbar gemessen, sondern über Membranen auf Druck- zellen übertragen, an die die Druckmeßgeräte angeschlossen sind, so daß diese nicht mit dem Wasser in Berührung kommen.

Man hofft nun, die Messungen schnell, vielleicht schon im Laufe dieses Jahres, durchführen zu können. Im vori- gen Jahre haben auch Osborne und Stimson aus- schließlich und Flock während sechs Monate an dieser Untersuchung gearbeitet. [N 830]

Berlin

M. Jakob

¹⁾ Vergl. auch M. Jakob, Z. Bd. 68 (1924) S. 732, Bd. 69 (1925) S. 712 70 (1926) S. 1623.
²⁾ Progress in Steam Research, „Mechanical Engineering“ Bd. 49 S. 160.

Haushalt-Kältemaschinen

Von R. Plank, Karlsruhe

(Schluß von S. 1389)

Besondere Merkmale der Absorptionsmaschinen

Wahl der Arbeitstoffe. Bei den ältesten Maschinen wurde nach Carré als Kälte Träger Wasserdampf und als absorbierender Stoff konzentrierte Schwefelsäure (H_2SO_4) gewählt. Mit diesen Stoffen arbeiten noch heute ganz kleine Haushalt-Eismaschinen¹¹⁾.

Wesentlich bedeutungsvoller sind mit Wasser und Ammoniak arbeitende Maschinen, bei denen Ammoniak als Kälte Träger dient¹²⁾. Aus wässrigen Ammoniaklösungen (Salmiakgeist) wird bei Erwärmung Ammoniak ausgetrieben und im Kondensator durch Kühlwasser niedergeschlagen; leider läßt sich nicht vermeiden, daß gleichzeitig kleine Mengen von Wasserdampf mitgerissen werden, die bei der anschließenden Verdampfung eine schädliche Wirkung ausüben, da sie einen Teil des Ammoniaks in der Lösung zurückhalten und ihn an der nutzbaren Verdampfung behindern¹³⁾. Das mitgerissene Wasser muß von Zeit zu Zeit in den Kocher-Absorber zurückgeführt werden, was bei vielen Bauarten mit Kälteverlusten und umständlichen Maßnahmen verbunden ist.

Eine weitere Schwierigkeit bei den mit flüssigen Absorptionsmitteln arbeitenden sogenannten „nassen“ Maschinen ist, daß das absorbierte Mittel (NH_3) beim Kochen von der Oberfläche zwar leicht verdampft, aber beim Kühlen nur dann absorbiert wird, wenn es ins Innere der absorbierenden Flüssigkeit geleitet wird; für das Austreiben und das Absorbieren braucht man also verschiedene Gaswege, von denen der eine immer geschlossen sein muß. Dadurch wird der Entwurf der Anlage erschwert; man braucht entweder Ventile in den Leitungen, die undicht sein können, oder besondere sinnreiche Schaltungen und Hilfsmittel. Die flüssige Füllung ist noch insofern nachteilig, als sie durch ihren hohen Wasserwert den Energieaufwand zum jedesmaligen Durchwärmen beim Kochen steigert und bei Explosionen eine erhöhte Gefahr bedeutet.

¹¹⁾ Z. B. der Thüringer Eismaschinen-Gesellschaft in Gera, vergl. E. Schneider, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 34 (1927) S. 7, und der Hansa-Kälteindustrie in Bergedorf.

¹²⁾ Ueber die thermischen Eigenschaften wässriger Ammoniaklösungen vergl. H. Mollier, Forschungsarbeiten Heft 63/64 (1909), und Th. A. Wilson, Univ. of Illinois, Bulletin Nr. 23, 1925.

¹³⁾ Vergl. R. Plank, Theorie der Absorptions-Kältemaschinen, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 17 (1910) S. 1.

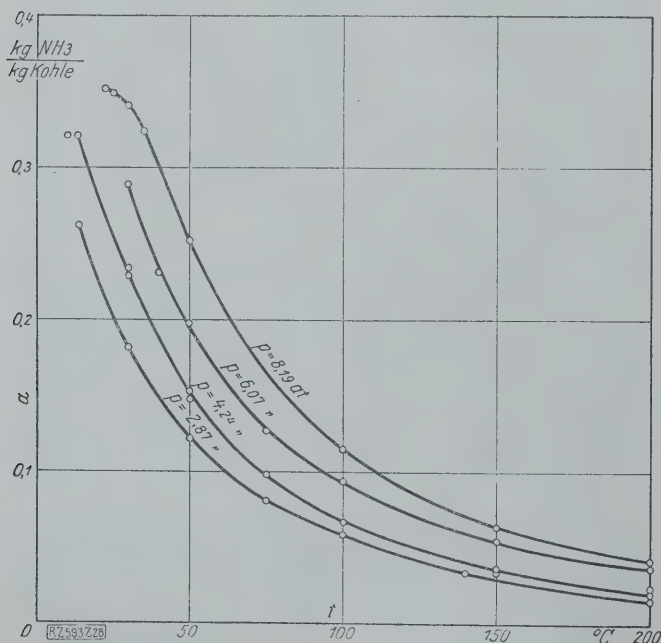


Abb. 28

Adsorptions-Isobaren, aktive Kohle-Ammoniak



Abb. 27

Trocken-Absorptionskühlschrank von Humboldt, Köln und den Schwarzwald-Werken Lang, Mannheim

Man hat sich daher bemüht, das Wasser durch Stoffe zu ersetzen, die Ammoniak oder andere Kälte in hohem Maß absorbieren.

Als trockene Absorptionsmittel kommen besonders die Halogenverbindungen verschiedener Metalle in Betracht, insbesondere Chlorkalzium ($CaCl_2$), das bei „Sicfrigo“-Maschinen der Firma Humboldt, Köln, Anwendung findet. Dieses Salz absorbiert mehr sein eigenes Gewicht an Ammoniak, und es entsteht eine feste komplexe Verbindung. Der höchsten Sättigung bei der das Chlorkalzium 123 vH seines Gewichtes an Ammoniak absorbiert, entspricht die Verbindung $CaCl_2 \cdot 8NH_3$. Diese Verbindung zersetzt sich ab etwa 120°C teilweise schon bei Zimmertemperatur.

Am Schluß der Kühlung enthält der Absorber wesentlich die Verbindung $CaCl_2 \cdot 8NH_3$ neben der Verbindung $CaCl_2 \cdot 4NH_3$. Man kann im allgemeinen mit bis 1,10 kg NH_3 auf 1 kg $CaCl_2$ rechnen. Bei 10 kg Kondensationsdruck und Erwärmung des Kochers auf 100°C wird reichlich die Hälfte des absorbierten Ammoniaks ausgetrieben; bei Erwärmung auf 120°C ungefähr $\frac{2}{3}$ des Ammoniaks frei und für die Kälteerzeugung verfügbar.

Als ein Nachteil der trockenen Absorptionsmaschinen ist die schlechte Wärmeleitfähigkeit des trockenen Absorptionsmittels hervorzuheben, die seine Anordnung in Schichten auf geheizten metallischen Unterlagen erfordert. Während reines Chlorkalzium körnig ist, bildet nach der Aufnahme von Ammoniak eine zusammenhängende amorphe Masse, die auch nach starkem Austreiben von Ammoniak ihr Gefüge nicht ändert, so daß man die Anlage beim Fortschaffen auch kippen darf, ohne Reaktionswärme bei der Aufnahme von 1 kg NH_3 zu verlieren. Chlorkalzium noch größer als bei Wasser. Das gilt für die Austreibungswärme, doch fallen die Unterschiede wirtschaftlich wenig ins Gewicht.

Man hat auch vorgeschlagen, in nassen und trockenen Maschinen an Stelle von NH_3 z. B. Methylamin (CH_3NH_2) zu verwenden.

Äthylamin ($C_2H_5NH_2$) zu verwenden, doch liegen noch keine praktischen Erfahrungen mit diesen Mitteln vor.

Absorptionsmaschinen. Der Vorgang der Absorption entspricht einer chemischen Reaktion, bei der die Gase Wärme frei werden. Es entstehen neue chemische Verbindungen, wie $NH_4(OH)$, $CaCl_2 \cdot 8NH_3$ u. a., die fest sind und zu deren Spaltung, d. h. zum Austreiben des Ammoniaks, wieder große Wärmemengen und solche Temperaturen erforderlich sind. Daneben ist seit langer Zeit bekannt, daß hochporöse feste Körper wie Holzkohle, Aktivkohle, Bimstein, Meerscham u. a., an ihrer Oberfläche bedeutende Mengen von Gasen und Dämpfen festhalten können. Diese Erscheinung, die man als Adsorption bezeichnet, gehört in das Gebiet der Kapillarphysik.

Die adsorbierten Gasmengen nehmen mit wachsendem Druck erst rasch und später langsam zu. Mit steigender Temperatur nimmt die adsorbierte Gasmenge erst rasch und dann langsam ab, Abb. 28. Verschiedene Gase adsorbieren der gleiche Stoff um so stärker, je leichter sich das Gas verflüssigen lassen.

Z. B. kann getrocknete kolloidale Kieselsäure („Silica gel“) nennenswerte Mengen von Wasserdampf aufnehmen. Da der Druck des Wasserdampfes bei tiefen Temperaturen sehr niedrig ist, so verläuft die Kälteerzeugung im Gebiet des Unterdrucks. Das verursacht Schwierigkeiten bei der Abdichtung der Anlage, ferner sind bei hohen Dampfdrücken die adsorbierten Mengen verhältnismäßig klein, so daß die Anlagen trotz der hohen Wärmepumpleistung des Wassers ziemlich umfangreich werden. Für größere Leistungen braucht man eine besondere Luftpumpe zum Aufrechterhalten des Unterdrucks. Silica gel ist auch ein schlechter Wärmeleiter¹⁴⁾.

Der wichtigste adsorbierende Stoff ist aber die aktive Kohle¹⁵⁾. Als Ausgang dienen Torf und Kokoschalen, deren kolloid-disperser Feinbau bei vorsichtiger Verkohlen erhalten bleibt. Der Rohstoff wird mit Chlorid getränkt und bei 500 bis 700° in einer sauren Atmosphäre verkocht; nach einem anderen Verfahren aktiviert man unter Anwendung von Wasserstoff bei 900 bis 1000°. Für die Kälteerzeugung kommt vornehmlich aktive Kohle mit Ammoniak in Frage, doch können auch andere flüchtige Stoffe, z. B. Alkohole verwendet werden. In Abb. 28 sind für eine ältere Sorte von aktiver Kohle die Adsorptions-Isobaren dargestellt¹⁶⁾. Geeignete Adsorptionskörper sind ferner die Zeolithe, eine Mineralgattung von Tonerde-Kalk-Natronsilikaten von verschiedener Zusammensetzung¹⁷⁾.

¹⁴⁾ Vergl. z. B. „Cold Storage“ Sept. 1924, Febr. u. März 1925.
¹⁵⁾ In Deutschland wird aktive Kohle hauptsächlich von der Carbohergestell (Arbeitsgemeinschaft der I.-G. Farbenindustrie mit Metallbank in Frankfurt und dem Verein f. chemische und metallurgische Produktion in Karlsruhe). Vergl. a. Z. Bd. 71 (1927) S. 457.
¹⁶⁾ E. A. Henglein und M. Grzenkowski, Z. f. angew. Chem. (1925) S. 1186.
¹⁷⁾ Vergl. Simon, Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 34 (1927) erscheint d. chst.

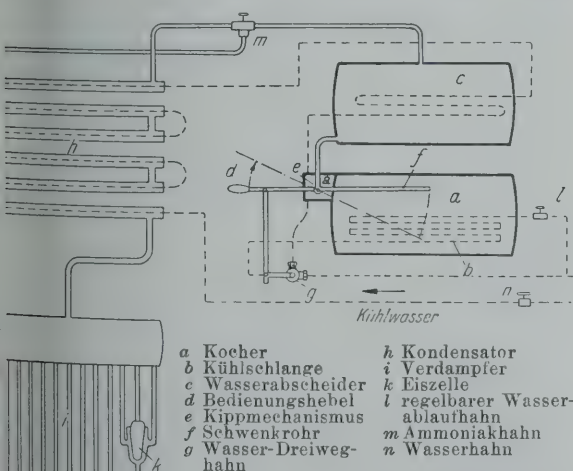


Abb. 29. Absorptions-Kältemaschine, Bauart Dr. Rumpeler

Nasse, aussetzend arbeitende Absorptionsmaschinen. Die Grundglieder sind bei allen Maschinen gleich: ein Kocher-Absorber mit Heizquelle und Kühlschlange, ein Rektifikator zum Abscheiden des mitgerissenen Wasserdampfes und ein Kondensator mit angeschlossenem Sammelbehälter für das verflüssigte Kältemittel, der während des Kühlens als Verdampfer dient. Die kennzeichnenden Merkmale der einzelnen Ausführungen beziehen sich auf folgende Arbeitsgänge:

- a) Steuerung der Ammoniakwege (Austreiben von der Oberfläche, Absorption unter dem Flüssigkeitsspiegel);
- b) Rückführen des mitgerissenen Wassers;
- c) Umschalten vom Kochen auf Kühlen und umgekehrt.

Steuerung der Ammoniakwege

Für das Steuern der Ammoniakwege hat man die Anordnung eines Schwenkrohres, die Verlegung des Flüssigkeitsspiegels im Kocher-Absorber und die Anwendung von Sperrflüssigkeiten vorgeschlagen.

Bei der älteren Bauart von Rumpeler, Abb. 29, wird ein Schwenkrohr *f* verwendet. Während des Kochens liegt seine Öffnung über dem Flüssigkeitsspiegel des Kochers *a*, so daß die ausgetriebenen NH_3 -Dämpfe durch das Rohr *f* in den Rektifikator *c* (Wasserabscheider) und von da in den Doppelrohrkondensator *h* und den Verdampfer *i* gelangen; das Kühlwasser tritt durch den Hahn *n* ein, läuft im Gegenstrom durch den Kondensator und den Rektifikator und tritt durch den Hahn *g* in das Ablaufrohr.

Beim Umschalten auf Kühlen wird das Schwenkrohr mittels des Handgriffs *d* in die arme Lösung gesenkt. Die im Verdampfer gebildeten Dämpfe gelangen nun auf dem gleichen Wege zurück in den Kocher, treten aber da unter den Flüssigkeitsspiegel und werden rasch absorbiert. Mit dem Schwenken des Rohres *f* wird gleichzeitig der Kühlwasserhahn *g* umgeschaltet, so daß das Kühlwasser jetzt vom Rektifikator in die Kühlschlange des Kochers tritt, die Absorptionswärme aufnimmt und durch den Wasserhahn *l* abläuft, der auf richtige Durchflußmenge eingestellt ist. Natürlich kann beim Schwenken auch die Heizquelle des Kochers abgeschaltet werden.

Die Steuerung der Ammoniakwege mit Hilfe der Verlegung des Flüssigkeitsspiegels veranschaulicht die Anlage der Absorptions-Kühlapparatebau-G. m. b. H., Berlin, Abb. 30. Der Kocher *a* hat einen Heizmantel *b* und im Innern einen unteren offenen Einsatzzylinder *c*. Beim Kochen wird die reiche Ammoniaklösung durch die im Einsatzzylinder gebildeten Dämpfe in den äußeren Ringraum gedrückt (Flüssigkeitsspiegel 1—1), wo sie der Wirkung der im Mantel aufsteigenden Heizgase am stärksten ausgesetzt ist. Die gebildeten Dämpfe

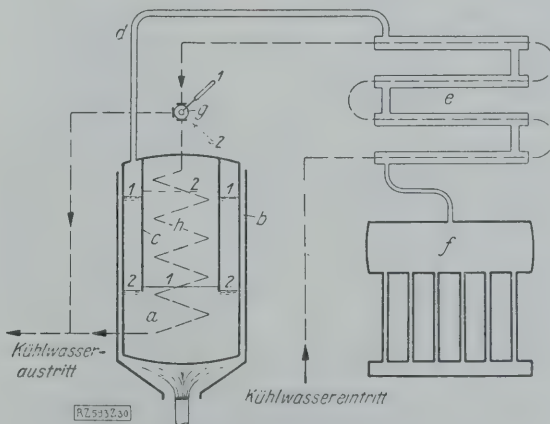


Abb. 30. Anlage der Absorptions-Kühlapparatebau-G. m. b. H., Berlin

Steuerung der Ammoniakwege durch Verlegung des Flüssigkeitsspiegels

- a Kocher
- b Heizmantel
- c Einsatzzylinder
- d Leitung zum Kondensator
- e Kondensator
- f Verdampfer
- g Dreiweghahn
- h Kühlschlange

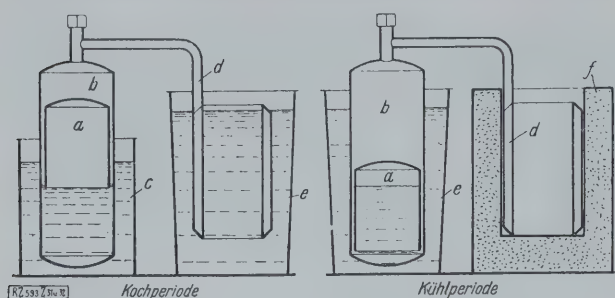


Abb. 31 und 32

Ventilloser Absorptionskühler von C. Senßenbrenner,
Düsseldorf

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| a Glocke | b Kocher | d ringförmiger Kondensator |
| c Behälter mit siedendem Wasser | e Eimer mit kaltem Wasser | f isolierter Behälter |

können nur durch die Leitung d in den Kondensator e und von da verflüssigt in den Verdampfer f entweichen. Dabei fließt das Kühlwasser im Gegenstrom durch den Kondensator und durch den Dreiweghahn g (Hebelstellung 1) ab.

Beim Übergang auf Kühlen wird der Dreiweghahn in die Stellung 2 gedreht, wobei gleichzeitig die Heizquelle x ausgeschaltet wird. Das Kühlwasser fließt nun durch die Kühlschlange h. Die im Verdampfer gebildeten Dämpfe drücken auf den Flüssigkeitsspiegel im Kocher und heben die arme Ammoniaklösung in den Einsatzzylinder (Spiegellage 2—2—2). Die Ammoniakdämpfe können nun von unten in den Einsatzzylinder eintreten und werden beim Aufsteigen von der Flüssigkeit absorbiert.

Auf dem gleichen Gedanken beruhen die kleinen Kühlanlagen von C. Senßenbrenner, Düsseldorf, Abb. 31 und 32. Der Einsatzzylinder, der die Verlegung des Flüssigkeitsspiegels hervorruft, ist hier durch die Glocke a ersetzt. Beim Kochen, Abb. 31, das etwa 20 min dauert, wird der Kocher b in einen Behälter c mit siedendem Wasser, der ringförmige Kondensator d in einen Eimer e mit kaltem Wasser gesenkt. Beim Kühlen, Abb. 32, wird das kalte Wasser erneuert und dann der Kocher in den Eimer e, der nun als Verdampfer wirkende Kondensator d in einen isolierten Behälter f gestellt. In dem Hohlraum des Verdampfers wird die zu kühlende Flasche angeordnet. Die Kälteleistung beträgt für jede Kochung rd. 60 kcal. Eine größere Anlage dieser Art mit einer Kälte-

leistung von rd. 300 kcal für jede Kochung baut die F in Verbindung mit einer isolierten Kühlkiste, v kleine Mengen von Lebensmitteln aufbewahrt v können.

Eine Anlage, bei der die Ammoniakwege für K und Kühlen durch Sperrflüssigkeiten gesteuert v stellt die Firma Mannesmann-Industrie- und H A.-G., Berlin, her, Abb. 33. Die Richtungen den Ammoniak und Wasser fließen, sind in Abb. 2 das Kochen durch ausgezogene Pfeile, für das K durch gestrichelte Pfeile bezeichnet; q ist der B mit der Sperrflüssigkeit, z. B. Quecksilber.

Als Sperrflüssigkeit kann man aber auch nach Vorschlag von Gebr. Bayer, Augsburg, das flüssige moniak im Verdampfer verwenden, Abb. 34¹⁸⁾. im Kocher a gebildete Dampf tritt durch den Abs der b in den Kondensator c und von da verflüssigt i Verdampfer d, wobei das Rohr e bis zum Boden des dampfers reicht. Beim Kühlen ist dann der Weg d das Rohr e gesperrt, und die kalten Dämpfe werden d das Rohr f unter den Flüssigkeitsspiegel des Kocher leitet.

Rückführung des mitgerissenen Wassers

In Abb. 35 ist die von Gebr. Bayer, Augsburg vorgeschlagene Lösung dargestellt¹⁹⁾. Die Leitu durch die die kalten Ammoniakdämpfe während des lens aus dem Verdampfer c in den Aufsauger b gela reicht bis zum Boden des Verdampfers und hat im o Teil des Verdampfers eine verhältnismäßig enge Öffnu

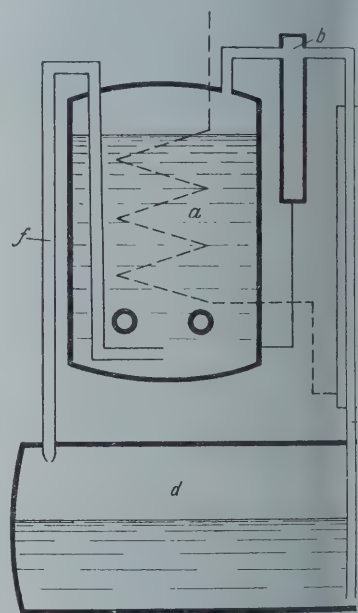


Abb. 34

Absorptions-
Kältemaschine
von Gebr. Bayer,
Augsburg

- | |
|-----------------------|
| a Kocher-Aufsauger |
| b Wasserabscheider |
| c Kondensator |
| d Verdampfer |
| e Flüssigkeitsleitung |
| f Kaltdampfleitung |

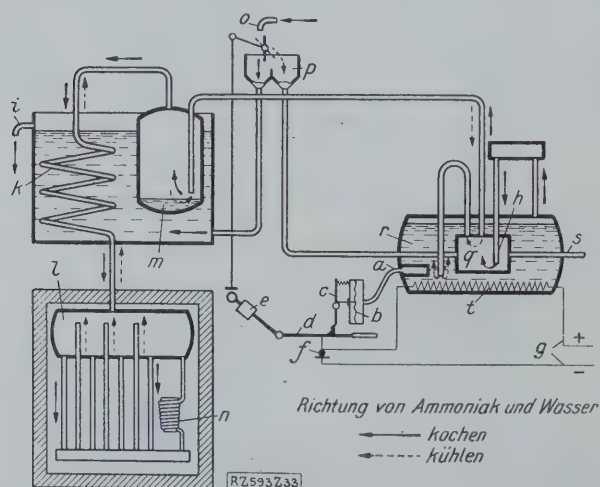


Abb. 33

Schema der Absorptions-Kältemaschine des Mannes-
mann-Tiefkühlschranks

- | | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| a Druckrohr | l Verdampfer |
| b Membran | m Wasserabscheider |
| c Auslösehebel | n Eiszele |
| d Schalthebel | o Kühlwasserzuluß |
| e Gewicht | p Wasserumschalter |
| f Kontakt | q Behälter für Sperrflüssig-
keit |
| g elektrische Leitung | r Kocher-Aufsauger |
| h Heißdampfrohr | s Kühlwasserablauf |
| i Kühlwasserablauf | t elektrische Heizung |
| k Verflüssiger | |

Diese Öffnung reicht im gewöhnlichen Betrieb v Abführen der kalten Dämpfe aus dem Verdampfer v Um gelegentlich das mitgerissene Wasser zuriü führen, das sich am Boden des Verdampfers sammelt, stärkt man durch künstlich erhöhte Wärmezufuh Verdampfer die Dampfbildung so, daß die kleine Öffn nicht mehr ausreicht; der Dampf drückt dann die ge Flüssigkeit des Verdampfers durch die Leitung a i Aufsauger zurück.

Hinter der ersten Windung des Doppelrohrko sators e ist ein Wasserabscheider f eingebaut. g sin Heizpatronen.

Auch bei der Anlage nach Abb. 34 läßt die Ver im Rohr f nur die bei gewöhnlichem Betrieb entwic Dampfmenge durch. Bei starker Dampfbildung d die gesamte Flüssigkeit durch das Rohr e in den Abs zurückgedrückt.

Umschalten von Kochen auf Kühlen

Das Umschalten wird vielfach von Hand bev Man benutzt eine Weckeruhr, die nach Ablauf Kochens durch das Klingeln an das Umschalten des F

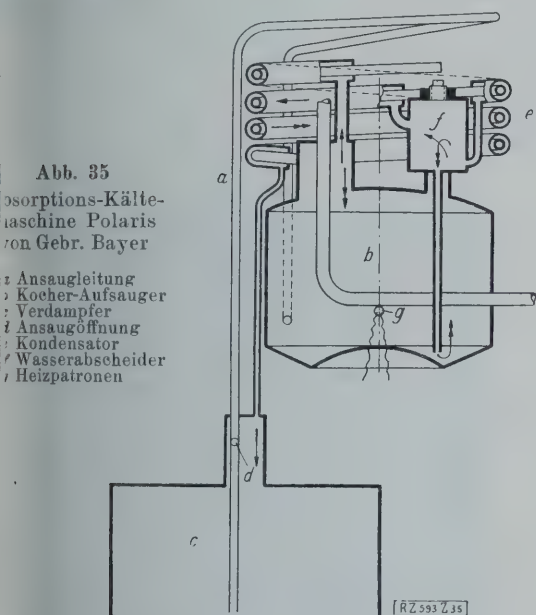
18) DRP 423042.

19) DRP 419720.

erinnert, womit das Abstellen der Heizquelle zwangsg gekuppelt wird. Für das selbsttätige Umschalten es verschiedene Möglichkeiten: Die Schaltbewegung z. B. durch die Temperatur der heißen Lösung am des Kochens beeinflußt werden; diese Temperatur nicht wesentlich über 120° steigen, wenn nicht grö-Wassermengen mitgerissen werden sollen.

Das Druckrohr *a* des Temperaturreglers, Abb. 33, resmann, ragt in den Kocher hinein; die Membran *b* bricht, wenn sie sich ausdehnt, den Kontakt *f* des Stroms und schaltet gleichzeitig das Kühlwasser vom Sensor auf den Absorber um. Ähnliche Schalter n auch die Polaris-Maschinen von Gebr. Bayer, Augsburg. Nach Ablauf des Kühlens kann das Wiedereinlen der Heizquelle durch einen Thermostaten ern, der von der Temperatur im Verdampfer oder im schrank beeinflußt wird.

Die Schaltbewegung könnte auch dadurch ausgelöst en, daß die ganze Anlage um eine feste Achse enkbar angeordnet wird. Kocher und Verdampfer n auf verschiedenen Seiten dieser Achse. Während Kochens wird der Kocher immer leichter und der Verfer immer schwerer. Diese Gewichtverschiebung eine Kippbewegung ein, die die Anlage auf Kühlen haltet. Die Kippbewegung kann außer zum halten natürlich auch zum Umsteuern der Ammo-wege und zum Rückführen des mitgerissenen Wassers enutzt werden²⁰).



Schließlich kann die Umschaltung auch mit Hilfe t mit einem Uhrwerk versehenen Zeitschalters ern. Einen solchen Zeitschalter hat die elektrisch be Absorptionsmaschine der Hall-Borchert Manufacg Co. in Scranton, Pa.

ene unterbrochen arbeitende Absorptionsmaschinen

Die schlechte Wärmeleitfähigkeit der festen Absorpstoffe (Salze, aktive Kohle u. a.) und das Bestreben, allseitigen Zutritt des Ammoniaks zu diesen Stoffen leichtern, führt zu Bauarten des Kochers, bei denen absorbierende Stoff in dünnen Schichten auf gut leitenden Unterlagen (Rippen, Tellern, Röhren, len) ausgebreitet ist. Der Kocher erscheint von n als langgestreckter stehender Zylinder (z. B. bei Sicfrigo-Anlage, Abb. 27).

Bei den Absorptionsmaschinen ist in der Regel wirt-ftlicher Betrieb nur bei Beheizung mit Gas oder igen Brennstoffen möglich. Dabei hat sich gezeigt, mittelbare Beheizung durch Wasser, das sich dicht an en Siedepunkt erwärmt wird und im Kocher wie in

einer Schwerkraft-Warmwasserheizung umläuft, sehr vorteilhaft ist (Sicfrigo). Der Wassermantel erhöht zwar den Wasserwert des Kochers und damit die bei jedem Anheizen aufzuwendende Wärmemenge, doch wird das erzeugte heiße Wasser beim Umschalten auf Kühlen durch das von unten in den Kochermantel eindringende Kühlwasser vorgeschoben und fast ohne Temperaturverlust für Haushaltzwecke (Kochen, Waschen, Spülen, Baden) gewonnen.

Da im Heizmantel kein Überdruck herrschen soll, ist die Temperatur der Ammoniak-Austreibung im Kocher auf 100° begrenzt. Das hat zwar zur Folge, daß nur etwas mehr als die Hälfte des vom Chlorkalzium aufgenommenen Ammoniaks für die Kälteerzeugung nutzbar gemacht werden kann, verbürgt aber den sehr wichtigen Vorteil, daß selbst bei völligem Ausbleiben des Kühlwassers der Druck im Kondensator nie über 16 bis 17 at steigt, wodurch weitere Sicherheitsvorrichtungen entbehrlich werden.

Ununterbrochen arbeitende Absorptionsmaschinen

Bevor die ununterbrochen arbeitende Maschine für Haushalt-Kühlschränke verwendet werden konnte, mußte die Flüssigkeitspumpe, die ständig die reiche Lösung aus dem Absorber in den Kocher befördert, durch entsprechende Maßnahmen beseitigt werden. Das Fehlen der bewegten Teile sollte also erhalten bleiben. Hierfür hat man mehrere Wege vorgeschlagen:

Geppert (1899) führte in die Ammoniak-Absorptionsmaschine von Carré ein indifferentes, nicht kondensierbares Gas ein, das durch das Heizen aus dem Kocher ausgetrieben wird und sich nur im Verdampfer und im Absauger ansammelt, wo sein Teildruck den sonst zwischen Kocher und Absorber vorhandenen Druckunterschied ausgleicht. Danach herrscht in der ganzen Anlage der gleiche Gesamtdruck, und das Zurückführen der reichen Lösung in den Kocher erfordert keine Pumpenarbeit.

Als indifferentes Gas wählte Geppert Luft. Der Vorgang im Verdampfer ist von dem in der Carréschen Maschine insofern verschieden, als auf der verdampfenden Flüssigkeit nicht nur der Sättigungsdruck des Ammoniaks, sondern noch der zwei- bis dreimal größere Luftdruck lastet. Es findet also nicht mehr Verdampfung, sondern Verdunstung statt, die etwa mit dem Verdunsten von Wasser von 70° unter Atmosphärendruck verglichen werden kann. Das Verdunsten geht wesentlich langsamer vor sich als das Verdampfen, weil die gebildeten Dämpfe durch das indifferentes Gas diffundieren müssen. Die Geschwindigkeit des Verdunstens war bei der Anlage von Geppert so gering, daß man die Luft mittels eines Hilfsventilators in Umlauf setzen mußte, um nennenswerte Kälteleistungen zu erzielen, dadurch wurden aber wieder bewegte Teile notwendig.

Die Geschwindigkeit des Diffundierens und damit des Verdunstens kann man wesentlich steigern, wenn man als indifferentes Gas nicht Luft, sondern Wasserstoff wählt.

Die Verwendung von Wasserstoff haben zuerst v. Platen und Munters in Stockholm vorgeschlagen²¹). Maschinen dieser Art werden jetzt von der A.-B. Elektrolux, Stockholm, gebaut. Die Wirkungsweise zeigt Abb. 36. Verdampfer *f* und Absorber *h* sind nebeneinander angeordnet, wobei der Verdampfer etwas höher steht. Nachdem das Gasgemisch von Ammoniak und Wasserstoff im Absorber das ganze Ammoniak an die auf Schalen herabrieselnde arme Lösung abgeben hat, tritt reiner Wasserstoff aus dem Absorber im Sinne des oberen Pfeiles in den Verdampfer. Hier rieselt das vom Kondensator kommende flüssige Ammoniak ebenfalls auf Schalen *g* herab, die zur Erhöhung der Verdunstungsgeschwindigkeit dienen. Die gebildeten Ammoniakdämpfe mischen sich mit dem Wasserstoff. Da das Gewicht dieses Gasgemisches im Verdampfer schwerer ist als die von Ammoniak befreite Wasserstoff-Gassäule im Absorber, so entsteht ein selbsttätiger Umlauf der Gase im Sinne der Pfeile durch den Absorber und Verdampfer, wodurch die Diffusionsgeschwindigkeit bedeutend erhöht wird.

²⁰ Z. B. im DRP. 435994 und im französ. Pat. 606700 Société Anon. „Sicfrigo“.

²¹ B. v. Platen und C. G. Munters, Teknisk Tidskrift (1925) S. 89, vergl. auch Z. Bd. 70 (1926) S. 597 und Z. f. d. ges. Kälte-Ind. Bd. 33 (1926) S. 106.

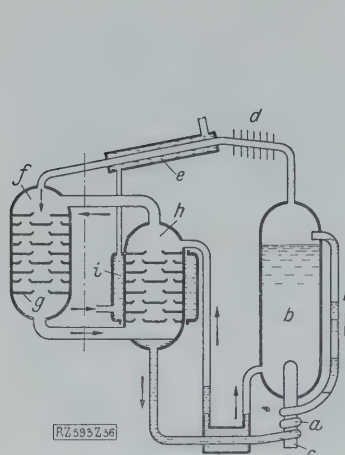


Abb. 36

Wirkungsweise der Absorptions-Kältemaschine von v. Platen und Munters

- a Blasenbildner
- b Kocher
- c elektrischer Heizkörper
- d Wasserabscheider
- e Kondensator
- f Verdampfer
- g Verteilbleche
- h Absorber
- i Kühlwassermantel

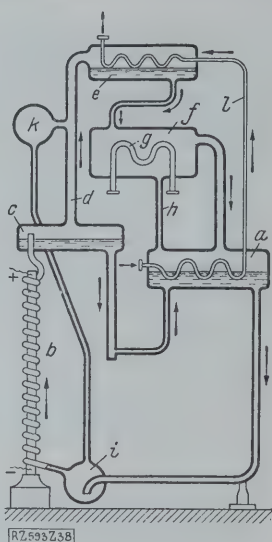


Abb. 38

Ausführung der Maschine von Altenkirch in Glas

- a Absorber
- b Kocher
- c Abscheider
- d Steigrohr
- e Verflüssiger
- f Verdampfer
- g Kühlrohr für Sole
- h Abflußrohr
- i, k Wasserabscheider
- l Kühlrohr

Die Rückführung der im Absorber gebildeten reichen Lösung in den höher liegenden Kocher *b* erfolgt durch Heizen der die reiche Lösung führenden Rohrleitung *a* vor deren Eintritt in den Kocher²²⁾; *c* ist der elektrische Heizkörper. Durch diese Heizung wird das Ammoniak schon in der Steigleitung ausgetrieben, so daß die Flüssigkeitsäule hier spezifisch leichter wird (Thermosyphon). In Abb. 36 ist *d* der Wasserabscheider (Rektifikator) und *e* der Kondensator. Das Kühlwasser tritt zuerst in den Wassermantel *i* des Absorbers und dann in den Kondensator. Bei einer Energiezufuhr von 300 W soll die Maschine eine Kälteleistung von 80 kcal/h entwickeln.

Bei dem neuesten Muster (1927) der Elektrolux-Anlagen²³⁾ sind verschiedene Änderungen vorgenommen worden. Die stündliche Kälteleistung ist auf rd. 100 kcal/h erhöht. Der Solebehälter (in Abb. 36 ist der Blasenbildner durch eine Soletasche geführt) ist fortgelassen, und der Kühlkörper für die unmittelbare Verdampfung ist mit einem Mantel aus Aluminiumguß versehen und in der oberen Ecke des Kühlschranks angeordnet, Abb. 37. Darunter liegt in einem isolierten Kasten die übrige Anlage. Die elektrische Heizleistung ist auf 360 W erhöht, doch kann sie bei geringerem Kältebedarf ohne nennenswerte Verschlechterung des Wirkungsgrades auch auf 180 und 280 W umgeschaltet werden. Sobald das Kühlwasser ausbleibt, wird der elektrische Strom durch einen Sicherheitsschalter selbsttätig abgestellt.

Ein ganz anderes Verfahren für eine fortlaufend arbeitende Absorptionsmaschine ohne bewegte Teile hat Altenkirch angegeben²⁴⁾. Der Druckunterschied zwischen dem Kocher und Absorber wird hier durch die Flüssigkeitssäule der reichen Lösung überwunden; der

Absorber *a*, Abb. 36, ist so hoch über dem Kocher geordnet, daß der Druck der Flüssigkeitsäule in der Verbindungsleitung und des Dampfes im Kocher ausreicht, um die reiche Lösung in den Abscheider *c* zu befördern. Es ist klar, daß man auf diese Weise nur verhältnismäßig kleine Druckunterschiede überwinden kann. Ammoniakmaschinen mit mehreren Atmosphären Druckunterschied eignen sich dieses Verfahren nicht. Gegen lassen sich Anlagen mit Wasserdampf und Schwefelsäure (Unterdruckanlagen) leicht ausführen; der betr. Druckunterschied beträgt nur 0,03 bis 0,04 at. Bei kleinen Druckunterschieden genügt auch schon die Thermosyphon-Wirkung, also ein kommunizierendes Rohr, das aufsteigender Ast unter starker Dampfbildung erhitzt wird. Eine solche Anlage, Abb. 38, muß wegen der chemischen Wirksamkeit der konzentrierten Schwefelsäure in Glas, Porzellan oder Ton ausgeführt werden.

Schließlich ist noch ein drittes Verfahren für unterbrochen arbeitende Absorptionsanlagen ohne bewegte Teile bekannt geworden; danach führt man das Ammoniak aus der niedrig gespannten reichen Lösung des Absorbers in die hochgespannte arme Lösung des Kochers unter Hilfe der osmotischen Druckes über²⁵⁾. In der Verbindung vom Absorber zum Kocher befindet sich eine durchlässige Membran, z. B. aus unglasiertem Porzellan, das mit Paraffin behandelt ist. Sobald die Konzentration des Ammoniaks im Absorber, im Vergleich zu der im Kocher, einen gewissen Wert überschreitet, tritt Ammoniakdampf in den Kocher über, bis ein Druck und Temperatur auf beiden Seiten der Membran ein Gleichgewicht erreicht ist. Ob Absorptionsanlagen nach diesem Verfahren bereits ausgeführt sind, ist nicht bekannt geworden.

[B 593]

²⁵⁾ DRP 400 488, A. B. Zander und Ingeström und H. Hylan Stockholm.



Abb. 37

Neues Muster des Elektrolux-Kühlschranks

²²⁾ Diesen Vorschlag hat wohl zuerst E. Altenkirch gemacht, vergl. DRP 427 278. Die Elektrolux-Gesellschaft hat neuerdings andere Mittel zum Erreichen des gleichen Zieles angegeben.

²³⁾ Vergl. „Cold Storage and Produce Review“, London, März 1927.

²⁴⁾ DRP 395 421 und 427 278; vergl. auch Z. Bd. 70 (1926) S. 597. Die Patente werden von den Siemens-Schuckertwerken, Berlin, verwertet.

R U N D S C H A U

den Stil im technischen Schrifttum
und Geschäftsverkehr

Die Zeichnung ist die Sprache des Ingenieurs. Sie ist internationale Verständigungsmittel der technischen Welt. Diese Wahrheit ist das erste, was der angehende Ingenieur auf der Fachschule oder der Hochschule hört, und ihm die Notwendigkeit der zeichnerischen Darstellung eingetrichtert wird. Ein allen technisch Gebildeten geläufiges Verständigungsmittel ist um so notwendiger, je weiter die Grenzen des Ingenieurwesens auseinanderstreben, sich ausdehnen und verästeln. Aber der technische Verkehr geht nicht nur zwischen Ingenieuren ab. In der Wirtschaft der Technik letzten Endes dient, spricht — im großen und im kleinen — vielfach der technisch nicht gebildete Kunde, der Finanzmann oder der Verwaltungsbeamte das Wort. Der Ingenieur muß deshalb in der Lage sein, aus seinem Tätigkeitsbereich heraus die Zeichnung als gesprochenes oder geschriebenes Wort allgemein verständlich und wirksam zu ergänzen. Und hierin ist der Ingenieur vielfach — ich möchte fast sagen: in der Regel — unglücklich. In dem Einleitungsvortrag zu seinen Kursen sagte kürzlich ein bekannter Lehrer der Technik: „Wenn man einen Ingenieur nach dem Zweck der Arbeitsweise dieser oder jener Maschine fragt, dann antwortet er einige halbe Sätze, die der Laie nicht versteht, schließlich seine ständige Waffe, den Bleistift, und schließlich aufatmend: „Ich will es Ihnen mal eben zeigen.“ So übertrieben das Urteil sein mag, es ist unberechtigt.

Man trifft sich häufig, daß die technisch bestbegabten Ingenieure im sprachlichen Ausdruck geradezu hilflos sind. Das ist der Ingenieur wichtige Aufgaben in der Sprachwelt zu erfüllen. Er ist meist derjenige, der für die Erfindungen, Erfindungen und neuen Begriffe aus Naturwissenschaft und Technik neue Wörter finden muß, die den Gedanken Verkörperung decken.

Der Mangel an sprachlicher Gewandtheit ist darauf zurückzuführen, daß hervorragende Fähigkeiten meist als Begabung auftreten, und daß die Begabung für technisches Wissen exaktes Wissen und Können äußerst selten der Begabung für Sprachen im allgemeinen, insbesondere der Muttersprache, und für das eng mit ihr verwandte Schrifttum zusammenstreffen. Ausnahmen, die die Technik bestätigen, sind einige unserer Geistesfürsten, einige Physiker und große Musiker und die Dichtergeneration Max Maria von Weber und Max Eyth. Je schwächer diese Fähigkeiten ausgeprägt sind, desto häufiger finden die Übergangsformen abgerundete Geister mit Durchschnittsbegabung für eine größere Zahl von geistigen Gebieten hervorzubringen. Über diese Feststellung in Pädagogik, Psychologie und Philosophie der Technik hat noch nicht hinausgekommen zu sein.

Wer hat es erlebt, welche Qualen ein rednerisch ungeschickter Vortrag den Zuhörern bereiten kann, jeder weiß, daß die Fähigkeit, einen überlegenen Gedanken schnell in klarer und gefälliger Form wiederzugeben, in jeder Verhandlung für den Erfolg ausschlaggebend ist; jeder aufmerksame Leser versteht die suggestive Wirkung einer geschickten Reklame und erkennt den Wert eines formvollendeten Geschäftsbriefes. Aber der Ingenieur überläßt der Reklame eigens herangeworbenen Werbefachleuten, die formgerechte Bearbeitung von Sätzen und anderen Veröffentlichungen der Schrift- und Zeitschriften, Form und Ordnung von Vorträgen nach dem Willen des Vortragenden und dem verzweifelten Verlangen der Versammlung. Schlechte Verhandlungsführer sind seltener; sie werden schnell durch das Sieb des Lebens hindurchgerüttelt. Ganz im argen liegt die erste Form des technischen Verkehrs, der tägliche geschäftliche Briefwechsel.

Man hat das gesprochenes oder geschriebenes Wort den besten Erfolg haben, so muß die Sprache grammatisch richtig, schlicht, sachlich und verständlich, lebendig und flüssig sein.

Man erlegen, ob eine Satzform oder ein Ausdruck richtig ist oder nicht, ersetzt dem stilistisch Gewandten das Sprachgefühl. Wer kein ausgeprägtes Sprachempfinden hat, der vergegenwärtigt sich den eigentlichen oder wahren Sinn des gewählten Wortbildes. Im übrigen ist es nur zähe Selbsterziehung, bewußte Aufmerksamkeit und Übung, nötigenfalls unter Anleitung, und Strenge der Grammatik, die doch selbst der Ausländer beim Erlernen lernt.

Die schlichteste Darstellung eines Gedankens ist stets die beste. Die deutsche Sprache selbst erleichtert die Kunst der einfachen Gedankenfolge, da sie gestattet, durchweg in Hauptsätzen zu sprechen und Möglichkeiten bietet, sogar ursächliche und bedingte Zusammenhänge durch Aussagesätze wiederzugeben. Mancher würde seinen Stil schon verbessern, wenn er so schriebe, wie er zu sprechen gewohnt ist. In der Umständlichkeit der Sprache wird uns leider in unseren eigenen Reihen das denkbar schlechteste Beispiel gegeben durch das — Patentwesen. In der formalrechtlich eingebürgerten Form wird jeder Patentanspruch zu einem Ungetüm. Alle Aussagen, die den Erfindungsgegenstand lückenlos beschreiben sollen, sind in einem Nebensatz untergebracht. Die sinnverwirrenden Verschachtelungen, die sich daraus ergeben, sind äußerlich schon „dadurch gekennzeichnet, daß“ abwechselnd Präposition und Artikel einander folgen, bisweilen drei und vier Paare.

Sachlichkeit soll oberster Grundsatz für jede Äußerung des Ingenieurs sein, auch für die Reklame. In der deutschen technischen Reklame wirkt vorwiegend die Überzeugungskraft der Tatsache. Im Geschäftsbrief wird man eine sachliche Schilderung finden, wenn man sich ständig die Frage vorlegt: Was will ich sagen? Man vermeide jede Übertreibung, die äußerlich meist schon an Pleonasmen kenntlich ist und sich dadurch selbst entlarvt. Übertreibung ist die Waffe des Schwachen, von dem Walther Rathenau in seinen „Reflexionen“ sagt: „Er wird schwatzhaft, eindringlich und aufdringlich. Er ist der Erfinder der Superlative und Hyperbeln. Denn nach Sklavenart ist er gewohnt und einverstanden, daß ihm ungern und nur zur Hälfte geglaubt wird.“ Unserm durch Schlagworte ermüdeten Ohr klingt der Positiv stärker als der Superlativ.

Ob eine Äußerung zweckmäßig ist, wird man stets feststellen können, wenn man sich fragt, was der Zuhörer oder der Leser erfahren will oder wissen muß, um den behandelten Gegenstand richtig beurteilen zu können.

Die Lebendigkeit des Ausdrucks gibt der Sprache ihre Färbung. Nichts wirkt so ermüdend wie das Aneinanderreihen von Einzelheiten einer Beschreibung, aus der man das krampfhaft Suchen nach Abwechslung des Ausdrucks und nach neuen Worten von gleicher Bedeutung herausfühlt. Durch lebendige Schilderungen wird der Roman spannend, fesseln Reiseberichte und Naturbeschreibungen. Sie sind die große Kunst des Epikers, wie sie in dem meisterhaften Aufbau der homerischen Bilder ihre Vollendung finden. Das Prinzip läßt sich leicht auch auf trockene technische Ausführungen anwenden. Man beschreibe den Vorgang, nicht den Zustand, schildere nicht, wie die Maschine aussieht, sondern wie und nach welchen Gesichtspunkten sie gebaut wurde und wie sie wirkt. Zahlenangaben und Aufzählungen gehören in Zeichnungen und übersichtliche, allgemein verständliche Tafeln.

Um eine Schilderung lebendig zu gestalten, gibt es ein einfaches Mittel, und zwar dient dies gleichzeitig der Flüssigkeit des Stiles, die der Sprache Wohlklang verleiht. Das Geheimnis besteht darin, Vorgänge nicht durch Hauptwörter, sondern durch Tätigkeitswörter auszudrücken. In allen alternden Sprachen zeigt sich die Neigung, die Tätigkeitswörter verschwinden zu lassen und durch Hauptwörter in Verbindung mit Hilfszeitwörtern zu ersetzen. Das Englische und das Französische sind hierin schon weit vorgeschritten. Eine gleichgerichtete Entwicklung ist auch im Deutschen zu erkennen. Der Primitive handelt und spricht vom Handeln. Abstraktes Denken schafft neue Begriffe, die in der Regel zunächst durch ein Hauptwort gedeckt werden. Dementsprechend beobachtet man die Häufung der Hauptwörter am meisten in der Sprache der Fachwissenschaften. Von dort aus pflegt diese Alterserscheinung zusammen mit den Begriffen in den Wortschatz der übrigen Lebensgebiete einzudringen. Leider! Denn die Sprache wird dadurch holperig, klingt schwerfällig und wirkt ermüdend. Ähnlich wie aneinandergereihete und verschachtelte Hauptwörter können Eigenschaftswörter wirken, wenn sie falsch angewandt werden.

Einige dieser Sünden gegen den Geist unserer Sprache, die gerade im technischen Schriftverkehr häufig vorkommen, sollen einmal gesondert unter die Lupe genommen werden.

Beim Gebrauch von farblosen Hilfszeitwörtern häufen sich in der Regel die Hauptwörter auf „ung“. Einige Beispiele, wie sie täglich zu lesen sind, sollen das erläutern: „Die Speisewasservorwärmung geschieht; die Verfrachtung des Materials muß erfolgen; die Ausbildung“ oder noch schlimmer „die „Auslegung“ erfolgt; die Maschinen haben

eine Entwicklung erfahren; die Arbeiten erfahren eine Hinausschiebung“. Kürzlich schrieb sogar eine bedeutende Zeitung den in dieser Form fast sinnstörenden Satz: „Eine beträchtliche Herabsetzung der Truppen ist vorgenommen worden.“ In den vorstehenden Fällen muß es heißen: „Das Speisewasser wird vorgewärmt; das Material ist zu verladen; die Maschinen sind ausgebildet“ oder „entwickelt worden; die Arbeiten müssen hinausgeschoben werden“.

Wenn möglich, sollten die Sätze nicht passiv, sondern aktiv konstruiert werden: „Verladen Sie das Material bitte in Sonderwagen; wir müssen die Arbeiten hinauschieben, wenn . . . usw.“ Nicht gerade falsch, aber unschön sind die Ausdrücke „in Fabrikation nehmen“ statt „bauen“, „zum Versand gelangen, auf den Weg bringen“.

In dem Satz „die Entstehung des Tones wird hervorgerufen“ ist der oben besprochene Fehler mit dem schlimmsten Pleonasmus verbunden. Eine unzulässige Häufung, ein typisches Hendiadyoin, findet sich vielfach in Sätzen, die Wortverbindungen mit der Silbe „bar“ enthalten. „Um die praktische Benutzbarkeit des Buches zu erleichtern; die Verwendbarkeit der Maschine ist möglich“. Die Silbe „bar“ bezeichnet ja schon eine Fähigkeit oder Möglichkeit. Statt „Reservevorrat“ zu sagen, wird man in den meisten Fällen nicht weniger deutlich sein, wenn man entweder nur „Reserve“ oder nur „Vorrat“ sagt.

Richtig gesetzte treffende Eigenschaftswörter beleben die Sprache, können ihr mannigfache Farbtöne und bei kunstvoller Anwendung schillernde Pracht verleihen. Farblose und blasse Adjektiva wirken gerade Gegenteil. „Das erforderliche Material“ ist eine übertriebene Genauigkeit. Das Adjektiv kann fortfallen, ohne daß der Sinn gestört wird. Selbst wenn eine nähere Bestimmung hinzutritt, ist immer noch die Konstruktion ohne Adjektiv vorzuziehen. Statt „das für den Bau erforderliche Steinmaterial“ sagt man besser „die Steine für den Bau“. Daß zu einem Bau Steine erforderlich sind, ist so selbstverständlich, daß es nicht eigens betont zu werden braucht. Unschön, aber leider sehr gebräuchlich ist es, Adverbien als Adjektiva zu behandeln. „Der etwaige Bedarf; die eventuelle Anfrage; der teilweise Betrieb; die zeitgemäße Organisation“. Meist wird der Sinn nicht gestört, wenn das falsche Wort ganz fortfällt. Läßt sich der gleiche Sinn nicht durch den unbestimmten Artikel hervorufen, so dürfte ein Bedingungssatz mit „wenn“ oder „falls“ jeden Zweifel über die Bedeutung ausschließen. Das Wort „teilweise“ und auch „stufenweise“ muß in einem ganzen Satz verarbeitet oder durch ein Zeitwort ergänzt werden. Die unrichtige Steigerung zusammengesetzter Adjektiva und Partizipien wie „bestmöglichste“ statt „bestmögliche“ und „weitgehender“ statt „weitergehend“ wird vielleicht noch auszurotten sein. Mit aller Schärfe ist die scheußliche willkürliche Substantivierung von Adjektiven auszumerzen, an der manche mit bewundernswerter Zähigkeit festhalten. „Mit Gegenwärtigem gestatten wir uns.“ Zu welcher lächerlicher Form diese Gewohnheit führen kann, zeigt folgendes Beispiel: „Soeben erreichte uns Ihr Gehrtes vom 12. c. t. und nachdem wir auf unser Gehrtes vom 5. c. t. Ihre freundliche Rückäußerung entgegen . . .“.

Häßlich sind Wortbildungen wie „exprespostlich“. Warum nicht „durch Eilpost“? Unbedingt falsch sind Wortbildungen, die dem Sinn der Sprache widerstreben. „Ein genauer Beschrieb der Anlage folgt.“ Wenn der Briefschreiber, der von der „Vergabe des Auftrages“ spricht, den Gleichklang mit dem Wort „Vergebung“ im Sinne von Verzeihung fürchtet, kann er schreiben „der Auftrag wird vergeben“. Es gibt in Deutschland Hauptwörter, die keinen Plural bilden. Sie bezeichnen meist abstrakte Begriffe. „Der Kraftverbrauch der Maschine“ heißt in der Mehrzahl „der Kraftverbrauch der Maschinen“. Will man sich ganz deutlich ausdrücken, dann schreibe man „der Kraftverbrauch der einzelnen Maschinen“ oder „der gesamte Kraftverbrauch der Maschinen“ oder „alle Maschinen zusammen verbrauchen so und so viel Kilowatt“.

Das Streben, einen möglichst knappen Ausdruck zu finden, führt in Anlehnung an das Englische oft zu vollkommen schiefen Bildern. „Senden Sie uns bitte die dorthabende Maschine, die in Auftrag habende Lieferung, den ausmachenden Betrag.“ Nicht die Maschine oder die Lieferung hat etwas, sondern der Empfänger des Briefes hat die Maschine oder hat die Lieferung in Auftrag und die Rechnung macht den und den Betrag aus.

Mangelndes Sprachgefühl verrät die Verwechslung von anscheinend und scheinbar, bedauernswert und bedauerlich, wöchentlich und wöchig. Anscheinend heißt: Es sieht so aus und wird auch wohl so sein. Scheinbar heißt: es sieht zwar so aus, ist in Wirklichkeit aber bestimmt nicht so. Bedauernswert ist ein Unglücklicher, der unser Mitleid er-

regt, bedauerlich ein Irrtum oder ein Fehler, den begangen hat. Eine Meldung ist wöchentlich, d. h. Woche zu erstatten. Aber „der dreiwöchige Probetrieb ist vorüber“ heißt: Der Probetrieb hat ununterbrochen drei Wochen lang gedauert.

Wenn man die Wörtchen „oder aber“ hinter setzt, dann schlägt der Sinn des einen die Wirkung des anderen tot. Das „aber“ ist überflüssig. Das schwache „beziehungsweise“, ein Erbstück aus dem vorvergangenen Kanzleistil, kann meistens durch „oder“, manchmal durch „und“ ersetzt werden. Je einfacher man zu schreiben, desto kräftiger wirkt der Sinn des schlichten Wortes.

Im allgemeinen verwenden wir viel zu viele Konstruktionen. Diese Ausdrucksweise entspringt dem Wunsch, das persönliche Urteil zurücktreten zu lassen. Die Scheu vor der eigenen Meinung ist so groß, daß der Redner von sich selbst in der dritten Person spricht. „Der Vortragende ist der Ansicht . . .“ Ganz für sich stehen Passivkonstruktionen intransitiver Verben. „Die Betrachtung der Eigenschaften dieses Materials ist in der Hand der Redaktion“ oder noch schlimmer „gehe in der Hand der Redaktion“. Schon die deutschen Bezeichnungen der Konstruktionsformen und Leideformen, deuten darauf hin, daß man der Konstruktion, die aktiv, das heißt doch lebhaft sein soll, aktiv ablassen soll. Findet sich wirklich kein anderes Subjekt für den Satz, so springen die Wörtchen „wird“, „man“ in die Bresche. Aktivkonstruktionen machen die Sprache flüssig.

Eine Satzform, die gottlob immer seltener vorkommt, ist die Inversion nach und nach. Sie besteht darin, daß in einem Satz, der mit „und“ an den vorhergehenden angeschlossen ist und ein anderes Subjekt hat als dieser, das Subjekt vor das Subjekt tritt. „Die Ware ist geliefert und wir schicken Sie, Ihnen unsere Rechnung zu überreichen.“ Die Inversion fällt ins Wasser, wenn man die beiden Sätze zu einem Satzteil gemeinsam haben, in zwei Hauptsätzen legt. Im Sinn ändert die Trennung nichts. Die Inversion ist ein Beispiel für den Wandel der Sprache im Sprachempfindens. In Goethes Prosa findet sie sich häufig. Unserm Sprachgefühl ist sie fremd geworden.

Es sei zugegeben, daß der Inhalt der technischen Sprache oft schwer darzustellen ist. Eines kann und muß aber von jedem einzigen verlangen: die Fähigkeit, Gedanken klar und in richtigem Deutsch auszudrücken. Vor allem sollte man sich von dem beschränkten, sterilen Wortschatz der Fachsprache freimachen. Wer Lücken füllen will, die eigentlich schon die Schule hätte schließen sollen, der nehme wieder einmal die deutsche Grammatik zur Hand; wer in Zweifelsfällen einen klaren Rat hören will, was richtig oder erlaubt ist und was nicht, lese bisweilen ein Kapitel aus dem vortrefflichen Werk von Wustmann „Allerhand Sprachdummheiten“ oder die Büchern Engels: Deutsche Stilkunst u. a. Gerade in solchen Sachen, mit denen wir Ingenieure zu tun haben, sind ihre starren Begriffe spröde und sprachlich schwerförmig, sollten wir die Sprache im technischen und Geschäftsverkehr mehr pflegen, damit sie sich zu einer Fachsprache heranbildet, die der Außenstehende mehr versteht. [N 857]

Berlin-Lichterfelde

Dr. Dr.-Ing. P. F.

Eisenbahnwesen

Versuche mit neuen Dampflokomotiven

Aus einem Bericht über die Erweiterung des Versuchsbahnen Druckgefälles bei Dampflokomotiven von W. v. Witte im Sonderheft zum 50jährigen Bestehen der Zeitschrift „Glaser's Annalen“ entnehmen wir folgende Schilderungen über den Stand der Versuche der Reichsbahn auf diesem Gebiete:

Die Kruppsche Turbinenlokomotive¹⁾, die 1924 bei der Eisenbahnausstellung in Seddin vorgeführt worden war, ist inzwischen gründlich umgebaut worden, wobei der Vorwärmer in die Rauchkammer verlegt und der Kessel um 0,2 m verkürzt wurde. Auch den Kühlern ist man verbessert, um das Mitreißen von Wasser durch den Luftstrom zu verhindern. In den letzten Monaten der ersten eingehenden Versuche mit der Lokomotive wurden, die zwar ihre Betriebsrauchbarkeit und die Reichbarkeit der zugesicherten Wirkungsgrade (20 % der Ebene, 18 vH auf Steigungen von 10 vT) bewiesen haben, aber für einige Zeit abgebrochen werden mußten, da es sich u. a. als notwendig erwiesen hat, die Düs-

¹⁾ Z. Bd. 68 (1924) S. 938.

bine zu verkleinern. Das Lokomotiv-Versuchsamt
er, voraussichtlich im Laufe dieses Jahres zu
schließenden zahlenmäßigen Urteil über die Loko-
u gelangen.

Fa. Fried. Krupp A.-G. hat inzwischen der Deutschen
hn den Entwurf einer Hochdruck-Turbolokomotive
t, deren Kessel für 60 at der Steilrohrbauart der
roft-Schulz-Kessel nachgebildet ist und mit dem
at der Hauptturbinen gespeist wird. Der Kessel
Trommeln, von denen die beiden unteren als reine
ammern seitlich über den Rädern liegen. Eine
leinere Trommel bildet einen Trockner für den in
grohren erzeugt und in den beiden oberen Trom-
sammlen Dampf. Ein aus Teilen dieses Kessels
ngestellter kleiner Kessel hat bei Versuchen zufrie-
nd gearbeitet. Die Turbinenanlage soll eine Hoch-
nach der Bauart von Escher, Wyss & Cie. und
ederdruckstufen umfassen.

er die Turbolokomotive von Maffei³⁾ wird mitgeteilt,
ckenfahrten stattgefunden haben, denen weitere
folgen sollen. Dagegen sind die Versuche mit der
Angaben der Schmidtschen Heißdampf-Gesellschaft
ten dreizylindrigen 2 C-Schnellzuglokomotive³⁾,
einer der letzten Fahrten in der Ebene mit 772 t
n Zug eine mittlere Nutzleistung von 1350 PS am
n ergeben haben, anscheinend schon weiter ge-
Die zugesicherte Brennstoffersparnis von 20 vH
ach geringfügigen Änderungen sogar überschritten
wobei man den bisherigen Betrieb mit Auspuff oder
Wasserkreislauf beibehalten kann. Für die Ven-
Wasserstandzeiger hat die Schmidtsche Heiß-
essellschaft eigne Bauarten entwickelt, die sich gut
haben; auch eine einfache Kammerstopfbüchse mit
ßeisernen Dichtungsringen hat sich am Hoch-
inder als zuverlässig erwiesen.

Hochdrucklokomotive nach dem Verfahren von
die in Zusammenarbeit mit der Reichsbahn bei den
kopff-Verken entwickelt wird, und eine nach dem
Verfahren arbeitende Hochdrucklokomotive, deren
die Lokomotivfabrik J. A. Maffei der Reichsbahn
tet hat, vervollständigen diese Übersicht der nach
Verfahren arbeitenden Dampflokomotiven, die alle
eln der Deutschen Reichsbahn ausgeführt werden.

H.

Bd. 70 (1926) S. 1565. ³⁾ Z. Bd. 69 (1925) S. 1206.

Gesundheits- genieurwesen

Lastkraftwagen zur Abfuhr jauche und Dünger

Entleeren von Dünger-
at die Firma Fried. Krupp
Essen, einen Lastkraft-
mit Kreisel-Luftpumpe her-
acht, Abb. 1 bis 4. Der
Kessel *a* von zylind-
Form und 5 m³ Inhalt ist
m Lagerbock schräg nach
geneigt, damit er auch
uck entleert werden und
lt restlos abfließen kann.
hblech des Mantels ist
as der gewölbten Böden
ck. Der hintere Boden *b*
24 Gelenkschrauben am
efestigt; an ihm befinden
i Schaugläser, die über
d der Füllung Auskunft
Ein weiteres Schauglas
vorderen Boden ange-
Das Kesselinnere wird
wei eingienietete Schwall-
ie den Kessel beim Leer-
ersteifen und die Schwall-
des Inhaltes während
rt abschwächen, in drei
n geteilt.

er der vorderen Kammer
sich ein Dom *c* mit An-
tzen für das Saug- und
hr *d*. Die Anordnung der
ngen auf dem Wagen
bb. 2 bis 4. Die verschie-
ngrohre mit einem Drei-
e und einem Vierweg-



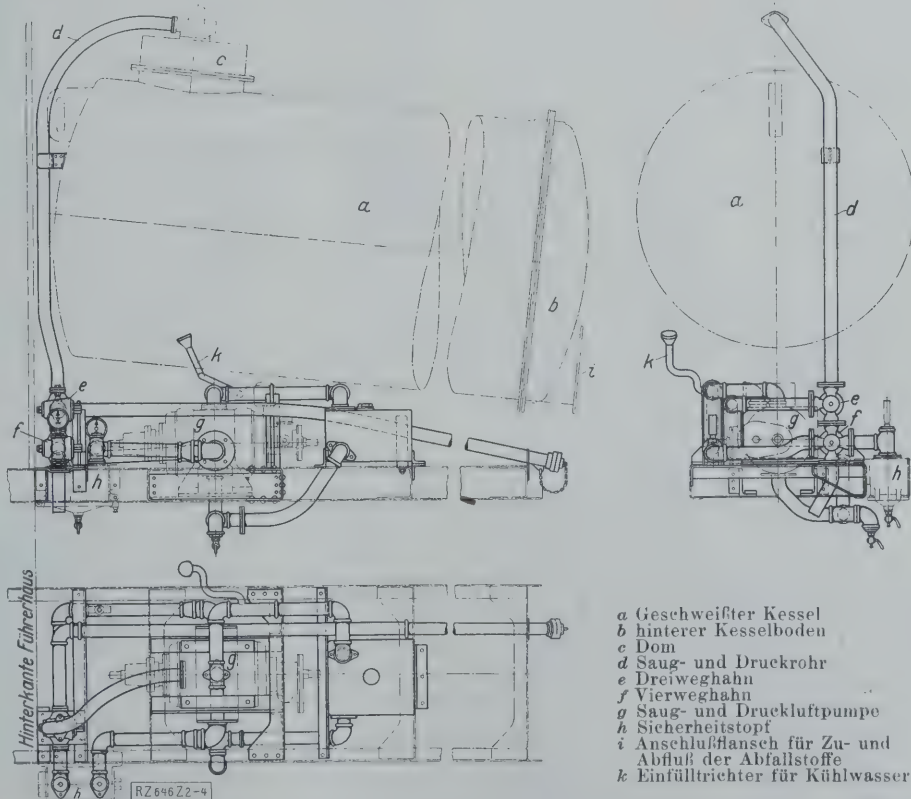
Abb. 1. Lastkraftwagen zur Abfuhr von menschlichen
und tierischen Abfallstoffen, Bauart Krupp

hahn *f* sowie die wassergekühlte Luftpumpe *g* sind auf dem
Fahrgestell unter dem Kessel gelagert.

Mittels des Vierweghahnes *f* wird jeweils die Verbin-
dung zwischen Kessel und Luftpumpe auf den Saugstutzen
oder den Druckstutzen der Luftpumpe eingestellt. Über den
Dreiweghahn kann man einen fremden Kessel füllen durch
Verbindung der Saugleitung des fremden Kessels mit der
Rohrleitung des eignen Wagens.

Die Kreisel-Luftpumpe ist über ein an das Wechsel-
getriebe angebautes besonderes Getriebe für zwei Geschwin-
digkeiten mit dem Motor von 50 bis 55 PS verbunden. Bei
voller Geschwindigkeit des Motors läuft die Pumpe mit
1000 Uml./min um. Wenn sie schneller, bis zu 1450 Uml./min,
laufen soll, muß vor der Einschaltung der großen Über-
setzung die Geschwindigkeit des Motors vermindert werden,
da bereits bei 700 Uml./min des Motors die zulässige Höchst-
geschwindigkeit der Pumpe erreicht ist.

Da keine Flüssigkeit in die Luftpumpe gelangen darf,
muß diese sofort ausgeschaltet werden, wenn der Kessel ge-
füllt ist. Um den Bedienungsmann aufmerksam zu machen,
hat man im Dom einen Schwimmer eingebaut, der bei vollem
Kessel die elektrische Leitung zum Bosch-Horn schließt
und dies dadurch zum Tönen bringt. Ein Sicherheitsventil
im Dom schließt außerdem die Saugleitung selbsttätig ab.
Falls dieses Ventil nicht dicht schließt, wird die unter
Umständen übertretende Flüssigkeit in den Sicherheitstopf *h*
gezogen, wo sich ein zweites selbsttätig wirkendes Absperr-
ventil befindet.



- a* Geschweißter Kessel
- b* hinterer Kesselboden
- c* Dom
- d* Saug- und Druckrohr
- e* Dreiweghahn
- f* Vierweghahn
- g* Saug- und Druckluftpumpe
- h* Sicherheitstopf
- i* Anschlußflansch für Zu- und
- k* Abfluß der Abfallstoffe
- k* Einfülltrichter für Kühlwasser

Abb. 2 bis 4

Anordnung der Rohrleitungen auf dem Jauche- und Düngerwagen, Bauart Krupp

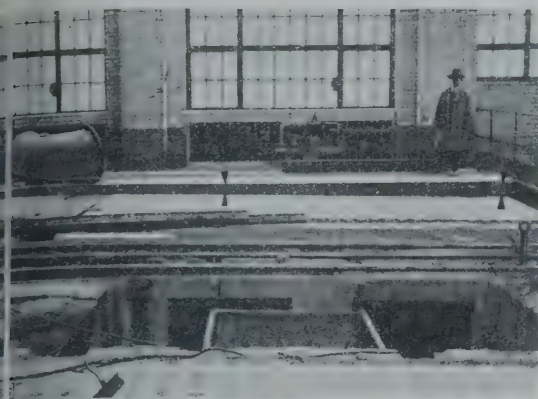


Abb. 9
Ansicht der eingetretenen Senkungen

Bei der Suche nach den Ursachen der Schäden glaubte man, daß die ungewöhnlichen Senkungen der Grundplatte in dem als tragfähig angesprochenen Baugrund auf Schwin-
scheinungen im Turbinenfundament zurückführen zu
konnte. Bei der Ausführung der Grundplatte konnte eine
Berechnung noch nicht vorgenommen werden,
als die grundlegenden Untersuchungen für eine der-
Berechnung noch nicht vorlagen. Die nachträgliche
führung einer solchen ergab jedoch, daß der gefähr-
zustand der Resonanz zwischen Eigenschwingungen
und Umlaufzahl der Turbine nicht vor-
ist.

Die Sohle des Fundamentes im wechselnden Grund-
piegel lag, wurde von Sachverständigen eine
hrung des ganzen Fundamentes mit einer 2 m dicken
betonplatte bis in eine Tiefe, die ständig unter Grund-
lag, vorgeschlagen und mit größter Vorsicht aus-
Abb. 5 bis 8.

Die neue Platte sollte gleichzeitig durch ihre größere
äche weitere Bodenschichten zur Aufnahme der
heranziehen und durch Vergrößerung der Gesamt-
der Gründung die Einwirkung der unvermeidlichen
ungen der Maschine vermindern. Diese Maßnahme
sich jedoch als erfolglos. Die Senkungen schritten
fort und nahmen schließlich einen solchen Umfang
an, daß an einer Ecke der Grundplatte eine Senkung von
festgestellt wurde. Die daneben liegende Ecke war
um, die andern Eckpunkte um 2 und 5 cm abgesackt.
zeigt ein Bild dieser Senkungen.

Man hat vorgenommen neue Probebohrungen unmittelbar
der Grundplatte, die sich bis auf eine Tiefe von
unter Kellersohle erstreckten, zeigten durchweg guten
nd.

Die auffallenden und außergewöhnlichen Senkungen
auf Grund des Baugrundbefundes während der
hrungsarbeiten und daran geknüpfter theoretischer
ungen, die näher auszuführen hier zu weit führen
auf dynamische Einwirkungen der Grundplatte auf
tergrund, hervorgerufen durch Schwingungen der
zurückgeführt. Hieraus ergab sich die Notwendig-
e Bodenschichten in möglichst großer Tiefe zur Auf-
der dynamischen Einwirkungen heranzuziehen. Von
ma Wayß & Freytag A.-G., Berlin, wurde daher den
r Städtischen Elektrizitätswerken eine Abfangung
nzen Gründung durch einen Pfahlrost aus Preß-
ählen vorgeschlagen und auch ohne Störung des Be-
unmittelbar benachbarten Turbinen ausgeführt.
e Anordnung des Pfahlrostes, die aus Abb. 5 bis 8
ennen ist, waren nachstehende Gesichtspunkte maß-

Der Entwurf sah vor, die vorhandene Konstruktion der
platte, die trotz der starken Schrägstellung keine Risse
beizubehalten. Die Tischplatte und die Gründungs-
wurden daher vollständig unverseht gelassen und
e Grundplatte zum Durchführen der Pfähle aus-
mt. Mit Rücksicht auf die Lage der Bewehrungs-
wurden die Pfähle in zwei Längsgruppen innerhalb
ündungsstützen zusammengefaßt und die Pfähle so
e, daß ihr Schwerpunkt mit der Resultierenden der
en Lasten zusammenfällt, so daß alle Pfähle gleich-
beansprucht wurden. Zur Erhöhung der Seiten-
eit wurden die Pfähle teilweise schräg angeordnet.
zen wurden 98 Pfähle mit einer durchschnittlichen
ng von 27 t eingetrieben.

Der Pfahlart wurde der Druckbetonpfahl, Bauart Wolfs-
ewählt, der bei ähnlichen nachträglichen Abfangun-

gen bereits öfters mit gutem Erfolg angewendet worden
war, und der auch in diesem Fall einer besonders schwie-
rigen Gründung Vorteile bot. Da infolge der geringen ver-
fügbaren Höhe keine Ramme aufgestellt werden konnte,
war man von vornherein auf eine Gründung mit Bohr-
pfählen angewiesen, die auch den Vorzug hatten, daß man
sie ohne störende Erschütterungen in den Boden eintreiben
konnte. Die Nähe von Gründungen des bestehenden Gebäu-
des und insbesondere von in Betrieb befindlichen Maschinen,
sowie die sehr beschränkte Grundfläche für die Anordnung
der Pfähle verlangten eine Bohrpfahlbauart größter Sicher-
heit und höchster Tragfähigkeit der Pfähle. Diese Bedin-
gungen werden durch den von der Firma August Wolfsholz,
Preßzementbau-A.-G., Berlin, hergestellten Druckbetonpfahl
erfüllt, bei dem durch Wegdrücken des Grundwassers mittels
Druckluft der Beton im Trockenen eingebracht und schich-
tenweise in die umgebenden Bodenschichten eingedrückt
wird.

Vor Ausführung der Pfähle wurden schwalbenschwanz-
förmige Schlitzte in der Grundplatte herausgestemmt, wobei

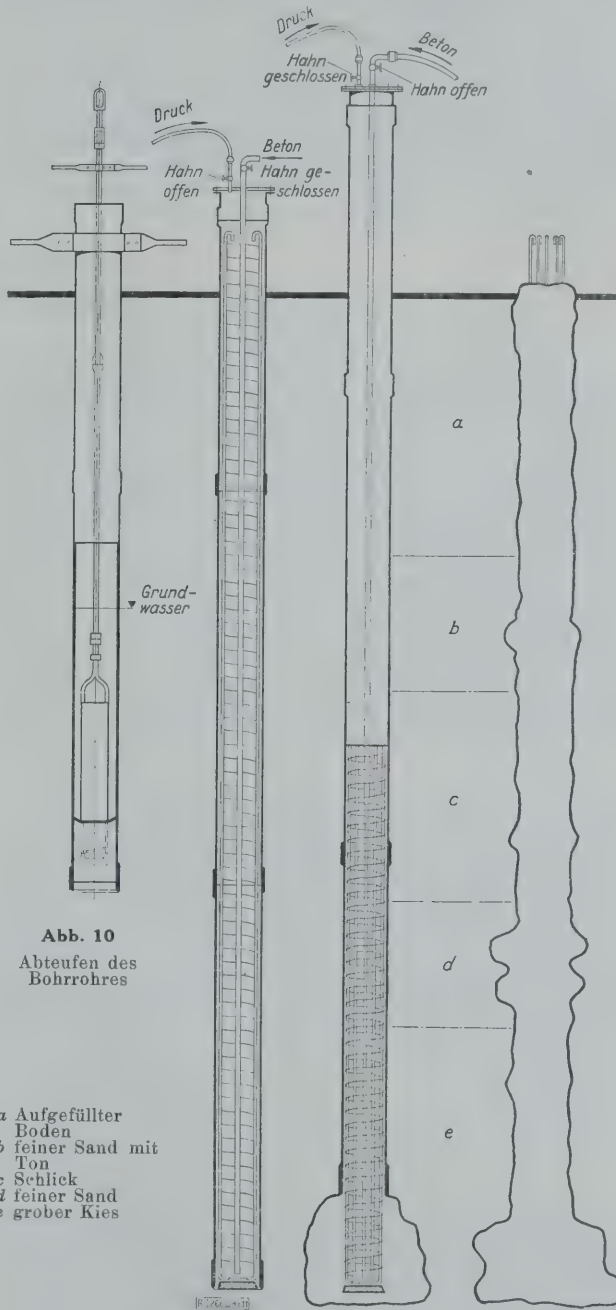


Abb. 10
Abteufen des
Bohrrohres

Abb. 11

Abb. 12

Abb. 13

Abb. 11. Eisenbewehrung eingesetzt und Rohr mit Preßeinrichtung
verschlossen

Abb. 12. Einpressen des Betons unter gleichzeitigem Hochziehen
des Bohrrohres

Abb. 13. Fertiger Eisenbetonpfahl

Abb. 10 bis 13. Einbau der Pfähle

man den untersten Teil von 50 cm Höhe der Stampfbetonplatte stehen ließ, um ein Hereinquellen des feinen Sandes und damit ein Unterspülen der Gründung zu verhindern. Dieser stehengebliebene Teil wurde von jedem einzelnen Pfahl durchbohrt. Die Herstellung der Pfähle ist in Abb. 10 bis 13 dargestellt. Die Pfähle erhielten eine Eisenbewehrung aus Längseisen mit einer schraubenförmigen Umwicklung. Nach Herstellung der Pfähle wurde in die Schlitzte der Grundplatte die in Abb. 9 dargestellte Längsbewehrung eingebracht, die eine gleichmäßige Verteilung der Gründungslasten auf die Pfähle gewährleistet, und hierauf die Schlitzte mit Beton ausgefüllt.

Damit alle von den früheren Setzungen des Bodens herührenden Hohlräume unter der Gründung ausgefüllt werden konnten, wurden gleichmäßig verteilt 27 Bohrlöcher durch die Grundplatte hindurchgetrieben, und Zementmörtel unter einem Druck von 10 at bis zur vollen Sättigung unter die Gründungssohle eingedrückt. Die schräge Lage der Turbinengründung konnte durch die Unterfangung natürlich nicht beseitigt werden. Durch Ausgleichbeton auf der Tischplatte und dem Fußboden des Maschinenkellers wurde wieder eine wagerechte Fläche geschaffen, auf der die Maschine aufgebaut werden konnte.

Zu Beginn des Jahres 1924 wurde die Anlage wieder in Betrieb genommen. Dabei zeigte es sich, daß die Erschütterungen an der Grundplatte selbst in annähernd gleichem Maße wie früher auftreten, jedoch haben die seit dieser Zeit gemachten Messungen keine neuen Senkungen der Grundplatte sowie der umliegenden Bauteile erkennen lassen, so daß man von einem vollen Erfolge des angewandten Verfahrens mittels Druckbetonpfähle sprechen kann.

Der vorliegende Fall, daß eine an sich einwankende baute Turbinengründung infolge Senkungen im Untergrund absackt, steht nicht vereinzelt da. Von der Firma Freytag, A.-G., Berlin, wurden Turbinengründungen in Finkenheerd und in Trattendorf erbaut, an denen Senkungserscheinungen auftraten und die auf diese Weise, wie im vorliegenden Falle, mit Preßbeton unterfangen wurden. In allen diesen Fällen ruhte die Platte auf einem nach bisherigen Begriffen als gut genug anzusprechenden Sand oder feinerem Kies im Unterwasser. Diese Erfahrungen haben zu der Erkenntnis geführt, daß Gründungen, die dauernd Erschütterungen untergrund übertragen, grundsätzlich auf Pfähle zu gründen sind, wenn der Gründungskörper auf sandigem kiesigem Boden im Grundwasser ruht, selbst dann, wenn dieser Untergrund sich bislang für ruhende Lasten als Baugrund bewährt hat.

Demzufolge haben die Berliner Städtischen Elektrizitätswerke bei einer Erweiterung des Kraftwerkes Moabit neu gebauten Turbinengründungen von vornherein Preßbetonpfähle gestellt und ebenso bei dem Neuaufbau des Großkraftwerks Klingenberg verlangt, daß die dort gestellten Turbinengrundplatten eine Pfahlgründung erhalten. Der Notwendigkeit einer derartigen Gründung haben ebenfalls die Elektrowerke, A.-G., bei den dort ausgeführten Erweiterungen des Kraftwerkes Zschernitz Rechnung getragen und die dort aufgestellte 3700 kW Dampfturbine mittels Preßbetonpfähle nach dem dort angewandten Holzschrauben-Druckluftverfahren gegen den Untergrund gesichert.

Berlin

Thü

Kleine Mitteilungen

Das Neches-Kraftwerk

Das vor einigen Monaten in Betrieb genommene Neches-Kraftwerk, am Ufer des Neches Flusses, 3,5 km südlich von Beaumont gelegen, soll nach seinem endgültigen Ausbau 200 000 kW leisten und große Teile von Texas und Louisiana mit Kraft versorgen, darunter die Städte Beaumont und Port Arthur. Zur Zeit sind zwei Babcock & Wilcox-Kessel mit 28 at Betriebsdruck und 370 ° Dampftemperatur in Betrieb, ferner eine Westinghouse-Turbodynamo von 25 000 kVA Leistung, 13 200 V Spannung und 1800 Uml./min. Um die Betriebssicherheit des Kraftwerkes zu erhöhen, hat man außer Gasfeuerung auch Ölführung für die Kessel vorgesehen; man plant auch den Einbau einer Kohlenstaub-Aufbereitungsanlage. Als Brennstoff stehen zur Verfügung Erdgas von 8300 kcal/m³ oberem Heizwert, ferner Heizöl, das unmittelbar von einer in der Nähe befindlichen Ölraffinerie geliefert wird. Die Brenner sind innerhalb weniger Minuten von Gas auf Öl und umgekehrt umzustellen. („Electrical World“ 10. September 1927 S. 499)

[N 874 a]

Pt.

Amerikanische Personenzuglokomotiven

Vier bei der amerikanischen Central Vermont-Bahn neu in Dienst gestellte 2 D 1-Heißdampf-Personenzuglokomotiven haben 147 t Dienstgewicht. Die Zugkraft beträgt rd. 20 000 kg bei einem Reibungsgewicht von 97,5 t und einem Reibungswert von 4,9. Der Durchmesser der Treibräder beträgt 1850 mm; die Zylinder haben 660 mm Bohrung und 710 mm Hub. Der Kesseldruck beträgt 14 at. Die Lokomotiven sind mit Coffin-Speisewasservorwärmern und Überhitzern ausgerüstet. Die Dampfzuleitung wird durch eine Walschaert-Steuerung und einen Ashcroft-Füllungsregler geregelt. Zum Umsteuern dient eine Alco-Vorrichtung. Die Kreuzköpfe sind nach Rogatchoff ausgebildet. Die Tender laufen auf zwei zweiachsigen Drehgestellen und haben ein Fassungsvermögen von 37,8 m³ Wasser und 14 t Brennstoff. („Railway Age“ 10. September 1927 S. 478*)

[N 874 b]

Krs.

Kriegsschiffbau in England

Mitte September ist der Kreuzer „London“ vom Stapel gelaufen, eines der neun Schiffe der „Kent“-Klasse. Das Schiff hat hohen Freibord, geringen Sprung vorn und wenig ausfallende Spanten. Eine Rückkehr zur früheren Bauart kennzeichnet jedoch die Ausführung als Glatdeckschiff mit zwei leichten Masten ohne Kommandostände usw., die hier im Brückenaufbau untergebracht sind.

Der Kreuzer ist rd. 180 m lang und hat 10 000 t Verdrängung. Parsons-Getriebeturbinen treiben die vier Schrauben an; die Yarrow-Kessel haben nur Ölführung. Bei 90 000 PS₀ hofft man, 31,5 bis 32 Kn Geschwindigkeit zu erreichen.

Die Bewaffnung umfaßt acht 20 cm-Geschütze und vier kleinere Kanonen, vier 10 cm-Flugzeug-Abwehr- und acht Torpedorohre. Der Seitenpanzer fehlt. Die Brücke ist ein bogenförmiges 10 cm dickes Panzerschutzblech gepanzerten Munitionsaufzugschächten vorgesehen. Die jährlichen Instandhaltungskosten werden auf 4,8 Mill. \$ geschätzt. („Engineering“ 23. September 1927 S. 489)

[N 874 d]

Neue Hochbrücken über den Mississippi

Zwischen den Staaten Missouri und Illinois sollen nächst fünf Straßenbrücken in Eisenkonstruktion über den Mississippi fertiggestellt werden. Die größte Brücke, die Chain of Rocks-Brücke, wird rd. 1640 m lang sein und zwei Öffnungen von je 212 m, fünf von je 91 m und sieben von 61 m Weite haben. Der Bau der Brücke wird 6,1 Mill. \$ betragen.

Die 465 m lange Alton-Brücke, die sieben Öffnungen hat, ist bereits im Bau. Sie wird mit der ebenfalls im Bau befindlichen Bellfontaine-Brücke über den Mississippi durch eine 6,4 km lange Kraftwagenstraße von 6 m Weite verbunden werden und damit die kürzeste Verbindung zwischen Alton und St. Louis sein. Beide Brücken sollen 2,65 Mill. \$ kosten.

Am weitesten fortgeschritten ist der Bau der Longview-Brücke. Sie wird 1350 m lang sein; die Strombrücke hat vier Öffnungen von je 99 m Weite haben. Der 6 m breite Fahrdamm wird asphaltiert werden. Ebenfalls im Bau ist die Brücke bei Kap Girardeau von rd. 1000 m Länge, die aus zwei Öffnungen von je 100 m Weite besteht. Der Bau der Brücke bei Cairo erst der nächsten Zeit vorliegt. („Engineering News-Record“ 15. September 1927 S. 431)

[N 874 e]

Hängebrücke über den Hudson

In den Vereinigten Staaten ist der Bau der ersten Hängebrücke über den Hudson in Angriff genommen worden. Die Brücke führt von Fort Lee nach Fort Washington im Staat New Jersey. Die Hauptspannweite zwischen den beiden Pfeilern wird mit 1067 m die bisher größte Spannweite von Hängebrücken um das Doppelte übertreffen. Die Brücke wird zwei übereinanderliegende Fahrbahnen von je 12 m Weite haben. Acht Reihen Kraftwagen werden zu je zwei auf der oberen Fahrbahn benutzen können; die untere Fahrbahn bleibt dem Schnellbahnverkehr vorbehalten. Die Strompfeiler sind rd. 200 m hoch; die Entfernung des Wasserspiegels bis zur Unterkante der Brücke beträgt 60 m, so daß die größten Dampfer hindurchfahren können. Die Kosten sind auf 75 Mill. \$ veranschlagt. Der Bau der Brücke ist 1932 beendigt sein. [N 874 f]

*) Demnächst erscheint ein ausführlicher Aufsatz über die

Elektrische Küchen in Amerika

Chicago sind in dem kürzlich fertiggestellten Seneca Hotel, dem größten der Stadt, die Küchen der Einzelwohnungen mit elektrischen Herden für 6000 W ausgestattet worden; jeder Herd hat drei obere Kochstellen und eine geschlossene Brat- oder Backöfen. Auch elektrische Kühlschränke sind eingebaut. Im Gegensatz zu Gebäuden mit Kleinwohnungen, wo der Strom- oder Gas in der Miete enthalten ist, hat im Seneca Apartment Hotel jede Einzelwohnung ihren eigenen Zähler. Der Bau elektrischer Küchenherde einzubauen, erscheint bemerkenswerter, als zwei andere Gebäude unter der Verwaltung wie das Seneca Apartment Hotel Kochungen mit Gasheizung haben. Die gesamte elektrische Anlage in dem neuen Gebäude erfordert 2000 kW. (g., „Electrical World“ 10. September 1927 S. 520) Pa.

Sachliche Verlegung von Hochspannungsleitungen in den Vereinigten Staaten von Amerika

der Herstellung der rd. 165 km langen Drehleitung für 220 kV zwischen Sacramento und Col., die die Netze der Great Western Power Co. und der San Joaquin Light and Power Corp. verbindet, wo irgend möglich, mechanische Hilfsmittel ansetzt, um Arbeitslöhne zu sparen. Nach der ersten Verlegung der Strecke wurden Luftbildaufnahmen von

dem Gelände gemacht, nach denen man die Einzelheiten festlegte. Die Eisenteile der Tragmaste wurden in Bündeln zu rd. 270 bis 360 kg versandt und mit einem fahrbaren Fordson-Kran auf die Lastkraftwagen übeladen. Zum Bohren der Erdlöcher für die Mastgründungen dienten Erdbohrmaschinen mit gezähnten Erdbohrern von rd. 1 m Dmr. Das Bohren eines Loches von 2,75 m Tiefe dauerte 20 min; gegenüber Handarbeit wurden bei Maschinenbenutzung rd. 50 % für jedes Loch erspart. Der genaue Abstand der vier Löcher für die Mastfüße wurde mit zerlegbaren Lehren aus leichtem Eisenfachwerk abgesteckt. Da die Masten 30 m hoch waren und 7,35 m Abstand zwischen den vier Füßen hatten, war es nicht zweckmäßig, sie am Boden zusammenzubauen und dann aufzurichten; sie wurden deshalb entweder Stück für Stück aufgebaut, oder es wurden einzelne Felder am Boden zusammengebaut und dann aufgerichtet. Zwischen beiden Verfahren war kein wesentlicher Unterschied der Kosten. Zur Verlegung der Leitungen wurden drei Haspeln auf je einem zweirädrigen Karren hintereinandergelängt und von einem Raupenschlepper gezogen; die Leitungsstränge von rd. 3,2 km Einzellänge wurden in dem ebenen Gelände am Boden ausgelegt und dann über Seilrollen aus Aluminium, die auf kegeligen Rollenlagern liefen, hochgezogen und an den 14gliederigen Kettenisolatoren befestigt. Die Kosten der Dreiphasenleitung mit rd. 400 mm² Aluminium und den Leitungsmasten, die für eine zweite Dreiphasenleitung vorgesehen sind, betrugen (einschließlich eines Wegerechtes für 25 m) rd. 40 000 M/km. („Electrical World“ 10. September 1927 S. 505) [N 874 g] Pa.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4. bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Lebende Ölmaschinen. Von Dr. Otto Kehr. Berlin und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 111 S. m. Abb. Preis 12 M.

Daß zu der vorliegenden Arbeit bot die eingehende Untersuchung eines Glühkopfmotors von H. Lanz, Mann-Im ersten Teil werden die Versuchsergebnisse dieser bei üblicher Betriebsweise bekanntgegeben, die die Auswirkung auf die Konstruktion der Halbdieselmotoren sehr wertvolle Richtlinien schaffen. Bemerkenswert auch die Auswertung der Messungen über Durch- und Verdampfkühlung, die bei den Versuchen angewandt wurden. Über die Grenzen der für die Praxis bestimmten hinaus wird der Einfluß der Drehzahländerung auf die Arbeitsweise des gleichen Motors untersucht. Der zweite Teil hiermit auf den zweiten Teil seiner Arbeit Vergleich der Glühkopfmotoren mit der schnell- und kompressorlosen Dieselmotoren und der Ver- schine. Hierbei benutzt er eine neuartige Dar- stellung, die — mit dem Drehmoment als Parameter — den Zusammenhang zwischen Brennstoffverbrauch, Drehzahl und Drehmoment besonders klar veranschaulicht.

Abhandlung wird vervollkommen durch vergleichende Einbeziehung ähnlicher Motoren in- und ausländischer Ursprungs. Sie wird deshalb allen, die schaffend auf dem Gebiete der raschlaufenden Schwer- maschinen tätig sind, wertvolle Hinweise und Anregungen können. [E 656] Dipl.-Ing. A. Leitner

Hydrodynamik. Von Franz Prasil. 2. neu- Aufl. Berlin 1926, Julius Springer. 303 S. m. Abb. Preis 24 M.

Das Buch behandelt hauptsächlich Aufgaben, wie sie im Bau von Wasserturbinen, Kreiselpumpen, Wasserkraftwerken auftreten. Es ist in erster Linie für akademisch gebildete Ingenieure geschrieben; daher werden auch mathematische und graphische Verfahren be- nutzt, die der sonstigen Vorbildung dieses Leserkreises fehlen. Das Buch ist nicht gerade leicht zu lesen, in- dem es scheint der Erfolg der 1. Auflage zu sein, daß der Verfasser auf Grund seiner lang- jährigen Lehrerfahrung doch einigermaßen den rich- tigen Ton in seiner Darstellung gefunden hat. Be- züglich der graphischen Konstruktion von Strömungsnetzen, etwa als eine Erweiterung der Verfahren der kon- struktiven Abbildung auf dreidimensionale Vorgänge an- zunehmen. Die konforme Abbildung selbst wird natürlich ausführlich behandelt. Der praktische Wert sol- cher Abbildungsverfahren, die sicher manche Schwierig- keiten der anschaulichen Denkweise des Ingenieurs überwinden, steht außer Zweifel. Das Buch ist daher für alle, die sich gerade mit solchen Fragen beschäftigen, zu empfehlen. [E 792] A. Betz

Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik. 11. Aufl. 3. Bd., 1. Hälfte: **Physikalische, chemische und technische Thermodynamik.** Bearb. von A. Eucken. Braunschweig 1926, Friedrich Vieweg & Sohn. 1185 S. m. 575 Abb. Preis 68 M.

Die vorliegende neue Auflage dieses altbewährten Lehr- buches ist bestens geeignet, den Ingenieur mit den neuesten physikalischen Forschungsergebnissen vertraut zu machen. Das Buch zeichnet sich dadurch aus, daß neben der physikalischen Thermodynamik auch deren Anwendungen auf chemische und technische Probleme ausführlich behandelt sind. Auch Vorgänge, die vielfach nicht zur Thermodyn- amik gezählt werden, wie die Verbrennung der Brennstoffe (hier vermisst ich die Besprechung der Ergebnisse von Tizard und Pye über den Zündverzöger bei der Kom- pressionszündung von Brenngasen), die Gesetze der Wärme- leitung und die des Wärmeüberganges sind aufgenommen und mustergültig dargestellt. Ich kann deshalb das Werk sowohl als Lehrbuch wie als Nachschlagewerk bestens empfehlen.

Nur mit der gewählten Bezeichnungsweise kann ich mich verschiedenen Orten nicht ganz einverstanden erklären, z. B. nicht damit, daß jede Zustandsänderung, ob umkehr- bar oder nicht, bei der kein Wärmeaustausch mit der Um- gebung stattfindet, als Adiabate bezeichnet wird. Im tech- nischen Schrifttum wird durchgängig nur eine umkehrbare Zustandsänderung ohne Wärmeaustausch mit der Umgebung Adiabate genannt (siehe z. B. Zeuner, Technische Thermo- dynamik Bd. 1 S. 138). Eine Drosselung oder eine Expan- sion mit Reibung wie in der Dampfturbine sind im tech- nischen Schrifttum keine adiabatischen Zustandsänderungen. Diese Bezeichnungsweise ist auch sonst in der Physik nicht üblich (siehe z. B. M. Planck, Thermodynamik, 8. Aufl. S. 60). [E 388] Nußelt

Die Einflüsse bewegter Lasten auf Brücken und das Problem der Radreibung. Von Artur Buchwald. Wien 1926, Gewerbliche Druck- und Verlagsanstalt. 54 S. m. 7 Abb. Preis 7 ö. Sch.

Die Abhandlung stellt sich zur Aufgabe, die Bedeutung der verschiedenen Reibungsvorgänge für die Belastung von Brücken unter Heranziehung der neuen Erkenntnisse über den Aufbau der Metalle und die Abnutzungerscheinungen zu klären. Die entwickelten Vorstellungen kann der Be- richtersteller jedoch nicht als einen Fortschritt auffassen. Auf einer idealglatten Fläche kann eine Arbeitsübertra- gung von den Rädern auf die Lauffläche im Gegensatz zu den Ausführungen des Verfassers überhaupt nicht statt- finden. Die Einführung einer „klemmenden Reibung“ in- folge der Wirkung von Oberflächenrauigkeiten erscheint überflüssig, da die gleitende Reibung allein alle geforderten Eigenschaften aufweist. [E 767] G. Sachs

Technologie der Textilfasern. Herausgeg. von R. O. Herzog. 2. Bd. 1. T.: **Die Spinnerei**. Von A. Lüdick e. Berlin 1927, Julius Springer. 268 S. m. 440 Abb. Preis 28 *M.*

Für den Fachmann ein anregendes Buch, das ihm Bekanntes in neuer Beleuchtung zeigt, Entfallenes wieder zur Erinnerung bringt und Neues hinzufügt. Dem Studierenden, dem Techniker und dem Kaufmann ist das Werk gewissermaßen „das Sprungbrett“, von dem aus das Eindringen in die Fachzeitschriften dieses in Deutschland noch zu wenig gewürdigten Gewerbebezuges erleichtert wird. Der Verfasser kennt die Schwierigkeiten, die sich dem Leser unserer bisherigen Werke bieten, und hat versucht, diese durch möglichst elementare Darstellung geringer erscheinen zu lassen, was auch als geglückt anzusehen ist.

Angenehm berührt der Wegfall der vielen Fremdwörter, wenn sie auch nicht vollständig vermieden sind, was meines Erachtens kein Ding der Unmöglichkeit wäre. Die Gliederung des Werkes ist mit großer Überlegung durchgeführt, die Spaltung in die einzelnen Rohstoffe tritt zurück, so daß Wiederholungen erspart sind und technologisch Gleichartiges zusammengekommen werden konnte.

Das Werk empfiehlt sich selbst, es braucht nicht empfohlen zu werden. Es bildet den zweiten Band einer Gesamttechnologie der Textilfasern. Eine Übersicht über die Gliederung dieses Gesamtwerkes läßt einen Abschnitt vermissen, der, streng genommen, zwar nicht zur Technologie gehört, der aber meines Erachtens unbedingt notwendig sein wird, nämlich die „Mechanik in der Textilindustrie“.

[E 791]

Dr.-Ing. Heinrich Brüggemann

Thermochemische Versuchsanstalt Prof. Dr. Aufhäuser: **Brennstoffuntersuchungen 1926**. Hamburg 1927, Selbstverlag. 23. S.

Die bekannten Kohlentafeln sind in ihrer diesjährigen Ausgabe gegenüber der vorjährigen in manchen Punkten nicht unwesentlich ergänzt worden. Bei allen Kohlenarten ist jetzt auch der untere Heizwert der wasser- und aschenfreien Substanz angegeben. Ferner ist die Gliederung der Brennstoffe jetzt übersichtlicher. Neu und für die Praxis sehr wichtig ist ferner die Aufnahme von verschiedenen Braunkohlenstäuben in die Tafeln. Leider vermißt man entsprechende Angaben über Steinkohlenstaub.

Sehr bemerkenswert ist der Aufsatz über die Brenngeschwindigkeit der Kohlen im Vorwort; hier sind in ganz gedrängter, klarer Form die wichtigsten Verbrennungsbedingungen zusammengestellt.

Pt.

Kohle-Koks-Teer, 15. Bd.: **Über den estländischen Ölschiefer „Kukkersit“**. Von Helmut W. Klever und Karl Mauch. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 60 S. Preis 5,20 *M.*

Über den estländischen Ölschiefer ist in den letzten Jahren eine größere Anzahl von Veröffentlichungen in der Hauptsache nach der geologischen, abbautechnischen und schwelletechnischen Seite hin erschienen. Der vorliegende Band 15 der Abhandlungen zur Praxis der Gewinnung, Veredelung und Verwertung der Brennstoffe behandelt auf Grund von Laboratoriumsversuchen die Substanzumwandlungen beim Benzolaufschluß und der Urverkokung des Kukkersits und die sich daraus ergebenden Schlußfolgerungen auf die Bildung von Phenolen, Asphalt und Erdöl. Als auch für den deutschen Ölschiefer technisch wichtiges

Ergebnis der Untersuchungen ist die Möglichkeit zu in dem Aufschlußbitumen, dessen Ausbeute um 25 % höher liegt als die mittlere Teerausbeute beim gewöhnlichen Schwelen, größere Mengen eines hochwertigen asphalten gewinnen zu können. [E 824]

Technologie der Textilfasern. Herausgeg. von R. O. Herzog. 2. Bd. 3. T.: **Wirkerei, Strickerei, Netzen, Fächernflechten und -klöppeln, Samt, Plüsch usw.** T. Strickmaschinen. Berlin 1927, Julius Springer. m. 824 Abb. Preis 57 *M.*

Eidgenössische Materialprüfungsanstalt an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich: **Diskussion Nr. 12: Über elektrisch und autogen geschweißte Konstruktionen**. Zürich 1926. 46 S. m. Abb. Preis 1,80 *M.*

Wärmetechnische Beratungsstelle der deutschen Industrie Frankfurt a. M.: **Glasschmelz-Wannenöfen**. Frankfurt a. M. 1927, Selbstverlag der W. B. G. 75 S. m. 8 Taf. Preis 3 *M.*

Die Wellen, die Schwingungen und die Naturkräfte. Max Möller. 2. bis 4. Teil: Die elastische Wellen, Elektrizität und Magnetismus als Erscheinungsformen der Wellen und Schwingungen. Braunschweig 1927, Vieweg & Sohn. 2. Lfg. 268 S. m. 68 Abb. Preis 5 *M.*

Merkblatt II/III der Frankfurter Gesellschaft für Kältetechnik: **Berechnung und Ausschaltung von Temperaturschwankungen**. Karlsruhe 1927, G. Braun. 36 S. Preis 1,80 *M.*

Das Härten von Stahl und Eisen. Von Ernst Moritz. 6. Aufl. von C. E. Berck. Berlin 1927, Maetzig & Co. 123 S. m. 60 Abb. Preis 3 *M.*

Haeders Hilfsbücher für Maschinenbau. II. Bd.: **Gasmaschinen und Generatoren**. Von Herm. Haeder. Wiesbaden 1927, Otto Haeder. V. Aufl. 356 S. m. 800 Abb. u. 10 Taf. Preis 13 *M.*

Über den Bau und die Bedienung von Destillier- und Fraktionier-Apparaten für alkoholhaltige Maischen. Von R. Nehbel. Berlin 1927, Maetzig & Co. 548 S. m. 250 Abb. Preis 24 *M.*

Der praktische Automobil-Mechaniker. Von Heinz F. Korn. Stuttgart 1927, Ernst Heinrich Moritz. 283 Abb. Preis 12,50 *M.*

Beihefte zum Zentralblatt für Gewerbehygiene u. Unfallversicherung. 7. Beiheft: **Arbeit und Ermüdung**. Berlin 1927, Julius Springer. 91 S. m. 44 Abb. 4,80 *M.*

Stilkes Rechtsbibliothek Nr. 31: **Die Hauszinssteuer und die Finanzierung des Wohnungsbaues in Preußen**. Von Dr. Carl Surén und Adolf v. Heusinger. Berlin 1927, Georg Stilke. 4. Aufl. 420 S. Preis 8 *M.*

Der alten Steinmetzen Recht und Gewohnheiten. Von Dr. Wissel. Leipzig 1927, Zentralverband der Arbeiter Deutschlands. 165 S. Preis 2,50 *M.*

Briefwechsel zwischen Carl Friedrich Gauß und Carl Ludwig Gerling. Herausgeg. von Clemens Schumacher. Berlin 1927, Otto Eisner. 820 S. Preis 40 *M.*

Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Von Dr. Klein. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 1. Bd. 511 S. m. 404 Abb. u. 16 Tafeln. Preis 43 *M.*

Österreichisches Montan-Handbuch 1927. Herausgeg. vom Verein der Bergwerksbesitzer Österreichs. Wien 1927, Verlag für Fachliteratur G. m. b. H. Preis 12 *M.*

Technisches Jahrbuch für das Graphische Gewerbe. Herausgeg. von August Stecker. Wilhelmshaven 1927, August Stecker & Co. 312 S. Preis 6 *M.*

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Die Umstellung eines 50 Jahre alten Textilunternehmens auf fließende, zeitgemäß richtige Fertigung. Von G. Schlesinger	1417
Große Rohölbehälter in Kalifornien	1426
Entwicklung des Perlitgusses. Von G. Meyersberg	1427
120 t-Kran für eine Lokomotivwerkstätte	1432
Die Ausbildung des Textilingenieurs. Von R. Rossmann	1433
Stand der amerikanischen Dampfforschung	1435
Haushalt-Kältemaschinen. Von R. Plank (Schluß)	1436
Rundschau: Über den Stil im technischen Schrifttum und Geschäftsverkehr — Versuche mit neuen Dampflokomotiven — Lastkraftwagen zur Abfuhr	

von Jauche und Dünger — Nachträgliche Pfahlgründung eines abgesackten Turbinenfundamentes — Kleine Mitteilungen	
Bücherschau: Raschlaufende Ölmaschinen. Von C. Kehrner — Technische Hydrodynamik. Von F. Prašil — Physikalische, chemische und technische Thermodynamik. Von A. Eucken — Die Einflüsse bewegter Lasten auf Brücken und das Problem der Radreibung. Von A. Buchwald — Die Spinnerei. Von A. Lüdick e. Brennstoffuntersuchungen 1926. Von Aufhäuser — Über den estländischen Ölschiefer „Kukkersit“. Von H. W. Klever und K. Mauch — Eingänge	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

SONNABEND, 15. OKTOBER 1927

NR. 42

Einfluß des Schweißens auf die Gestaltung

Von Prof. Dr.-Ing. A. Hilpert, Berlin-Charlottenburg¹⁾

Die hauptsächlichsten Schweißverfahren und ihre Eigentümlichkeiten — Die Gasschmelz- und die Lichtbogenschweißung an Stelle von Nieten, Flanschen und Gußstücken, sowie bei der Ausbesserung und Instandhaltung

Unter Schweißen versteht man das Vereinigen von Metallen und Legierungen, die an der Verbindungsstelle in teigigen oder flüssigen Zustand versetzt. Vereint man die Werkstücke an der Verbindungsstelle unter Anwendung von Druck in teigigem Zustand, so spricht man von Preßschweißen. Hierzu gehören die Feuerschweißung, die Wassergasschweißung und die elektrische Widerstandschweißung. Vereint man die Werkstücke an der Verbindungsstelle in flüssigem Zustand mit oder ohne Zufügung geeigneten Werkstoffes, so spricht man von Schmelzschweißung. Hierzu gehören die Lichtbogenschweißung, bei der die Wärme des elektrischen Lichtbogens, und die Gasschmelzschweißung, bei der die Wärme einer aus Gas und elektrischer Energie gebildeten Knallgasflamme nutzbar gemacht wird.

In einer guten Schweißung wird verlangt, daß an der Verbindungsstelle ein Gefüge entsteht, das dem der verbindenden Teile möglichst gleich ist²⁾.

Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden Werkstoff und die Feuerschweißung und ebenso Wassergasschweißung nicht behandeln, da der Einfluß auf die Gestaltung längst feststeht. Ebenso ist auch nicht näher auf die Thermitschweißung einzugehen, obgleich sie hohe Bedeutung erlangt hat, heute aber wohl ausschließlich für das allerdings sehr große Gebiet der Schienenverbindungen in Frage kommt. Auch hier steht die Formgestaltung der zu verbindenden Enden ziemlich fest, wobei die Thermitschweißung je nach Durchführung entweder als Preßschweißung oder als Schmelzschweißung oder als Vereinigung beider Verfahren betrachtet wird. Auch bei den übrigen Schweißverfahren muß ich mich heute auf die Verschweißung von Eisen beschränken.

Preßschweißung

Betrachte nun zunächst die Preßschweißungen, die durch Erwärmung der zu verbindenden Stellen infolge Durchflusses von elektrischem Strom beruhen. Man hat hierbei die Verschweißung von kleineren Querschnitten dem Stumpfschweißverfahren, während bei größeren, besonders auch für verwickelte Querschnitte das Schmelzverfahren in Frage kommt, Abb. 1 bis 7. In beiden Fällen sind die zu verbindenden Stücke zwischen leitenden Backen eingespannt; es wird Wechselstrom verwendet, dessen Spannung auf wenige Volt bei hohen Strömen herabgesetzt wird. Beim Stumpfschweißen wird sich die zu verbindenden Teile. Von der Bestimmung der Verbindungsstelle, steigert sich allmählich die Erwärmung bis auf Schweißhitze, in der die Stücke unter dem Einfluß eines Wulstes zusammengestaucht werden. Die Erwärmungszone ist hierbei umfangreich. Infolgedessen wird das Eisen durch die Wärme weitergehend erwärmt als beim Abschmelzverfahren. Bei diesem Verfahren wird die Stücke wiederholt nur so weit gegeneinanderbewegt, bis sich ein Lichtbogen zwischen ihnen bildet,

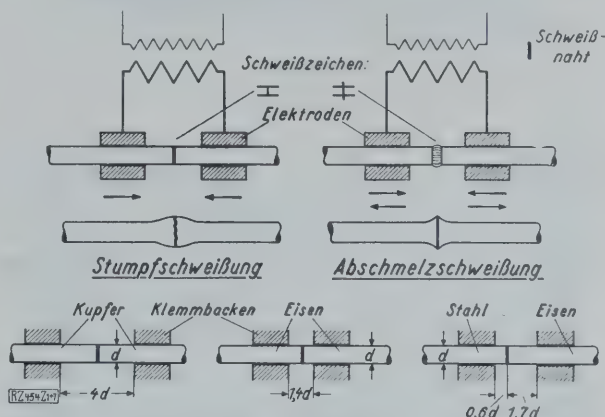


Abb. 1 bis 7
Einspannung der Schweißstellen bei verschiedenen zusammenzuschweißenden Werkstoffen

der die vorstehenden Unebenheiten der zu verschweißenden Querschnittflächen unter lebhaftem Sprühen abbrennt, bis schließlich zwischen parallelen Flächen der Lichtbogen einigermaßen ruhig steht. In diesem Augenblick werden die Stücke schlagartig unter Bildung eines perlenartigen Grates zusammengedrückt. Infolgedessen ist hier die Erwärmungszone nur gering, die hohe Temperatur des Lichtbogens erweist sich für die Verbrennung und Vergasung von Unreinheiten und Oxyden als günstig. Seinerzeit von der Reichsbahn angestellte Versuche haben die Überlegenheit der Abschmelzschweißung gegenüber der Stumpfschweißung in bezug auf Festigkeit und Biegezugsfähigkeit für größere Querschnitte klar erwiesen. Für kleinere Querschnitte bis etwa 20 mm Dmr. macht sich der Unterschied nicht stark bemerkbar.

Spannt man statt zweier Stücke ein einziges ungeteiltes Werkstück in die stromführenden Backen, so findet eine Erwärmung dieses Stückes zwischen den Backen statt, die ebenfalls bis zur Schweißhitze gesteigert werden kann. Man hat dann die jetzt oft genannte und immer mehr sich einbürgernde Elektro-Esse, die feuerlose Schmiede, die den Vorzug der raschen und billigen Erwärmung bei gänzlicher Vermeidung von Rauch und Ruß hat.

Praktisch kann man etwa bis 10 000 mm² Eisenquerschnitt und etwa 3000 mm² Kupferquerschnitt verschweißen, doch kommen für besondere Zwecke Sondermaschinen, namentlich für Eisen mit wesentlich höheren Leistungen, in Frage.

Der Einfluß auf die Gestaltung findet nach zwei Richtungen statt. Einmal muß man besonders bei der Stumpfschweißung dafür sorgen, daß die zu verbindenden Stücke an der Verbindungsstelle gleich großen Querschnitt haben. Bei der Abschmelzschweißung kann man manchmal auch von dieser Forderung abgehen, Abb. 8.

Abschmelz-Schweißverbindungen, Abb. 9, sind heute als normale Fertigung zu bezeichnen. Nach diesem Verfahren

¹⁾getragen in der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure zu Berlin am 24. Februar 1927.
²⁾Bd. 71 (1927) S. 571.



Abb. 8
Geschweißte Bergmannshaue

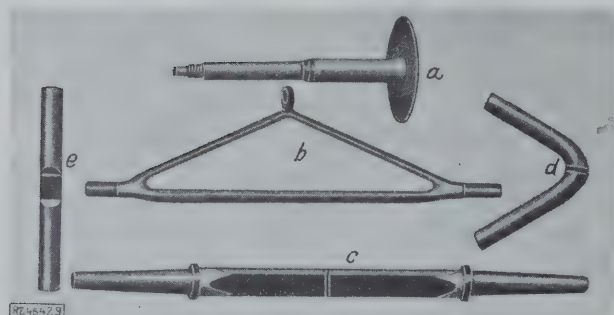


Abb. 9
Abschmelz-Schweißverbindungen
a Puffer b Bremsdreieck c Wagenachse d Welle (4600 mm²)
e abgeschliffene Schweißstelle (4600 mm²)

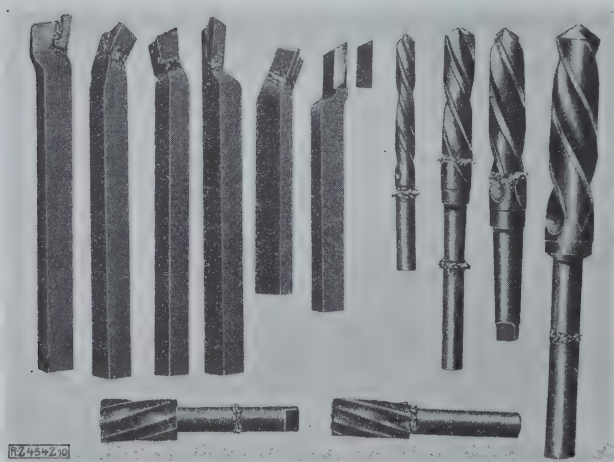
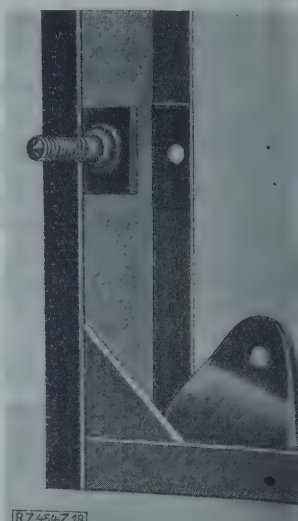


Abb. 10
Nach dem Abschmelz-Schweißverfahren hergestellte
Werkzeuge

kann man einfach herzustellende kurze Preßstücke an lange Enden anschweißen, statt eine Formänderung am langen Werkstück vornehmen zu müssen.

Der andere Einfluß auf die Gestaltung besteht darin, daß man mit dem Abschmelzverfahren verschiedene Werkstoffe miteinander verschweißen kann, wie Eisen mit Stahl, Kupfer mit Messing, besonders auch hochwertigem Werkstoff sparen und dies schon bei der Konstruktion berücksichtigen, Abb. 10.

Abb. 18 (rechts)
Ecke eines Rahmens
mit angepunkteter
Schraube



Abarten der elektrischen Widerstandsschweißung wohl am häufigsten angewendet werden, sind die Punktschweißung und die Rollen- oder Nahtschweißung. Auch diese Verfahren beruhen auf der Erwärmung infolge Übergangswiderstandes. Abb. 11 bis 17 schematisch die Anordnung für Punktschweißung, man praktisch bei Blechen bis 8 mm Dicke anwenden. Die Güte der Punktschweißung hängt von Elektroden durchmesser, Elektrodendruck, Schweißzeit und Stromstärke ab. Das günstige Zusammentreffen dieser Punkte muß berücksichtigt werden. Bei Punktschweißungen reißt eher das Blech aus, als der Schweißpunkt abgesichert wird. Saubere Blechfläche an den Verbindungsstellen ist notwendig.

Die Punkteindrücke machen sich mehr oder weniger bemerkbar. Durch besondere Form der einen Elektrode kann nun erreicht werden, daß wenigstens auf einer Seite der Punkteindruck möglichst verschwindet, wodurch nachträgliche Oberflächenbearbeitung von Wichtigkeit ist. Ebenso kann man durch entsprechende Ausbildung der Elektroden Schrauben, Abb. 18, Stifte und dergl. mit Blech verbinden, was früher nur durch Vernieten oder Verschrauben möglich war. Ferner lassen sich durch die zur Verstärkung der Bleche für späteres Lochbohren übrigen wendet man die Punktschweißung an Stelle des Nietens und Lötens bei dünnen Blechen, Abb. 19, auch gewinkelte Gehäuseformen kann man statt durch Zusammenfügen aus einem Stück durch Zusammenpunkten mehrerer Blechstücke herstellen, wobei man das Blech gleich einteilen und viel Ausschuß vermeiden kann.

Ebenso wendet man viel die Nahtschweißung an, Abb. 21 bis 27, bei Blechen bis zu 1,5 mm Dicke.

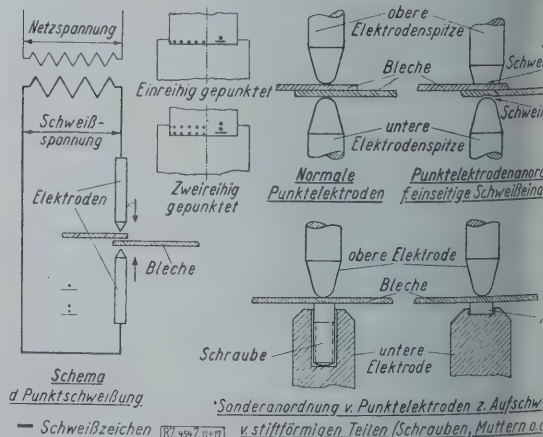


Abb. 11 bis 17
Elektrische Punktschweißung

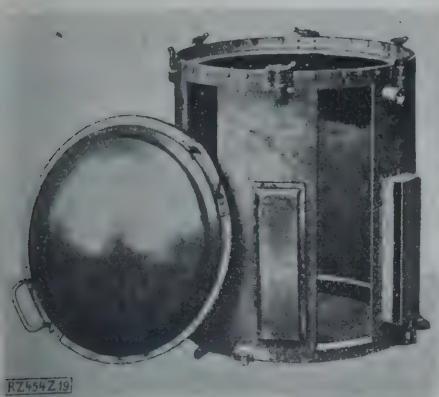


Abb. 19
Mittels Punktschweißung her-
gestelltes Scheinwerfergehäuse

schirre und Gehäuse einfacherer Formen werden diesem Verfahren geschweißt, wobei man viel Material erspart. Dünne Bleche kann man statt auch stumpf schweißen; die Naht entsteht durch geringe Überlappung der Bleche unter dem Rollendruckes; nach vollzogener Schweißung eine fast ebene Oberfläche.

lingung für dichte Nähte ist, daß die Bleche an der Verbindungsstelle blank sind. Dies kann man durch Abreiben oder Sandstrahlgebläse erreichen. Die Bleche zeigen bei der Nahtschweißung gegenüber dem Ziehverfahren Abb. 28.

Schmelzschweißung

Die wichtigsten Arten der Schmelzschweißung sind: Gasschmelzschweißung, besonders in ihrer Form als Azetylen-Sauerstoff-Schweißung, und die Lichtbogenschweißung. In beiden Fällen beträgt die Temperatur der Schmelzflamme über 3000°, und in beiden werden bei dickeren Blechen Zusatzstoffe zur Herstellung der Verbindung eingeschmolzen. Bei der Azetylen-Sauerstoff-Schweißung benutzt man neben dem Sauerstoff entweder in Geräten hergestelltes oder in Gasflaschen vorbereitete Flaschen eingepreßtes Gas, gasförmiges Azetylen (Dissous-Gas). Im letzteren Falle kann die Anlage überall schnell aufstellen. Außer Azetylen kann zur Zeit noch Wasserstoff (in Flaschen), verflüssigter Benzol (Fernholz-Brenner), Leuchtgas und andere Stoffe verwendet.

Bei der Lichtbogenschweißung kann man sowohl Gleichstrom als Wechselstrom verwenden; man benutzt sie meistens bei etwa 3 mm dicken Blechen, während man bei der Gasschmelzschweißung auch noch ganz dünne Bleche verschweißen kann.

Die Lichtbogenschweißung vorausgesetzt, hat die Schweißnaht bei der Gasschmelzschweißung im ungehämmerten Zustand

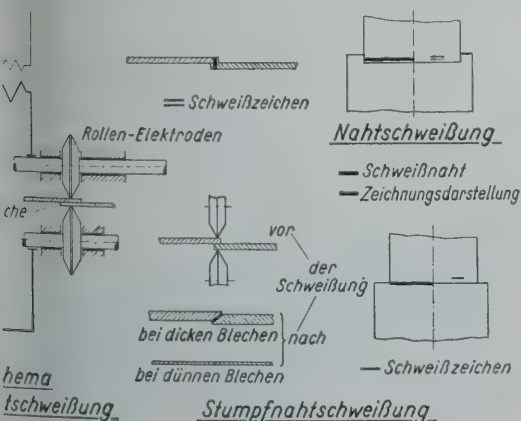


Abb. 21 bis 27
Elektrische Nahtschweißung

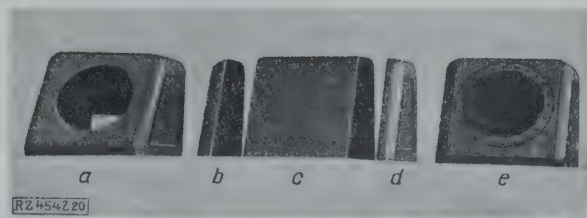


Abb. 20
Gezogenes und geschweißtes Gehäuse
a gezogen b, c, d Einzelteile, die zusammengepunktet werden
e zusammengepunktet

stand 60 bis 80 vH, im gehämmerten Zustand 80 bis 100 vH der Festigkeit des Bleches. Dabei hat die Schweißnaht noch eine verhältnismäßig gute Dehnung, weil der die Schweißflamme umgebende reduzierend wirkende Gasmantel Sauerstoff und Stickstoff der Luft von der Schmelze fernhält und weil die Schmelze verhältnismäßig langsam erstarrt. Die reduzierende Zone der Schmelzflamme zeigen Abb. 29 und 30.

Mit der Lichtbogenschweißung kann man mit gewöhnlichen Elektroden bei Gleichstrom eine Festigkeit von 90 bis 100 vH erreichen, dagegen hat die Naht nur ganz geringe Dehnung, was erklärlich wird durch das außerordentlich rasche Erstarren des eingeschmolzenen Stoffes und durch die Aufnahme von Stickstoff und Sauerstoff aus der umgebenden Luft in die Schmelze. Ein Glühen und Hämmern derartig elektrisch geschweißter Nähte würde nur noch den ungünstigen Einfluß des aufgenommenen Stickstoffs erhöhen, soll also unterbleiben. Solche Nähte, die besonders auf Biegung beansprucht werden, stellt man heute vorzugsweise durch Gasschmelzschweißen her.

Wichtig für beide Schweißarten sind die eingeschmolzenen Zusatzstoffe, die man bei der Gasschmelzschweißung als Schweißdraht, bei der Lichtbogenschweißung als Elektrode bezeichnet; denn von diesen Zusatzstoffen, die bezüglich ihrer Zusammensetzung auf die zu

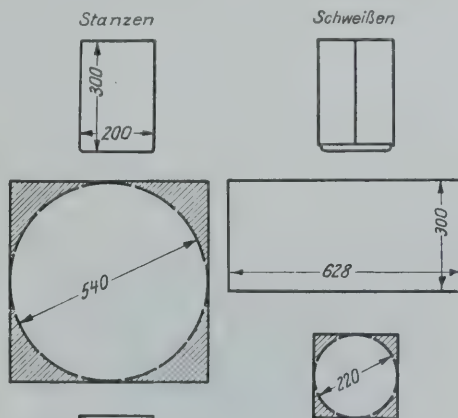


Abb. 28
Blechersparnis beim
Schweißen gegenüber
dem Ziehverfahren

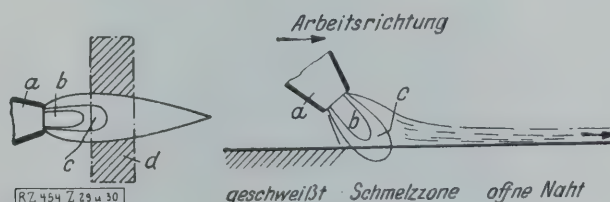


Abb. 29 und 30
Azetylen-Sauerstoff-Schmelzflamme
a Brennerspitze b helleuchtender Flammenkegel
c reduzierende Flammenzone d Werkstoff

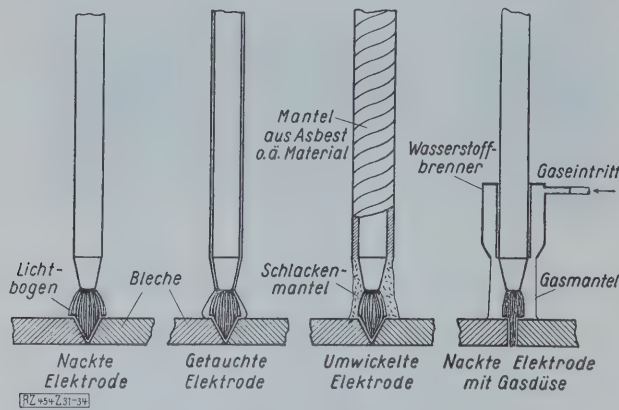


Abb. 31 bis 34
Lichtbogen mit nackten und umhüllten Elektroden

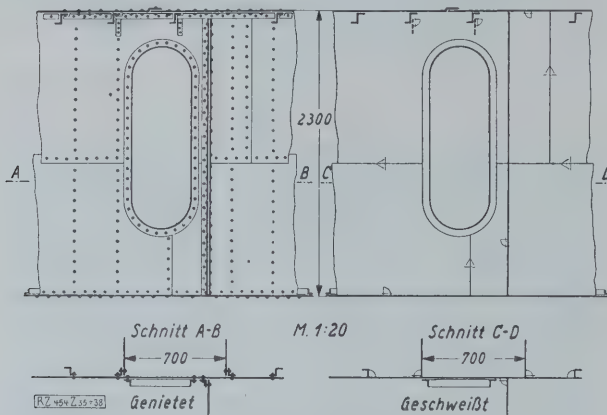


Abb. 35 bis 38
Leichtes Schott mit Tür. Gegenüberstellung von
Nietung und Schweißung

verschweißenden Werkstoffe abgestimmt sein müssen, hängt das Gelingen einer brauchbaren Schweißung ab.

Man hat nun auch für die Lichtbogenschweißung eine Schutzhülle um die abtropfenden oder absprühenden Elektrodenstoffe zu schaffen gesucht. Man verwendet neben den sogenannten nackten Elektroden jetzt vielfach auch umhüllte Elektroden, die je nach ihrer Herstellung als getauchte und als umwickelte Elektroden bezeichnet werden, Abb. 31 bis 34. Die bei Bildung des Lichtbogens abschmelzende Umhüllung soll einen Gas- und Schlackenmantel um die absprühenden Elektrodenstoffe bilden und so das Eindringen von Luft und Stickstoff in die Schmelze verhindern. Außerdem sollen die auf die abgeschmolzenen Teile sich legenden flüssigen Schlacken die Erstarrung der Schmelze verzögern, und auch der Lichtbogen selbst soll durch den Mantel, insbesondere bei Wechselstrom, ruhiger geführt werden. Tatsächlich sind mit solchen Elektroden gute Dehnungen erreicht worden.

Neuerdings bildet man bei der AEG ein rein amerikanisches Verfahren aus³⁾. Um die Elektrode herum erzeugt man einen Mantel aus Wasserstoff, wobei der Wasserstoff unter dem Einfluß des Lichtbogens in seine Atome zerlegt wird, Abb. 34; bei der Wiedervereinigung der Atome entsteht viel Wärme, so daß die Schmelze ähnlich wie bei der Gasschmelzschweißung fließt und dehnbare Nähte erreicht werden⁴⁾.

Indem ich nun auf das Konstruktive übergehe, möchte ich zunächst auf die bei der Schmelzschweißung gebräuchlichen Verbindungsarten hinweisen, die in den deutschen Normenblättern DIN 1912, Blatt 1 bis 3, zusammengestellt sind. Der große Anwendungsbereich der

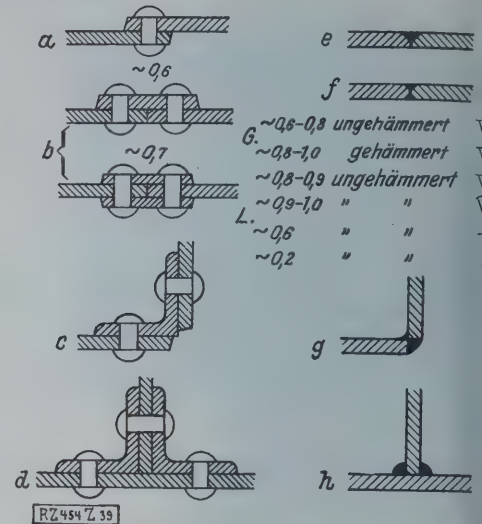


Abb. 39
Festigkeitsverhältnis der Verbindung zu
vollen Blech

a überlappte Nietung e } Stumpfschweißung
b Laschennietung f } Winkelschweißung
c Winkelnietung g Winkelstoß
d T-förmige Vernietung h T-Stoß

neueren Schweißverfahren hat es notwendig gemacht, bereits für die Konstruktionszeichnungen Kurzzweckzeichnungen, die in den Normenblättern enthalten sind, zu führen. Abb. 37 und 38 zeigen ein Anwendungsbeispiel, gleichzeitig ist die Schweißung gegenübergestellt, Abb. 35 bis 38.

Bezüglich des Einflusses der Schweißung auf die Gestaltung muß ich nochmals betonen, daß feine Formen noch nicht vorhanden sind und alles grob werden ist. Ich glaube aber am besten zum Vergleich, indem ich entsprechende kennzeichnende Beispiele und ihre Formgebung zeige, und zwar unter Verwendung der neuen Schweißverfahren an Stelle von Nietungen, von Flanschen und von Gußstücken sowie zur Ausbesserung und Instandhaltung.

An Stelle der Vernietung

Bei der Vernietung tritt an Stelle der überlappten und Laschennietung a und b, Abb. 39, der Stumpfschweißung e, an Stelle der Winkelnietung c der Winkelschweißung f, an Stelle der T-förmigen Verbindung d der T-förmigen Schweißung g. Besonders eingehende Erfahrungen liegen aus dem Bau vor⁵⁾. Gegenüber der Vernietung treten bei der Verwendung der Lichtbogenschweißung durch die Ersparnis an Arbeit und Gewicht der überlappten Teile Ersparnisse von 60 bis 70 vH bei mittleren und

⁵⁾ Z. Bd. 68 (1924) S. 740, 1276; Bd. 69 (1925) S. 605.

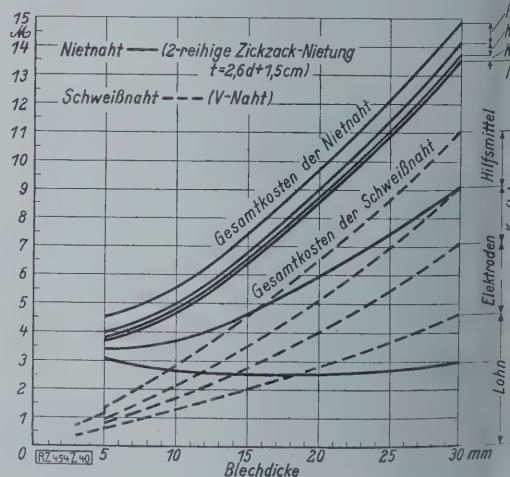


Abb. 40
Vergleich der Kosten einer Nietnaht und einer
Schweißnaht

³⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 753.

⁴⁾ Es wurde ein von der Firma Thun & Brandt im Versuchsfeld für Schweißtechnik aufgenommener Film eines zwischen Werkstück und Elektrode arbeitenden Gleichstromlichtbogens unter 40facher Zeitdehnung gezeigt. Die sehr lebhaft Gas- und Dampfentwicklung der abschmelzenden Umhüllung war deutlich in ihrem Verlauf zu erkennen.

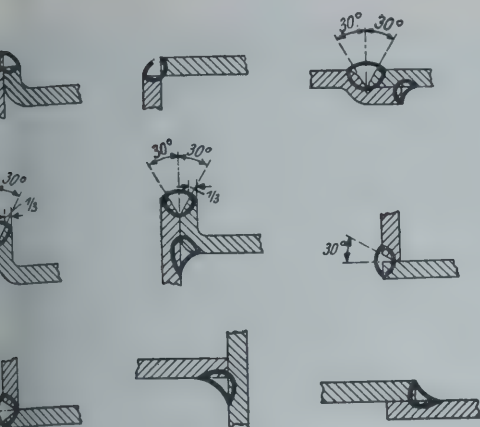


Abb. 41 bis 51
Geschweißte Verbindungen im Behälterbau

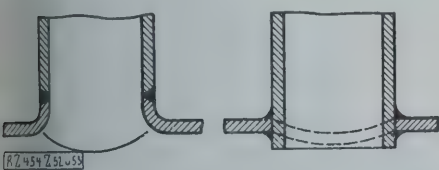


Abb. 52 und 53
Verschweißung von Blechpreßstücken

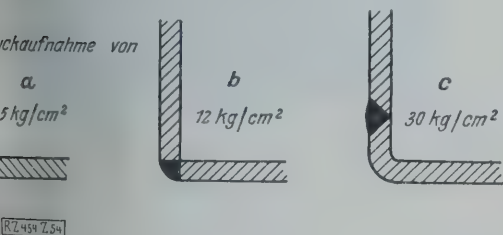


Abb. 54
Eckschweißungen an Ölbehältern

bei dickeren Blechen ein. In Abb. 40 sind die Kosten einer Schweißnaht und einer zweireihigen Zicknaht für 1 m Länge verglichen⁶⁾. Hiernach verhält sich z. B. die Kosten von Schweiß- und Nietnaht im Blechdicke wie 100 : 170.

Seitig kann man geschweißte Verbindungen beim Behälterbau⁷⁾ ausführen, Abb. 41 bis 51. Hierbei sind die Schweißnähte am haltbarsten, wenn sie nicht wenig auf Biegung beansprucht werden. Man verwendet Anordnungen namentlich der jetzt oft verwen-

relow, „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927) S. 549 u. f.
vgl. Hühn, Z. Bd. 70 (1926) S. 117 u. f.

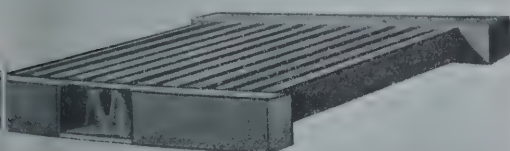


Abb. 65
Geschweißter Hohlrost

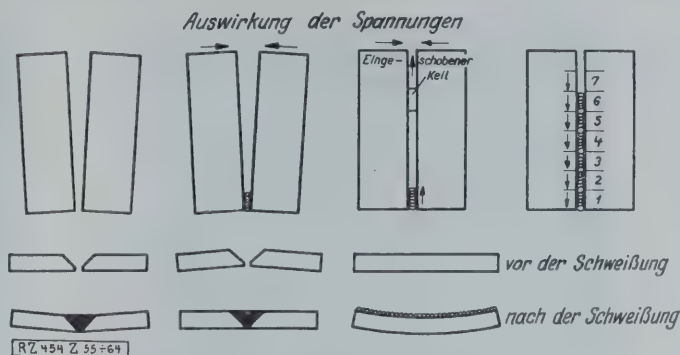


Abb. 55 bis 64
Auswirkungen von Spannungen

deten Verschweißung von Blechpreßstücken zum ganzen Stück zweckmäßig so treffen, daß die Schweißnaht mit der neutralen Faser zusammenfällt, oder auf Zug statt auf Biegung beansprucht wird, Abb. 52 und 53. Bei drei Eckschweißungen an Ölbehältern, Abb. 54 a bis c, die vergleichsweise vorgenommen waren, hielt die auf reinen Zug beanspruchte Naht, Abb. 54 c, am besten.

Die Schmelzschweißung kann durch die beim Schweißen auftretenden Spannungen, die natürlich um so größer werden, je stärker und länger die Schweißstelle erhitzt wird, stark beeinflusst werden. Die Lichtbogenschweißung, bei der ein sofortiges Erstarren nach dem Schweißen eintritt, ist daher der Gasschmelzschweißung überlegen. Einige Auswirkungen von Spannungen und wie man ihnen begegnen kann, zeigen Abb. 55 bis 64. Die Spannungen möglichst gering zu halten — ganz aufheben kann man sie meistens nicht —, ist Aufgabe des guten Schweißers und des überwachenden Betriebleiters. Man wird so schweißen müssen, daß sich der Werkstoff möglichst von selbst ausdehnen und zusammenziehen kann, und daß ferner die Wärme an keiner Stelle zu lange einwirkt. Besonders beim Lichtbogenschweißen läßt sich dies durch Schweißen kleiner Längen nacheinander immer an verschiedenen Stellen erreichen, so daß das ganze Stück nirgends mehr als handwarm wird. Auch ist das Werkstück so zu konstruieren, daß man möglichst bequem an die Schweißstellen herankommen kann.

Der Hohlrost, Abb. 65, ist durch Einschweißen der dreieckigen Rohre in das viereckige Querrohr hergestellt. Um gute Zugänglichkeit zu den Schweißstellen zu haben,

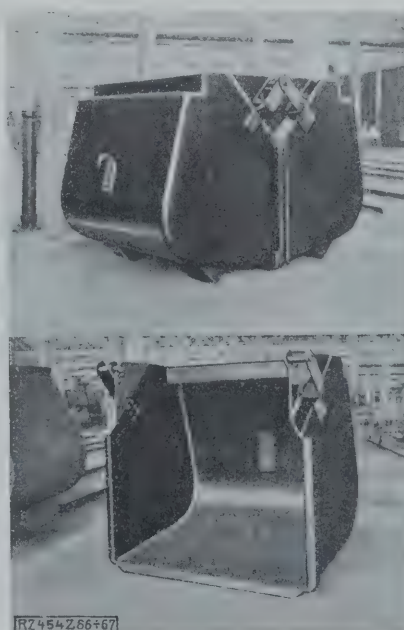


Abb. 66 und 67
Geschweißte Kohlengreifer

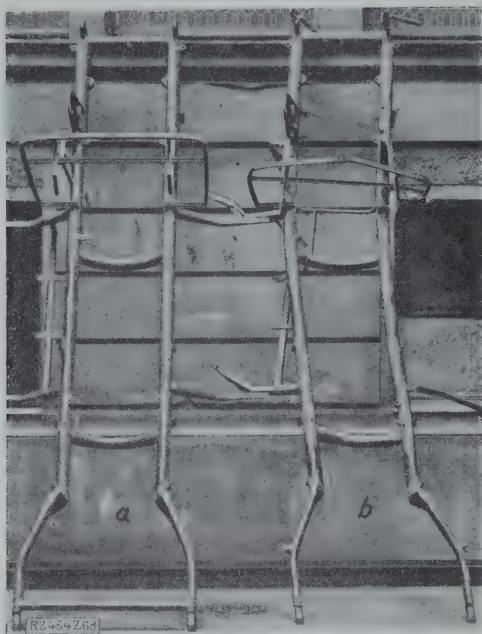


Abb. 68
Aus Eisenrohren von 70 mm Dmr. zusammen-
geschweißter Kraftwagenrahmen von
3,5 m Länge
a vor, b nach einem Anprall des Kraftwagens
mit 80 km/h an einen Baum

ist das viereckige Querrohr aus einem U-förmig gebogenen Blech hergestellt, auf das erst nach Anschweißen der Rohre der Deckel aufgeschweißt wird. Die Schweißung erhöht auch oft infolge glatterer Form die Lebensdauer des Stückes und Schonung des Inhaltes. So stellt die Firma Fried. Krupp A.-G. jetzt Kohलगreifer gasgeschweißt, Abb. 66 und 67, statt winkelnietet her. Die Abmessungen betragen rd. 3, 2 und 2 m, der Inhalt rd. 9,6 m³. Schonung der Kohlen und geringere Rostung sind die Folge.

Große Transformatorenkasten aus 7 mm dickem Blech hat man ohne nennenswerte Wärmespannung zusammengeschweißt, die Nähte dichten gegen warmes Mineralöl gut ab.

Einen 3½ m langen, aus Eisenrohren von 70 mm Dmr. zusammengeschweißten Kraftwagenrahmen, Bauart Dr. Sablatnik, zeigt Abb. 68 a. Eine größere Anzahl mit derartigen Rahmen ausgestattete Kraftwagen sind seit längerer Zeit in Berlin in Betrieb. Die Rohre sind lediglich aneinandergespaßt und durch Gasschmelzschweißung verbunden. Bei einem Kraftwagenunglück wurde solch ein Rahmen bei 80 km/h Geschwindigkeit gegen einen Baum geschleudert und stark verbogen. Aber keine der Rohrschweißstellen des Rahmens hat auch nur geringste Beschädigung dabei erlitten. Die Verbiegungen sind von den zwischen den Schweißstellen liegenden Teilen aufgenommen worden, Abb. 68 b. Diese Erfahrung hat man wiederholt bei Zusammenstoßen geschweißter Teile gemacht. So z. B. beim Zusammenstoß einer vollständig

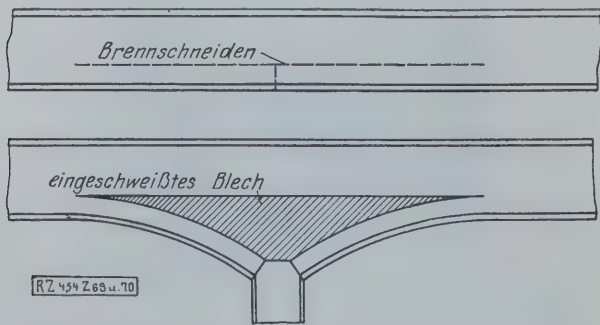


Abb. 69 und 70
Formgebung durch Brennschneiden und Schweißen



Abb. 71
Verschweißung von Brückenträgern



Abb. 72
Aufbau eines Speichers für Aluminium v
5200 m³ Inhalt mittels elektrischer
Schweißung

elektrisch geschweißten Schute von etwa 60 B einem Dampfer von 600 B.-R.-T., wobei aber Schute, sondern der genietete Dampfer zu Schach

Ähnliches ereignete sich bei dem Zusammen geschweißten großen Turbinenrohren, die info des Seilförderwagens von dem oben am Berg Wasserschlöß weit ins Tal hinabkollerten und außerordentlich stark verbeult, aber ohne Ris

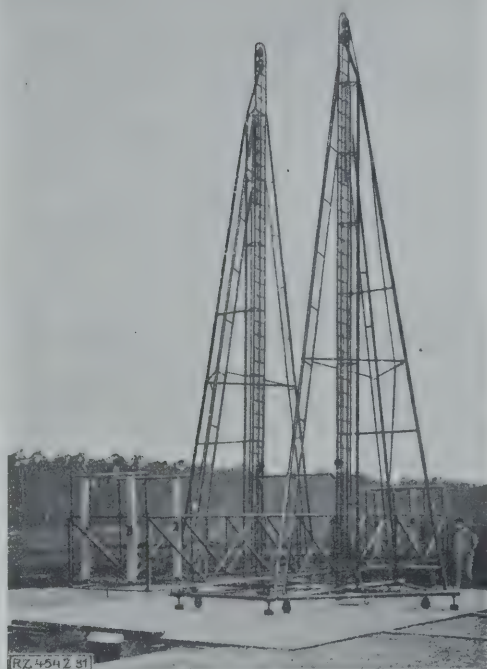


Abb. 73
Aus Stahlrohren geschweißter Knotenpu



Abb. 80 (links)
12 m hohe Eisentürme,
aus vernietetem Pro-
fileisen hergestellt

Abb. 81 (rechts)
Dieselben Türme, aus
wesentlich leichteren
Rohren zusam-
menges-
chweißt



ifnähten ankamen. Die Schweißnaht, besonders die
ische, wirkt also wie eine Versteifung, etwa wie ein
ietetes T-Eisen, so daß die schwache Stelle immer
s der Nahtmitte liegt.

Vernietung im Eisenhochbau

ie Verschweißung an Stelle der Vernietung im
ochbau⁶⁾ wird in Deutschland im Gegensatz zu
ka, Frankreich, Belgien, Schweiz, noch sehr wenig
endet.

ann z. B. mittels des Schneidbrenners auch bei
Profilträgern Formgestaltungen vornehmen,
9 und 70. Eine solche Gestaltung, im Brückenbau
endet, zeigt Abb. 71. Abb. 72 zeigt einen großen
r Aluminium von 5200 m³ Inhalt im Aufbau durch
ische Schweißung von oben nach unten fortschrei-
Die Arbeiter bleiben stets während des Zusammen-
in gleicher Höhe.

Flugzeugbau

uch im Flugzeugbau wendet man besonders die Gas-
zschweißung weitgehend an⁹⁾. Viele Teile stellt
urch Verschweißen von Stahlrohren her. Die Kno-
kte von Rohren, Abb. 73, entstehen dadurch, daß
ie geschlitzten Rohre über ein Knotenblech schiebt,
74 bis 76, oder die Rohre durch sattelförmige Zwi-
stücke versteift, Abb. 77 bis 79. Auch Augen und
an Rohrenden werden angeschweißt. Solche Rohr-
lungen, gegebenenfalls noch ineinandergesteckt
durch Schweißen verbunden, haben eine große
eit.

h glaube, man wird gestützt auf die Erfahrungen
im Flugzeugbau und dem noch zu besprechenden
itungsbau, bald schon zu einer recht nützlichen An-
ng geschweißter Rohrverbindungen auch im Eisen-
u kommen; denn die Eigenschaften des Rohres, nach
Richtungen hin gleichmäßige Knickfestigkeit bei
tnismäßig geringem Gewicht zu haben, ist für den
ochbau besonders wertvoll. Ansätze sind hier be-
vorhanden. Die beiden 12 m hohen Eisentürme,
0, sind nach der bisherigen Art durch Profileisen-
ntung hergestellt, die zwischen beiden aufziehbare
ange Brücke jedoch ist bereits aus Rohren ge-
ßt, wobei schon eine erhebliche Gewichtsverminde-
reicht wurde. Abb. 81 zeigt denselben Doppelturm
endgültigen Form, aus wesentlich leichteren Rohren
nengeschweißt.

An Stelle der Verflanschung

Bei der Anwendung der Schweißung an Stelle der
Verflanschung hat man für Rohrverbindungen neue Wege
geschaffen, und man wird bald den Flansch wohl nur noch
da verwenden, wo Formstücke, Ventile und dergl. einge-
baut oder große Längen unterteilt werden müssen. Man
kann wohl behaupten, daß für die im Rohrleitungsbau zu-
nehmenden Drücke die Schweißung als ein willkommener
Helfer gekommen ist.

Bei Hochdruck-Flanschverbindungen für Dampfro-
hre von mehr als 100 mm Dmr. und Drücke von 35 at und
mehr bei einer Überhitzung von 425°, Abb. 82 und 83,
wendet man die sonst übliche Sicherheitsvernietung des
Flansches mit dem Rohr nicht mehr an. Das Rohr ist
lediglich zur Längensfestlegung leicht auf den Flansch auf-
gewalzt. Der über die Flanschnut vorstehende Rohrrand
wird mit dem Schweißbrenner warm gemacht und umge-
bördelt und dann verschweißt. Die Röhren für Fern-
leitungen, insbesondere für Gas, wird man mit Rücksicht
auf die an den Muffen oder Flanschen auftretenden Undich-
tigkeiten verschweißen. Solche geschweißte Fernleitun-
gen kann man in beträchtlich langen Strängen über dem
nur ganz schmal ausgehobenen Graben zusammenschwei-
ßen und auf Dichtigkeit prüfen, so daß man mit geringen
Erdaushebungen auskommt. Durch Prüfung mit Druck-

Rohre geschlitzt mit Knotenblech verbunden

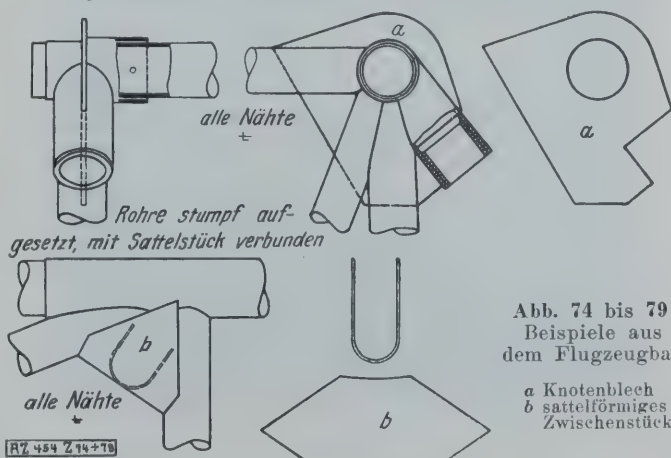


Abb. 74 bis 79
Beispiele aus
dem Flugzeugbau

a Knotenblech
b sattelförmiges
Zwischenstück

7. Bd. 71 (1927) S. 289. Vergl. „Schweißtechnik“, Berlin 1926, VDI-
S. 21. ⁹⁾ „Schweißtechnik“ S. 35.

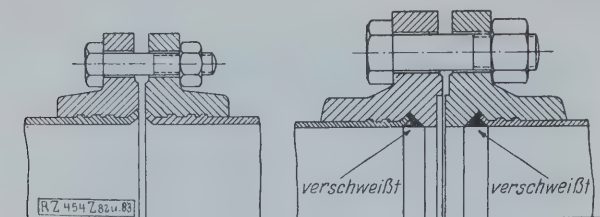


Abb. 82 und 83
Rohrverbindung für hohen Druck

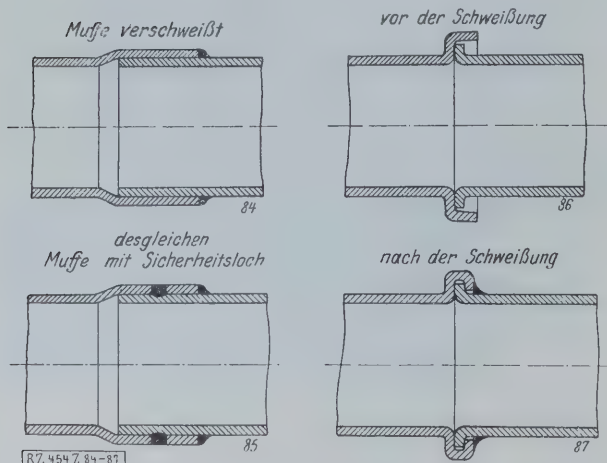


Abb. 84 bis 87
Rohrverbindungen

luft und Abpinseln der Schweißstellen mit Seifenwasser findet man sofort die fehlerhaften Stellen.

Bei der Stumpfnahtschweißung, die in der Regel bis zu 10 at, oft aber für wesentlich höhere Drücke angewendet wird¹⁰⁾, kann der Einschweißwerkstoff durch die Fuge sickern und in Form sogenannter Schweißbärte, besonders bei kleinen Durchmessern, den Rohrquerschnitt verengen. Die Gefahr beseitigt man durch einen zwischen die Rohre an der Verbindungsstelle eingelegten und mit den Rohrenden verschweißten dachförmigen Zwischenring.

Zweckmäßige Rohrverbindungen zeigen Abb. 84 bis 95. Durch die Muffe wird das Rohr zentriert, durch die Kehlschweißung am Muffenrand die Dichtigkeit erreicht, Abb. 84. Gegebenenfalls kann man durch sogenannte Lochschweißung eine Sicherung gegen Zug

¹⁰⁾ Bei einer Hochdruck-Versuchsanlage von Prof. Dr. Löffler, sind seit etwa zwei Jahren durch V-Naht verschweißte Rohrschlangen anstandslos im Betrieb, die bei 50 bis 70 mm l. W. und 10 mm Wanddicke dauernd mit 80 bis 100 at bei etwa 500°C Ueberhitzung beansprucht werden. Der Prüfdruck betrug 200 at.

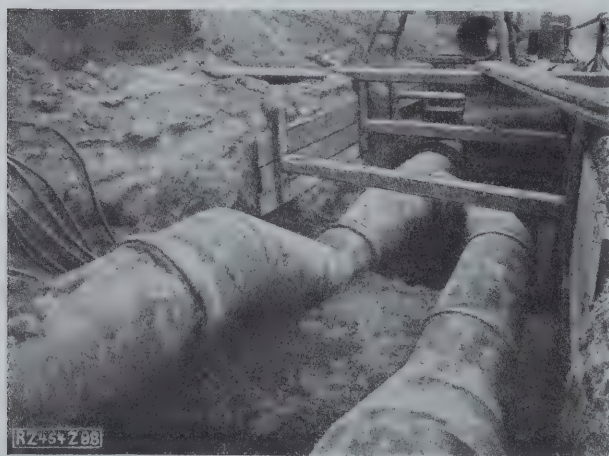


Abb. 88
Muffenkehlschweißung für Wasserleitungsröhren
von 600 mm l. W.

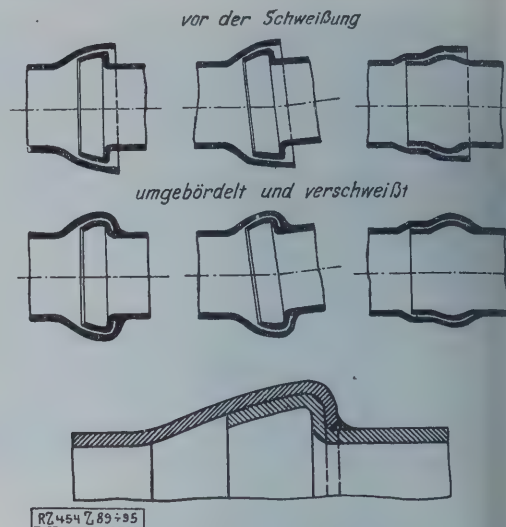


Abb. 89 bis 95
Rohrverbindungen vor und nach dem Schweißen

und Druck erreichen, Abb. 85. Bei Röhren größerer Durchmessers erwärmt man den überstehenden Muffenrand mit dem Schweißbrenner, bördelt ihn um und schweißt ihn, wodurch volle Entlastung der Schweißnaht eintritt, Abb. 86 bis 88. Ähnliche Rohrverbindungen zeigen Abb. 89 bis 95; man kann noch eine Richtänderung der Rohre bis etwa 5° vornehmen.

Die Muffenschweißungen haben große Festigkeit und Dichtigkeit, wie Versuche im Versuchsfeld für Schweißtechnik der Technischen Hochschule, Charlottenburg, ergeben haben. Ein solches Muffenrohr von 100 mm Durchmesser und 4 mm Wanddicke riß erst bei 250 at im geschweißten Werkstoff in der Muffe beginnend auf.

Die Benutzung des Schweißbrenners nicht nur zum Schweißen, sondern auch zum Erwärmen zwecks Richtänderung erweist sich auch sonst bei der Verlegung von Rohrleitungen sehr nützlich. So können z. B. Rohrleitungen kleineren Durchmessers bequem den Geländeerfordernissen entsprechend geformt werden.

Bei größeren Rohrleitungen, wo es auf die Güte der Schweißung besonders ankommt, empfiehlt es sich, die Schweißung von Zeit zu Zeit irgendwo durch eine Prüfung mit dem Brenner herauszuschneiden, um sich von der Güte oder Unbrauchbarkeit seiner



Abb. 96
Geschweißtes Dynamogehäuse
von 3 m Dmr.

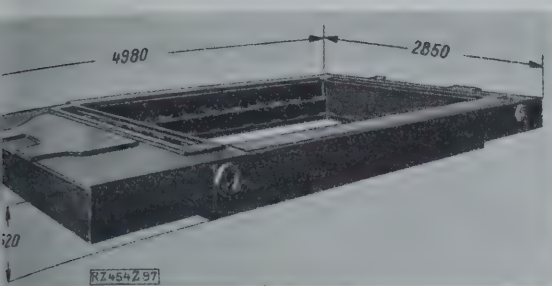


Abb. 97

lamente von 5, 3 und 0,5 m, aus 12 bis 20 mm
Flußstahlplatten mittels Lichtbogenschweißung
hergestellt

erzeugen. Ein nachträgliches Wiedereinschweißen
betreffenden Stücken oder eines Ersatzstückes be-
rasch den Schaden.

An Stelle von Gußstücken

h komme nun zu der Schweißung an Stelle von Ver-
ing von Gußstücken. Es ist verlockend, statt des
n Gußeisens den homogenen, wesentlich festeren
eichteren Flußstahl zu verwenden.

an hat z. B. ein Dynamogehäuse von 3 m Dmr.,
96, durch Schweißen und Brennschneiden hergestellt;
egt wesentlich weniger als das bisher verwendete
häuse. Einen ganz wesentlichen Fortschritt wegen
Größe zeigt der Fundamentrahmen von rd.
und 0,5 m, Abb. 97, der ganz aus 12 bis 20 mm
Flußstahlplatten mittels Lichtbogenschweißung
gestellt ist. Durch Einschweißen von Querstücken kann
rarbeit beliebig groß gemacht werden.

ie Unterlagen für Abb. 98 verdanke ich der Freund-
it der AEG, deren Arbeiten ich als eine fortschrittliche
zeichnen möchte. Die bisherige Formgebung großer
ekelter Stücke durch Gießen ist vollständig ver-
worden; das Werkstück ist vielmehr durch Zu-
schweißen von Flußstahlblechen, also unmittelbar
ter Zeichnung aufgebaut worden, genau so, wie der
er das Modell nach der Zeichnung herstellt. Das
ige Gußgewicht in Höhe von 11 000 kg konnte auf
8000 kg bei dem Schweißstück vermindert werden.
dieser Gewichtersparnis sind noch die Kosten
erwickelten Modells, sowie die Kosten für Hin-
rückfracht des Modells und des Abgusses er-
worden, und vor allem auch die Wartezeit für die
ung des Modells und des Abgusses. So konnten
der erheblichen Schweißerlöhne schon bei der An-
ung des ersten Stückes Ersparnisse erreicht werden;
eit soll sich eine Reihe von 20 Stück gegen Stück-
in Arbeit befinden.

h glaube bestimmt, daß diese Art der Fertigung
telbar nach der Zeichnung wegen der Ersparnisse
ald ganz wesentlich an Umfang gewinnen wird, und
e nicht zu viel zu behaupten, wenn ich sage, daß
tlich eine Verringerung der Gußerzeugnisse zu-
en einer Vermehrung der Walzerzeugnisse ein-
wird.

herstellung und Instandhaltung einzelner Teile
ei der Anwendung der Schweißung zur Wiederher-
g und Instandhaltung von einzelnen Teilen handelt
u weniger um den Einfluß auf die konstruktive Ge-
g, als vielmehr um die Erhaltung von Werten. Zur
esserung kommen meist gebrochene gußeiserne
; es darf behauptet werden, daß man in den
n Fällen die einzelnen Teile einwandfrei durch
enschweißung wieder instandsetzen kann, doch
man hierzu nur erfahrene, gewährleistende Fach-
hinzuziehen, wenn es sich um größere und teure
handelt, nicht aber sollte man aus falschem Ehr-
ne die nötigen Erfahrungen selbst an solche Aus-
ngen herangehen.

ndelt es sich um kleinere Ausbesserungen an Guß-
n, so können sie häufig durch Kaltschweißung, d. h.
das Stück teilweise oder ganz zu erwärmen, aus-

geführt werden; hierbei wendet man häufig die Licht-
bogenschweißung an, weil dabei verhältnismäßig wenig
Spannungen im Werkstoff erzeugt werden.

Wendet man die Warmschweißung an, wobei das
ganze Werkstück gleichmäßig erhitzt wird, so werden
die Spannungen am besten vermieden. Entsprechende Ein-
bau- und Anwärmvorrichtungen sind dann notwendig.

Ich glaube, daß auch die Ausbesserschweißun-
gen noch weit mehr angewendet werden könnten als
bisher. Wenn man über die Ablagerplätze der Gas- und
Wasserwerke, großer Maschinenfabriken, Bergbaube-
triebe u. a. schreitet, wundert man sich oft, was alles
zum Schrott geworfen wird. Verhältnismäßig viel Werte
könnten erhalten und Kapital erspart werden, das jetzt
für Neuanschaffungen ausgegeben wird; denn im allge-
meinen betragen die Kosten solcher Schweißungen je
nach Form und Größe der Stücke nur rd. 10 bis 30 vH
des Neuanschaffungswertes, ganz abgesehen von der
wesentlichen Verkürzung des etwaigen Betriebsill-
standes.

Ausgezeichnetes hat in dieser Hinsicht die Reichs-
bahn, besonders in ihrem Eisenbahnwerk Wittenberge,
geleistet, wo man in vorbildlicher Weise gebrochene Guß-
stücke, hauptsächlich Lokomotivzylinder, wieder in-
standsetzt.

In den amerikanischen Häfen lagen bei Ausbruch
des Weltkrieges 103 Dampfer von 6000 bis 54 000 t, von
denen 20 durch die Besatzung für die Fahrt dadurch un-
brauchbar gemacht wurden, daß man besonders die guß-
eisernen Zylinder zerstörte. Durch Lichtbogenschweißung
wurden die Zylinder, ihre Zahl betrug 70, in kurzer
Zeit ohne Ausbau instandgesetzt. Nach 5½ Monaten
waren die Schiffe wieder fahrbereit.

Auftragschweißung

Durch die Schmelzschweißung in ihrer Form als Auf-
tragschweißung wird die konstruktive Ausbildung, beson-
ders aber auch die Wirtschaftlichkeit, wesentlich beein-
flußt. Durch die Auftragschweißung können alle die
Stücke betriebfähig erhalten werden, die bisher bei Ein-
tritt übermäßigen Verschleißes beiseite geworfen und
durch neue ersetzt wurden.

Das sehr plötzliche Erstarren der Schmelze bei der
Lichtbogenschweißung in Verbindung mit einem ent-
sprechend zusammengesetzten Elektrodenwerkstoff gibt
dem aufgetragenen Schweißgut eine hohe Verschleiß-
festigkeit. Infolgedessen braucht man jetzt Stücke, die
bisher mit Rücksicht auf den Verschleiß entweder durch-
weg aus hochwertigen Werkstoffen gefertigt wurden
oder bei gewöhnlichen Werkstoffen sehr dick bemessen
wurden, jetzt nur noch so dick zu bemessen, wie es die
Beanspruchung, nicht aber der Verschleiß erfordert, be-
sonders z. B. für Zapfen, Gleitflächen, Schienen, Spur-
kränze.

Bei stets wiederkehrenden, dem Verschleiß unterwor-
fenen Teilen, insbesondere Rollen-, Spurkränzen und
dergl., empfiehlt es sich, die Auftragschweißung durch
geeignete Maschinen, Abb. 99, vorzunehmen. In Betrieben,

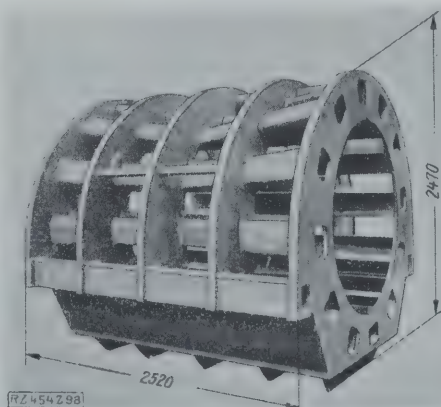


Abb. 98

Mittels Schweißung hergestelltes Dynamogehäuse

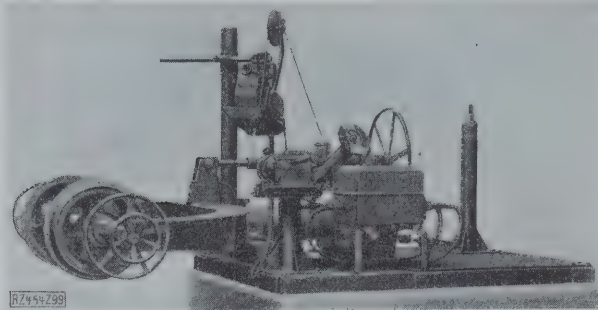


Abb. 99
Selbständige Maschine für Auftragschweißung auf
Räderlaufflächen

in denen die arbeitenden und die beweglichen Teile durch Sand, Kohle, Staub und dergl. sehr stark dem Verschleiß unterworfen sind, machen sich solche Einrichtungen für Auftragschweißungen in Kürze bezahlt; es brauchen vor allem kaum mehr Ersatzteile auf Lager gehalten zu werden.

Man muß jedoch die Auftragschweißung so vornehmen, daß unzulässige Erwärmung vermieden wird; es können sonst beim Schrumpfen der aufgetragenen Schicht leicht Werkstoffrisse entstehen. Zielbewußte Wärmeableitung, sogar solche durch Spritzwasser, wirkt günstig; ebenso ist ununterbrochene und verteilte Schweißung von Nutzen.

Schlußbemerkungen

Die neueren Schweißverfahren haben auf die Fertigung und den Betrieb Einfluß gewonnen, einen Einfluß, der immer mehr wachsen wird. Hieraus ergibt sich aber auch die Pflicht, in die für die Fertigung maßgebenden Kreise, nämlich Konstrukteure, Betriebsleiter und Schweißer, ein immer größeres Verständnis für diese Verfahren hineinzutragen; denn die Schweißung wird

in dem Maße vorwärtsschreiten, in dem der Schweißerg selbst zuverlässiger wird und in dem eine vollere Anwendung und Überwachung das Zutreffen der Schweißung vergrößern wird. Noch ist man weit, daß für den Schweißer, ebenso wie für den Schmied, den Tischler usw. eine geordnete Ausbildung mit Abschlußprüfung verlangt wird, doch in absehbarer Zeit dazu kommen. Inzwischen größere Firmen zur Selbsthilfe gegriffen und sich unter entsprechender Ausbildung ihre eigenen Schweißerhandwerk bestimmten Lehrlinge zu Berufsschweißern. Auch die Reichsbahn bildet Schweißer mustergültig aus.

An vielen Fachschulen und höheren Maschinenbau-schulen bestehen seit geraumer Zeit Lehrgänge für Schweißtechnik für die dortigen Schüler. Von den technischen Hochschulen hat als erste Charlottenburg 3½ Jahren ein Versuchsfeld für Schweißtechnik entsprechenden Vorlesungen eingerichtet; vor 1½ Jahren ist Braunschweig nachgefolgt, an andern Hochschulen sind auch schon Bestrebungen in dieser Richtung im Gange. Es ist also wenigstens schon einem Teil der Studierenden an den Hochschulen Gelegenheit geboten, in diesem neuen Verfahren theoretisch und praktisch zu bilden.

Aber auch dem im Betriebe stehenden Ingenieur wird vielfach diese Möglichkeit geboten durch die vielen sehr rührigen Verbände für autogene Metallbearbeitung in den meisten Industriezentren mehrmals im Jahr angeordneten theoretischen und praktischen Kurse, die auch nur als Notbehelf zu betrachten sind. Wir heute in Deutschland noch viel zu wenig auf diesem Gebiet bewanderte Betriebsingenieure; die wenigsten fertig darin sind, sind zu zählen, aber die vielen, die dazwischen sind für solche Kurse bisher sehr dankbar gewesen, da sie durch diese befähigt wurden, in den Betrieben vieles mit besserem Verständnis und Kritik zu betrachten als bisher, und sich auch den Schweißern gegenüber sicherer fühlen konnten. [B]

Hochdruckdampf-Kraftanlagen

Eine sehr gut abgeschlossene Übersicht über den heutigen Stand der Krafterzeugung mittels hochgespannten Dampfes gaben die Vorträge, die am 29. September 1927 in der Mitgliederversammlung der Studienkommission für Hochdruckanlagen bei der Vereinigung der Elektrizitätswerke unter dem Vorsitz von Stadtrat Dr. Mayer, Stettin, gehalten wurden. Auf einen Bericht des Geschäftsführers über die gegenwärtige Richtung in der Weiterentwicklung von Hochdruckdampf-Kraftwerken im Auslande, namentlich in den Vereinigten Staaten, folgten Vorträge von Obering. Gleichmann über die Arbeiten nach dem Benson-Verfahren bei den Siemens-Schuckertwerken, von Prof. Dr. Löffler über den Stand der nach seinem Verfahren erbauten Anlagen, von Dir. Hartmann über die neuesten Arbeiten der Schmidtschen Heißdampf-Gesellschaft und von Dir. Pander über Dauerversuche an einem Atmos-Dampf-erzeuger.

Der Bericht von Obering. Gleichmann betonte namentlich die günstigen Erfahrungen mit dem Baustoff der Rohre für den Benson-Kessel; er wurde durch die Besichtigung des neuen stehenden Benson-Dampferzeugers für 30 t/h Dampfleistung bei 180 at und 425° am darauffolgenden Tage wirksam unterstützt. Dir. Dr. R. Werner betonte bei der Begrüßung der Gäste, daß man sich gerade von dem Benson-Verfahren eine wesentliche Verbilligung großer Kraftanlagen und gleichzeitig die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bis an die heute möglich scheinende Grenze verspreche.

Wie Prof. Dr. Löffler mitteilte, ist die 600 PS-Anlage mit stehender Einzylindermaschine in Floridsdorf bei Wien seit einiger Zeit mit vollem Erfolg im Betrieb. Die wesentlich größere Anlage in Witkowitz konnte infolge von Bau-schwierigkeiten noch nicht fertiggestellt werden. Als besonders Vorteil seines Verfahrens hob der Vortragende hervor, daß die Umlaufpumpe, deren Kraftverbrauch bei höheren Drücken unwesentlich sei, nur gesättigten Dampf aus dem

Dampferzeuger in den Überhitzer zu treiben habe, die Heizfläche des Überhitzers niemals durch Kesselwasser verunreinigt werde. Man kann daher zum Speisen des Überhitzers Wasser verwenden, das in der üblichen Weise durch einen Filter gemischt gereinigt worden ist.

Dir. Hartmann wies u. a. auf die Vorteile des Verfahrens der Schmidtschen Heißdampf-Gesellschaft bei der mittelbaren Beheizung und auf die günstigen Ergebnisse der Versuche mit der nach diesem Verfahren umgebauten Lokomotive bei der Deutschen Reichsbahn hin, über die wir bereits berichtet haben¹⁾. Die Schmidtsche Heißdampf-Gesellschaft habe zur Zeit eine Schiffsanlage für 60 t/h Dampfleistung bei 180 at in Auftrag. Die Versuche an der Anlage, die Dir. Pander berichtete, hatten insofern ein besonders wertvolles Ergebnis, als sie die hohe Verdampfleistung der umlaufenden Glieder des Atmos-Kessels zum Ausdruck brachten. Nach den Berechnungen entfallen von der gesamten umgesetzten Wärme 46 vH auf den Vorwärmer, 38,5 vH auf die Dampferzeuger und 15,5 vH auf den Überhitzer. Die Versuche sind ohne jede Störung verlautbart, der Aussprache beteiligte sich auch der Erfinder des Atmos-Kessels, Blomquist.

Zum Schluß sprach Prof. Dr. Loschge, München, über die möglichen Arbeitsmittel für Dampfkraftanlagen. Ein von ihm unter Zugrundelegung gleicher Grenzwerte durchgerechneter Vergleich ergibt, daß man bei Wasserdampf-Anlagen im äußersten Falle mit 39,9 vH Anlagen, deren obere Temperaturstufe durch Diphtherie ausgenutzt wird, 44,1 vH und bei Anlagen mit Quecksilberdampf für die obere Temperaturstufe sogar 53 vH als thermodynamischen Wirkungsgrad erreichen kann. Der Vortragende gab einen ausführlicheren Bericht über die Verhandlungen dieser Versammlung werden demnächst im „Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen“ veröffentlicht.

[N 883]

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 69 (1925) S. 1306 und Bd. 71 (1927) S. 1442.

Die Umstellung eines 50 Jahre alten Textilunternehmens auf fließende, zeitgemäß richtige Fertigung

Von G. Schlesinger, Charlottenburg

(Schluß von S. 1426)

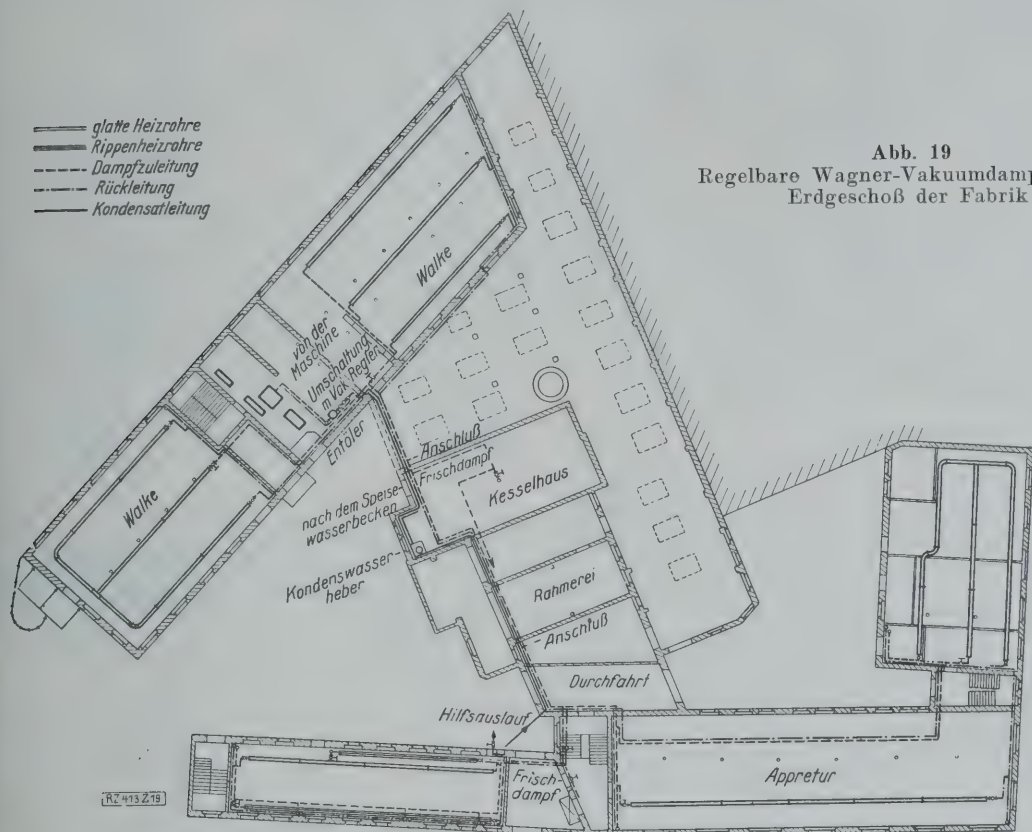


Abb. 19
Regelbare Wagner-Vakuumdampfheizung,
Erdgeschoß der Fabrik A

Die Kraft- und Wärmewirtschaft

Die weite Entfernung der Fabriken A und B voneinander machte die Versorgung mit Kraft und Licht aus dem eigenen Betriebe unmöglich, da die Stadtverwaltung die Anlage eigener Versorgungskabel von A nach B nicht gestattet hätte und weil ferner die Verlegung eines eigenen Kabels viel zu kostspielig geworden wäre. Also mußten beide Fabriken völlig gesondert voneinander behandelt werden.

Ist schon im Maschinenbau die Anpassung an die örtlichen Bedingungen wichtig — wenn auch in einer Maschinenfabrik der ganze Posten Licht und Kraft im Vergleich zu den übrigen Kostenstellen verhältnismäßig unbedeutend ist, so spielt eine sachgemäß angepaßte Kraft- und Wärmewirtschaft in einer Textilfabrik in wirtschaftlicher Beziehung geradezu eine entscheidende Rolle. Webstühle, Schär-, Zwirnmaschinen, Walken und Schussmaschinen, Reiß- und Krempelwölfe sowie Spinnmaschinen verbrauchen sehr viel Kraft; Trocknerei, Wämerei, Färberei und Bleicherei verbrauchen dauernd Wärme; die zweckmäßige Verknüpfung beider ist aber ein zwingendes Gebot.

Da, wie oben geschildert, die Fabrik B im wesentlichen die Spinnerei enthält, einschließlich der Färberei, Bleicherei und Trocknerei, während die Fabrik A die Endfabrikation von der Schärmaschine bis zum Appretierstück aufnehmen sollte, so läßt sich hier am besten diese beiden Stellen trennen, die infolge ihrer verschiedenen und ihrer vollkommen andersartigen Beschäftigungsweise gar nichts miteinander gemein haben.

Fabrik A:

In dieser Fabrik kommt für die Benutzung des Abdampfes nur die Winterzeit in Frage. Im Sommer ist Abdampf zu Trocken-, Wasch- und Heizzwecken keine

Verwendung. Im Winter müssen einmal die Büreauräume geheizt werden, dann aber ist es vor allem notwendig, die Temperatur in den Websälen gleichmäßig und ziemlich hoch zu halten, damit die Finger beim Andrehen der Fäden und Anschirren der Ketten genügend feinfühlig bleiben und durch gleichmäßige Raumtemperatur und Feuchtigkeit die Zahl der Fädenbrüche auf den Schärmaschinen und Webstühlen nicht zu hoch wird.

Zum Kraftbetriebe der Fabrik war eine etwa dreißig Jahre alte Kondensationsmaschine von 250 PS vorhanden, die in der Hauptsache mit Transmissionsantrieb, ferner durch einen verwickelten Winkelantrieb mit Kegellädern die verzwickelt liegenden Werkstätten (im wesentlichen Hochbauten, vgl. Abb. 6) mit Kraft versorgte. Nur für einen Teil der Fabrik, für den die Dampfmaschine ohnedies nicht ausreichte, wurde Gleichstrom mit 220 V dem städtischen Netz entnommen.

Infolge der Aufstockung der Fabrik und infolge der Hinzufügung eines Neubaus war eine erhebliche Anzahl von neuen Räumen hinzugekommen, für die eine Heizung überhaupt noch nicht vorhanden war. Die beiden Flammrohrkessel von 100 m² und 80 m² Heizfläche bei 12 at Betriebsdruck hätten unter den vorliegenden Verhältnissen nicht ausgereicht, um die vorhandene Hochdruck-Dampfheizung neben der Kondensationsmaschine mit Dampf zu versorgen. Da die Aufgabe der Neuorganisation erst Anfang September 1923 an mich herantrat, und die Notwendigkeit zu heizen schon Ende Oktober, also nur 6 bis 8 Wochen später, erfüllt werden mußte, so war die Aufgabe, sofort eine richtige Lösung zu finden, nicht einfach. Sie wurde in der Einrichtung einer Vakuumheizung (Abdampfheizung) gesehen, da eine Nachrechnung ergab, daß die Kondensationsdampfmenge bei normaler Belastung der Dampfmaschine mit 250 PS ausreichte, um sämtliche Werkstattgebäude mit Kondensdampf zu heizen.

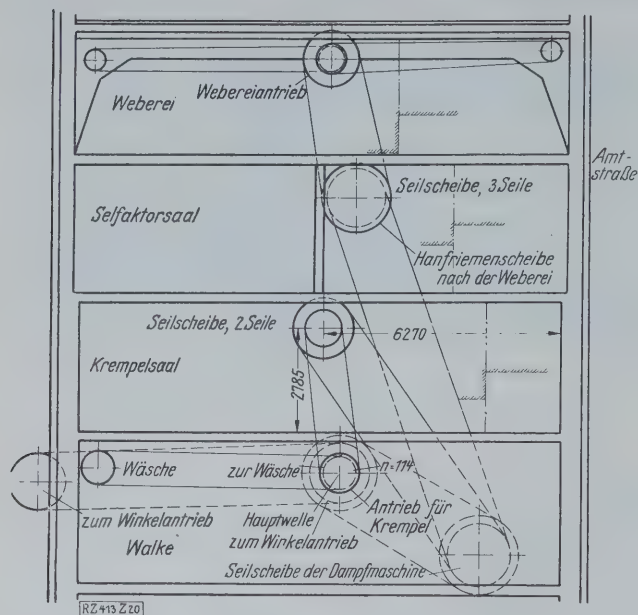


Abb. 20

Hauptantrieb im Gebäude 8 (Fabrik A) vor dem Umbau

Die Ausführung erhielt die Firma Fritz Wagner, Crimmitschau, mit der wir eine Anlage, Abb. 19, ausarbeiteten. Sie wurde in der Zeit von sechs Wochen in einwandfreier Weise ausgeführt, wobei es gelang, die Luftleere der vorhandenen Dampfmaschine, die durch einen Fehler in der Kondensationsanlage ursprünglich nur 65 vH betrug, nach Einschaltung der Unterdruckheizung, für deren Betrieb ausschließlich der alte vorhandene Kondensator benutzt wurde, auf 74 vH zu erhöhen. Dadurch stieg der Wirkungsgrad der Dampfmaschine um etwas mehr als 5 vH. Die Räume waren nach Inbetriebnahme der Wagnerschen Heizung, auch an kalten Tagen, einwandfrei geheizt, und es wurde für den Dampftrieb mit Heizung nicht mehr ausgegeben, als bisher für die Dampfmaschine allein nötig gewesen war. Die erzielte Ersparnis wurde so handgreiflich, daß von den bisher betriebenen zwei Heizkesseln der kleinere Kessel von 80 m² stillgelegt wurde und bis heute nicht wieder in Betrieb gesetzt zu werden brauchte. Er wird nur als Hilfskessel benutzt, wenn in der Sommerzeit die Untersuchung und Reinigung des großen Kessels notwendig ist.

Für die Bureau Räume wurde die schon vorhandene Warmwasser-Heizanlage beibehalten. Das warme Wasser erzeugt man im Kesselhaus durch einen Abdampfvorwärmer. Die guten Ergebnisse aber mit der Unterdruckheizung in den Websälen, ihre einfache Regelung für jeden Raum und die milde Wärme, die sie erzeugt, haben den Entschluß reifen lassen, auch die Bureau Räume mit dieser Heizung zu versehen, die trotz der nicht gerade schönen großen schmiedeisenen Röhren später angelegt werden soll. Im Sommer wird dann die Unterdruckheizung abgeschaltet und der normale Einspritzkondensationsbetrieb aufrechterhalten, so daß die Dampfmaschine im Winter und Sommer wirtschaftlich arbeiten kann. Die Kosten der Heizanlage werden in sehr kurzer Zeit getilgt sein.

Gleichzeitig mit der Umänderung der Heizung in der Fabrik A wurde eine vollkommene Umgestaltung der Energieversorgung und Zuleitung vorgenommen. Wie oben bereits erwähnt, wurden die Maschinenstränge in den einzelnen Bauwerken und Stockwerken teils auf mechanischem Wege, unmittelbar durch Riemen, teils durch Entnahme des Stromes von der Stadt, endlich durch Stromerzeugung mittels zweier eigener kleiner Dynamomaschinen von 60 und 80 PS angetrieben, die durch eine Zwischentransmission und Riemen von der 250 PS leistenden Hauptdampfmaschine bewegt wurden (Abb. 20). Vor dem Umbau wurden die Geschosse des Gebäudes 8 mit Ausnahme der neuen Obergeschosse, das ganze Gebäude 14 und die dazwischen liegenden früheren Färberei-

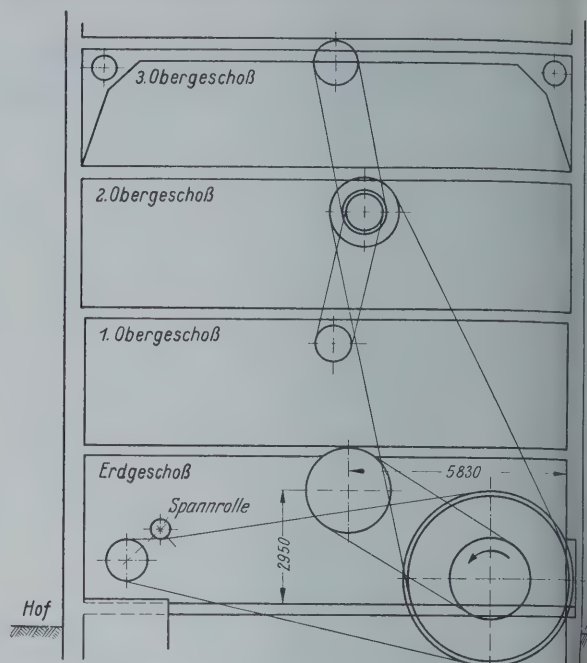


Abb. 21 und 22

Hauptantrieb im Gebäude 8 nach dem Umbau

betriebe mechanisch durch Riemen und Kegelhäderkelgetriebe angetrieben.

Die Gleichstrom-Dynamos reichten mit ihren 14 nicht aus, so daß in den Morgen- und Abendstunden auch der Lichtbedarf größer war, die Stadt Stromlieferung hinzugezogen werden mußte, weil Dampfmaschine wegen ihrer ungünstigen Lage nicht belastet werden konnte und weil die ganze Anlage an der weitverzweigten Transmissions- und Riemenstr mit schlechtem Wirkungsgrad arbeitete. Eine eingehende Untersuchung der Kraftverluste unter gleichzeitiger Lösung der einzelnen Stellen hatte für die umgebaute samanlage einen Bedarf von rd. 295 PS einschließlich Beleuchtung ergeben, Zahlentafel 1, unter der Voraussetzung einer vollen Belastung der Fabrik.

Auf Grund dieser Übersicht wurde der Plan gemacht, eine Anlage zu schaffen, bei der alle mechanischen Riemenübertragungen beibehalten werden sollten, einen günstigen Wirkungsgrad hatten und bequem la während alles übrige elektrisch mittels Gruppenantriebs oder Einzelantriebes betrieben werden sollte, mit Absicht, die eigene Dampfmaschine dauernd voll zu lasten und nur den Rest der Spitzenbelastung von der Stadt übernehmen zu lassen.

Dadurch konnte man einen möglichst günstigen Wirkungsgrad erzielen und gleichzeitig für die Heizung größte Dampfmenge abgeben. So ergab sich folgende Lösung: Alle Riementriebe des Gebäudes 8, in dessen Erdgeschoß die Dampfmaschine stand, wurden belassen, der Riemenstrang bereits vorhanden und unter Billigung der Baupolizei völlig abgeschlossen vom übrigen Gebäude war, so daß er ohne die übliche Feuersge-

Zahlentafel 1
 Übersicht über den Kraftbedarf der Fabrik A

		je Maschine	Höchster Kraftbedarf insgesamt bei vollem Betrieb		Normal- kraft- bedarf	Unmittelbar von der Maschine mechanisch übertragen		Elektrisch in Gruppen angetrieben	
		PS	PS		PS	ohne Verlust	zuzüg- lich ~ 12 vH Verlust	einge- baute Lei- stung PS	zuzüg- lich ~ 24 vH Verlust PS
Gebäude 8									
Alte Walke:									
6 Zylinderwalken	je	4	24						
5 Lochwalken	je	6	30						
5 Waschmaschinen	je	3,5	17,5						
3 Zentrifugen	je	3	9						
1 Mammutpumpe		16	16	96,5	63,3				
Neubau:									
5 Zylinder-Walken	je	4	20						
2 Lochwalken	je	6	12						
6 Waschmaschinen	je	3,5	21						
2 Zentrifugen	je	3	6	59	42	105,3	120		
Schuhstoffweberei:									
14 Webstühle	je	1,2		16,8	12				
Schuhstoffweberei:									
35 Webstühle	je	1,2		42	30				
Schuhstoffweberei und Zwirnerei:									
14 Webstühle	je	1,2	16,8						
13 Spulmaschinen, mit 360 Sp. von	je	1/50	7	23,8	15	57	65		
(7) 8 Zwirnmaschinen, mit (1300) 1500 Sp. von	je	1/50		30	21			20	27,5
Leimerei und Ketttschärerei:									
2 Leimmaschinen	je	5		10	10			15	20
4 Ketttschärmaschinen	je	2		8	6				
Gebäude 10. Mittelgebäude und Anbau:									
Rahmerei:									
2 Rahmenmaschinen	je	10		20	20			20	26,5
Schererei:									
13 Schermaschinen	je	1,3		17	12			12,5	16
Rauherei (Anbau):									
15 Rauhmaschinen	je	3 bis 5		60	42	42	50		
Schlosserei				10	5			5	6,5
Gebäude 9									
Appretur:									
3 Muldenpressen	je rd.	4,5	13,5						
1 Dekatiermaschine		6	6						
1 Ratiniermaschine		1,7	1,7						
3 Dampfbürsten	je	2	6						
2 Wickelmaschinen	je	0,5	1	28,2	20			20	25
Weberei für Konfektion:									
26 Webstühle	je	0,7	18,2						
2 Ketttschärmaschinen	je	1,3	2,6						
Weberei für Konfektion:									
27 Webstühle	je	0,7	19						
1 Ketttschärmaschine		1,3	1,3						
Weberei für Konfektion:									
20 Webstühle	je	0,7	14						
2 Ketttschärmaschinen	je	1,3	2,6	57,7	40			40	53
Gebäude 14									
Weberei für Konfektion:									
13 Webstühle	je	0,7	9						
1 Ketttschärmaschine		1,3	1,3						
Weberei für Konfektion:									
13 Webstühle	je	0,7	9						
1 Ketttschärmaschine		1,3	1,3						
Weberei für Konfektion:									
13 Webstühle	je	0,7	9						
1 Ketttschärmaschine		1,3	1,3						
Weberei für Konfektion:									
13 Webstühle	je	0,7	9						
1 Ketttschärmaschine		1,3	1,3						
Weberei für Konfektion:									
10 Webstühle	je	0,7	7						
1 Ketttschärmaschine		1,3	1,3	49,5	35			35	45
Transportanlagen:									
Fahrstuhl am Geb. 8		10	10						
Fahrstuhl am Geb. 14		5	5						
Fahrstuhl im Geb. 9		5	5	20	10			10	12
Kohlenförderanlage	} rd.								
Beleuchtung		50		50	50			50	65
Zusammen									
An der Maschinenwelle {							235 mecha- nisch		296,5 elek- trisch

und Verschmutzung durch die im Raume laufenden offenen Riemen arbeiten kann. Diese unmittelbaren Antriebe arbeiten mit ihrem (ermittelten) Verlust von 12 vH auf alle Fälle günstiger als eine elektrische Übertragung. Auf diese Weise wurden 150 PS unmittelbar von der Dampfmaschine entnommen. Für die Restbelastung wurde die Dampfmaschine elektrisch durch den Stromerzeuger belastet. Hierzu wurde eine Drehstromdynamo von 150 kVA für 380/220 V beschafft.

Die Wahl von Drehstrom mit 380/220 V wurde getroffen, weil dies die normale Spannung für Deutschland ist und weil die Vereinheitlichung der Stromart für beide Fabriken notwendig wurde, um alle Teile austauschbar und in möglichst geringer Zahl auf Lager halten zu können. Außerdem wurden die Anlagekosten mit Rücksicht auf die gleichzeitige Entnahme von Licht- und Kraftstrom kleiner und die Wartung am geringsten.

Eine harte Nuß war die Verbindung des Stromerzeugers mit der Dampfmaschine, weil der Kraftraum außerordentlich eng war. Der übliche „Salon“ für die Dampfmaschine war nicht vorhanden. Die Maschine war vielmehr an einer sehr ungünstigen Stelle, gewissermaßen als Aschenbrödel, im Keller untergebracht, da in diesen alten Textilfabriken mit Rücksicht auf die Schwierigkeit des Wettbewerbs jeder auch nur leiseste Luxus von jeher vermieden wird. Die Unterbringung des Riemens von 500 mm Breite (Abb. 21 und 22) verlangte eine Verbreiterung des als Riemenscheibe ausgebildeten Schwungrades. Gleichzeitig mußte dieses Schwungrad eine Nebenscheibe tragen, die mit einem gesonderten Riemen, der schräg nach oben lief, die drei Stockwerke der darüber liegenden Weberei antreiben konnte. Das vorhandene Schwungrad der Dampfmaschine mußte also auf 500 mm verbreitert werden und gleichzeitig eine im Durchmesser kleinere und in der Breite schmalere Stufe ange-setzt werden, die die Riemenübertragung nach oben übernahm. Die Lieferung, nach Stichmaß und in Durchmesser und Bohrung genau passend, so daß keinerlei Nacharbeit beim Eintreffen nötig war, wurde von der „Bamag“ mustergültig ausgeführt.

Da der Betrieb auch nicht eine Stunde still gesetzt werden durfte, so blieben uns, um den elektrischen Betrieb einzurichten und den Umbau des Kondensationsbetriebes auf Unterdruckheizung vorzunehmen, nur die Nächte, sowie die Sonn- und Feiertage, insbesondere die Weihnachtsfeiertage, als einzige Zeit, um wirklich ohne Störung diese 30 Jahre alten und verrotteten Antriebe in eine zeitgemäß richtige Anlage zu verwandeln. Es kam dabei auf Stun-

den an. Wir machten uns daher wieder einen Ze...

Der Kraftkeller wurde zunächst umgebaut. Ga... hebliche Mengen alten Zementmauerwerkes waren f... neuen Riemetrieb zu beseitigen und außerdem die l... vorgelegelager, die auf gemauertem Sockel stand... versetzen. Da in dem Keller nur höchstens zwei... von Hand am Mauerwerk stemmen konnten, un... die Dampfmaschine durch den herumfliegenden Sta... die Mauerwerkreste nicht beschädigt werden du... wurde vier Wochen lang jeden Abend nach Stillege... Fabrik die Maschine mit Packpapier verschalt, gew... maßen in Papier eingepackt, und nunmehr mit Hil... Druckluftmeißeln und durch zwei Kolonnen zu je... Mann in der Nacht und an den Sonntagen die stö... Pfeiler aus altem, bestem Hartzement beseitigt.

Da im Riemenschacht im Gebäude 8 Veränd... vorgenommen werden mußten und da uns die Hau... gelegelager für bestimmte Antriebe zunächst fehl... wurden sowohl im Gebäude 8 und 9, wie im Erdge... des Gebäudes 10 vorläufige elektrische Antriebe... baut. Hierfür und für die Zusatzenergieverso... durch die Stadt mußte eine Transformatoren... so beschleunigt eingerichtet werden, daß der von ih... nommene Drehstrom einige Wochen vor der endgü... Umänderung zur Verfügung stand. Zu dem Z... wurde vorläufig die Steigleitung aus dem neu eing... teten Transformatorenraum in das Gebäude 8 v... ebenso die Stromzuleitungen nach dem Gebäude 9 v... geschaffen. Dann wurde in den drei Weihnacht... tagen die neue große Riemenscheibe unter schw... Umständen nach Durchbrechung der Außenmauer i... Keller hineingebaut. Ohne jeden Zwischenfall un... planmäßig konnte man nach dem Weihnachtsfe... Dampfmaschine wieder in Betrieb nehmen und in... Ruhe an den inneren Ausbau der elektrischen A... (endgültige Schalttafel- und Transformatorenan... gehen, ohne daß der Betrieb von der Veränderung... haupt etwas bemerkt hatte.

Die Schaltung, Abb. 23, wurde so vorgesehen, d... einzelnen Gruppen von Motoren sowohl auf Frem... wie auf Eigenerzeugung umgestellt werden könne... durch ist die Möglichkeit geschaffen, die Dampfma... stets mit gleichmäßiger Vollbelastung laufen zu... Durch einen selbstschreibenden Leistungsmesser wi... Maschinenwärter beobachtet, für den eine Prämie i... sicht genommen ist, falls er den ganzen Mona... gleichmäßige Belastung der Maschine erzielen wü...

Für den Antrieb der Werkstätten wurden i... Hauptsache Gruppenantriebe, nur bei wenigen Mas... Einzelantriebe gewählt. Das geschah schon aus... Grunde, weil man die vorhandenen, zwar alten, ab... in gutem Zustand befindlichen Trocken-, Schär-, Z... und Webmaschinen nicht mehr umbauen wollte.

Die Websäle wurden fast durchweg in Sträng... 10 bis 14 Webstühle eingeteilt. Diese Zahlen e... sich aus der vorliegenden Gebäudeform. Man erh... diese Weise nur Gruppenmotoren gleicher Größe, s... der Grundsatz durchgesetzt war, möglichst wenig... von Motoren, also auch möglichst wenige, ganz s... Ersatzteile in der ganzen Fabrik, zur Verwendu... langen zu lassen.

Dagegen konnte eine gleichartige Umlaufzahl f... Motoren nicht durchgeführt werden. Es wurden... nur Motoren von 1000 und 1500 Uml./min benutzt. U... Fußbodenraum nicht zu beengen, wurden die m... Motoren an der Decke oder auf einem Wandkonsol... gebracht.

Fabrik B

Die Fabrik B hatte in der großen Färberei f... Garne und Stücke eine Verbrauchsstelle für Fabrik... dampf von solcher Größe, daß bei normalem Betri... Winter der Auspuffdampf zum Waschen, Färber... Heizen ausreichte, zumal man in der Färberei u... der Wäsche mit Dampf von 110 bis 120° für W... und Kochzwecke auskommen konnte. Eine... einfache Gegendruck-Dampfmaschine, zunächst ohn...

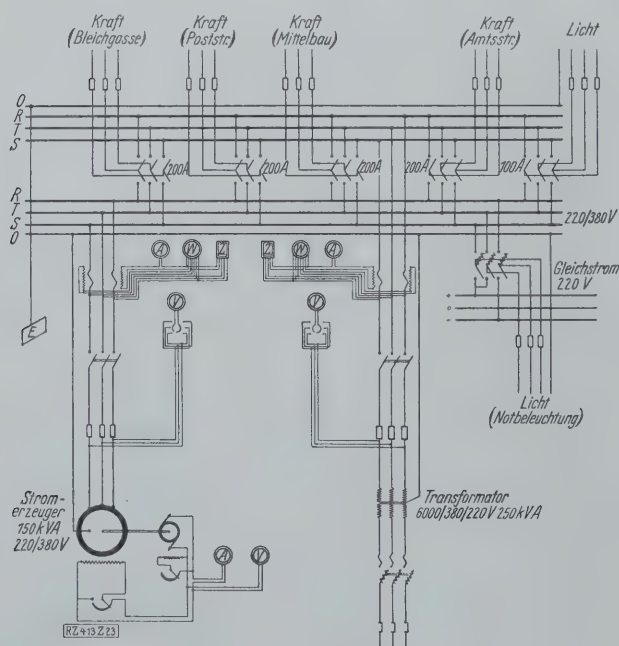


Abb. 23
Schaltbild für Werk A

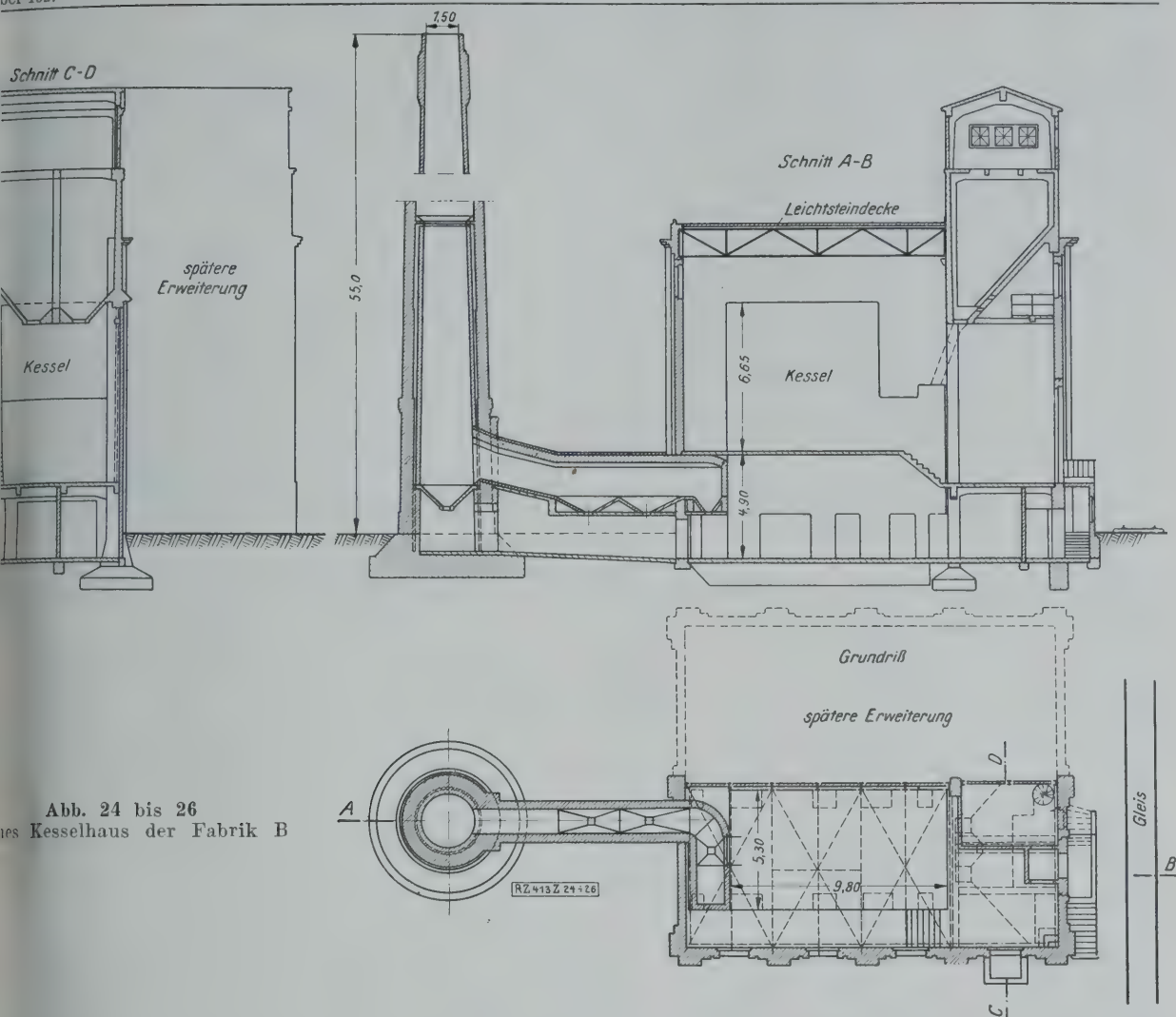


Abb. 24 bis 26
des Kesselhaus der Fabrik B

ren Kondensationsbetrieb, bildete also die mäßigste und billigste Lösung. Da aber auch die Möglichkeit vorhanden war, daß bei einer bestimmten Abfallsage das Färben der Stücke unnötig wurde, weil Stillliegen des Konfektionsgeschäfts und bei der ausbleibenden Beschäftigung durch Schuhstoffe die Stückzahl ausfiel, so wurde die Anbringung einer Kondensationsanlage und die Möglichkeit sie einzuschalten, sei es im Sommer, doch für zweckmäßig erachtet, da die geringe Mehrkosten in Rechnung zu stellen waren. Teil der vorhandene Dampfmaschine in der Fabrik B alt, schlecht und außerdem nur halb so groß wie nötig war, so wurde eine neue Maschine von der aufgestellt, die sowohl für Heizbetrieb mit Gegen- wie für Färbetrieb bis 1,5 at Gegen- mit allen Zwischenstufen einstellbar war.

uch in der Fabrik B waren besondere kraft- und technische Schwierigkeiten zu lösen, die darin bestanden, daß nur ein alter Flammrohrkessel von 100 m² Fläche mit einer auffälligen Fränkel-Vorfeuerung zur Verfügung stand, der für die völlig neu eingerichtete große Färberei neben dem alten Krempel- und Selfaktorenbetriebe in der Weise mehr ausreichte, wobei auch noch zu bemerken war, daß für das neue Krempelgebäude, Abb. 3, noch eine Heizung vorhanden war. Eine Untersuchung des alten Flammrohrkessels ergab die Befürchtung, daß der Kessel weder die Heizperiode und noch viel weniger die Beanspruchung durch die Versorgung der Färberei mit Dampf aushalten würde. Es wurde daher sofort (vergl. Abb. 8) ein Lokomobilkessel (80 PS) mit Treppenrostung angeschafft, da als Brennstoff außer den ziemlichen Preßkohlen nur Rohbraunkohlen aus den benachbarten Kohlengruben der Lausitz zur Verfügung

standen. Der Lokomobilkessel wurde mit dem vorhandenen alten Schornstein durch einen Saugzuglüfter verbunden. Bei Einzelbetrieb konnte jeder der vorhandenen Kessel mit dem für den einzelnen Kessel ausreichenden Schornstein betrieben werden, während bei gleichzeitigem Betrieb die Saugzuganlage eingeschaltet werden mußte. Diese Einrichtung hat sich während eines ganzen Jahres vorzüglich bewährt; sie gestattete, beide Kessel bis zur äußersten Hergabe ihrer Leistung auszunutzen.

Die ortsfest eingebaute Treppenrostvorfeuerung des Lokomobilkessels hat sehr gut gearbeitet. Sie gestattete, den bisherigen ausschließlich mit Preßkohlen geführten Betrieb durch einen in der Hauptsache mit Rohbraunkohle arbeitenden mit nur 10 vH Preßkohlenzusatz zu ersetzen. Der Kohlenverbrauch fiel, nachdem der Flammrohrkessel wieder ordentlich instandgesetzt war, und nachdem beide Kessel nicht mehr überlastet wurden, trotz Verdoppelung der Leistung der Gesamtanlage, auf etwa drei Viertel des früheren Kohlenverbrauchs. An dieser Stelle zeigte sich eindringlich, von wie einschneidender Bedeutung die richtige Bemessung und die zweckmäßige Ausnutzung der Dampfesselanlage für den Kohlenverbrauch ist.

Das Arbeiten des behelfsmäßig aufgestellten Kessels gestattete uns, das endgültige neue Kesselhaus in Ruhe zu entwerfen und an der Stelle aufzubauen, wo es am günstigsten lag. Abb. 3 zeigt den Platz neben dem alten Kesselhaus, unmittelbar vor der Färberei als der Hauptstelle für den Wärmeverbrauch. Der Kohlenplatz, der wegen des vorhandenen Bunkers zu einer Kohlenabladestelle zusammengeschrunpft ist, konnte also in die äußerste Ecke des an sich recht ungünstig geschnittenen Baugrundstückes gedrängt werden. Das alte Kesselhaus konnte dann nach Inbetriebnahme des neuen Kesselhauses verschwinden. Das neue Kesselhaus erhielt nach Abriß des alten die doppelte Breite, um unter Umständen einen zweiten Kessel zur Aushilfe aufnehmen zu können.

bei Betriebsfaktor 0,7:	490	360
-------------------------	-----	-----

rd. 420 kW

norm. dauernd

ens dauernd

izenbelastung

Zahlentafel 2 zeigt die Dampf- und Kraftverteilung der Fabrik B. Da die Verhältnisse für die Abdampfverwertung hier sehr günstig lagen, insofern als dem verhältnismäßig großen mechanischen Leistungsbedarf (Spinnerei, Reißerei, Kreppelei) ein dauernder großer Dampfbedarf gegenübersteht (Trocknerei, Färberei, Karbonisation), so ist nur noch eine Betrachtung darüber anzustellen, wie man der mit der Jahreszeit wechselnden Dampfentnahme für Heizung, Färberei und Waschzwecke begegnet. Die Aufstellung für den

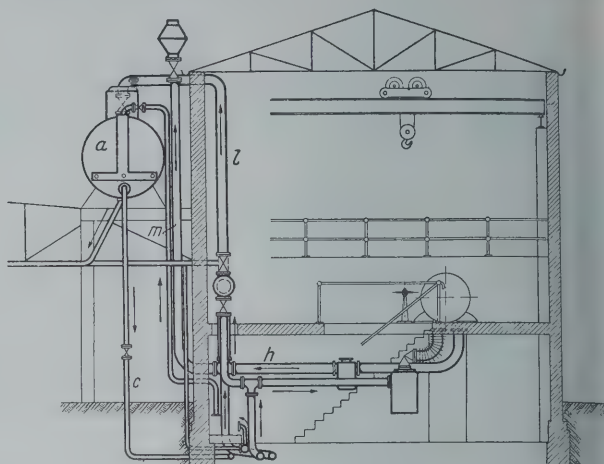
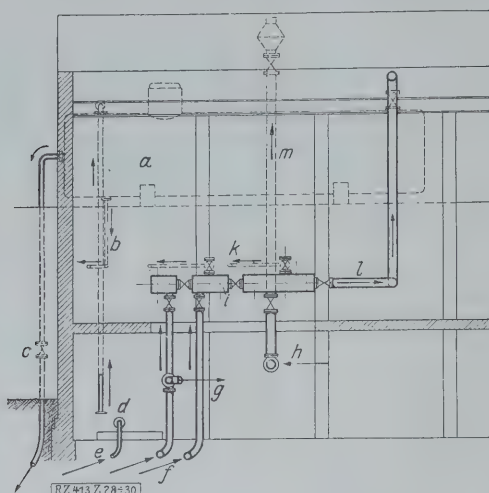
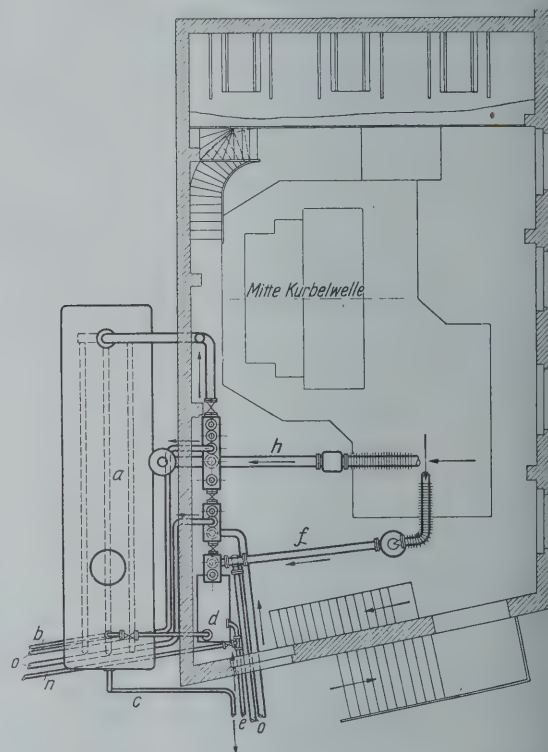


Abb. 27 bis 29
Rohrplan der Anlage für
Warmwasserspeicherung

- a Warmwasserbehälter
- b Warmwasser
- c Speisewasser
- d Pumpe
- e Reinwasser
- f Frischdampf
- g Frischdampf zur Maschine
- h Abdampf von der Maschine
- i Verteiler
- k Verbrauchsdampf
- l Dampf zum Warmwasserbehälter
- m Auspuff
- n Kaltwasser
- o Dampf



Kraftbedarf führte zur Wahl der Abdampfmaschine von 650 PS Dauerleistung bei 15 at Anfangs- und 1,5 at Enddruck.

Ich habe mich, trotz der recht eingehenden Angaben der Elektrofirmer über den Kraftbedarf der verschiedenen in Textilfabriken notwendigen Maschinen entschlossen, auf Grund eigener Erfahrungen und Versuche wesentlich andre Zahlen zugrunde zu legen, mit dem Ergebnis (vergl. oben), daß die Fabrik B, obwohl sie im Jahre 1925 anfänglich nur zu $\frac{1}{2}$ belastet war, mit einem $\cos \varphi = 0,75$ arbeitete, der bei steigender Belastung auf bereits 0,81 anstieg, und zwar ohne die Benutzung von Motoren mit Ausgleichwicklung, so daß wir ständig mit sehr ständig günstigen Stromverhältnissen rechnen können.

Aus der mechanischen Belastung der Maschinen ergab sich die verfügbare Abdampfmenge, die im vorliegenden Falle zeitweise, d. i. bei normalem Betriebe, die entnommene Dampfmenge übersteigt, während sie früh morgens bei der Dampfentnahmespitze nicht ausreicht. Damit ergab sich die Notwendigkeit der Dampfregelung, und es lag nahe, zu einem Wärmespeicher z. B. nach Ruths zu greifen, um das Abblasen des Dampfkessels zu bestimmten Zeiten am Vor- und Nachmittage, wenn die Färberei wenig oder keinen Dampf mehr verbraucht, zu verhüten. Mit Rücksicht auf die Kostspieligkeit eines Wärmedampfspeichers aber und mit Rücksicht auf den Umstand, daß es sich weniger um Dampfverbrauch als um Warmwasserverbrauch handelt, und daß dieser Warmwasserverbrauch in der

Hauptsache in den frühen Morgenstunden und in unmittelbarer Nähe der Mittagspause eintritt, wurde ein Warmwassergefäß aufgestellt, das aus einem alten Kessel von 40 m³ Inhalt bestand, der noch einen Betriebsdruck von 2 at zuließ, Abb. 27 bis 29 und 30.

In das Wasser des Kessels wird die überschüssige Dampfmenge hineingeleitet; sie wärmt es auf etwa 90° an. Dieses Warmwasser wird dann nach Bedarf in die Färberei geleitet und zum Ansetzen der „Flotte“, die nicht über 45° warm sein darf, morgens benutzt. Damit kann man sämtliche 8 bis 10 Bottiche ohne Dampfzusatz sofort und gleichzeitig mit Wasser füllen, ohne daß man an der Kesselanlage etwas merkt. Dann wird der entölte Gegenstand von 1½ at unmittelbar in die Bottiche geleitet und das Wasser zum Kochen gebracht. Sobald die Kochtemperatur erreicht ist, wird durch Drosseln des Zufuhrventiles der Druck verringert, mit dem sich die Druckmaschine gewissermaßen von selbst abfindet, das Gleichgewicht zwischen mechanischer Leistung und Dampfbedarf hergestellt. Dieser Betrieb arbeitet sehr frei und überaus billig.

Die Sohle der Einzylinder-Heißdampfmaschine wurde wieder so hoch gelegt, daß auch der höchste Grundstand der Grundmauer nicht schaden konnte.

Mit der Maschine gekuppelt ist ein Außenpolerzeuger für Drehstrom von 380/220 V Spannung.

ormatorenanlage liegt im Maschinenhaus, und zwar n sich die Transformatoren im Kellergeschoß, und die Anlage darüber in einem Zwischengeschoß. Beide sind durch eine Treppe zugänglich. Der Dampf, von dem Dampf mit Drücken von 15,5 und 1,5 at elieben von den verschiedenen Arbeitsgebieten ent- n werden kann, ist im Maschinenhaus unter dauern- fsicht des Wärters angebracht. Eine Zwischenstufe t ist für die Karbonisation notwendig und wird mit nes Druckminderventiles aus dem Hochdruckdampf at erhalten.

e ganze Anlage ist seit 1924 bis heute in vollem sfreiem Betrieb.

Schlußbemerkung

Schilderung der ausgeführten Umbauten beweist, möglich ist, unter Aufwand erheblicher und liebe- Arbeit aus einem sehr alten, infolge der nicht in che selbst liegenden Entwicklung verbauten Unter- mit unregelmäßigen, sprunghaften Transportwegen hlecht angeordneten Maschinen trotz der Mehrge- auten mitten in einer Stadt, in der die Ausdehnungs- eit überaus beschränkt ist, durch geeignete Ver- ngen, Zwischenbauten und Einfügungen eine

Neuere Blockwalzwerke und Trägerstraßen der Carnegie Steel Co.

ben veraltete Walzenstraßen der Homestead Steel der Carnegie Steel Co. sind durch eine neue An- bestehend aus einem Blockwalzwerk mit Walzen von m Dmr., einer Vorstrecke mit Walzen von 915 mm und einer 710/810 mm-Fertigstraße ersetzt worden. iessen Strecken sollen alle normalen Winkel von 150 mm bis zu Trägern und U-Eisen bis zu N.-P. 60 t werden. Hierzu werden Blöcke im Gewicht von s 5,4 t verwendet.

Das Blockwalzwerk wird durch einen Umkehrmotor von S bei 50 Uml./min angetrieben. Das höchste Dreh- t beträgt 276 000 mkg. Der Motor erhält Gleich- von einem Umformersatz, der aus einem Drehstrom- motor von 5000 PS bei 6600 V, einem 45 t- rgrad und zwei parallel geschalteten Stromerzeugern 00 kW bei 700 V und 368 Uml./min besteht.

e Blockschere wird durch einen Induktionsmotor von bei 220 V angetrieben. Nach dem Schneiden kommen cke in Wärmöfen, um dann zur Vorstrecke mit Walzen 5 mm Dmr. zu gehen. Die Vorstrecke besteht aus Duo-Umkehrwalzwerk, das durch einen Gleichstrom- für 5000 V angetrieben wird. Der Umformersatz für Antrieb besteht aus einem Induktionsmotor von S, einem 45 t Schwungrad und zwei parallel geschal- Stromerzeugern von insgesamt 2100 kW bei 700 V und ul./min.

nch dem Auswalzen geht die Bramme zu fahrbaren ischen, mit denen die vier Gerüste der 710/810 mm- recke mit je drei Walzen bedient werden. Das Walz- wird von einem Drehstrom-Induktionsmotor von S bei 6600 V und 98 Uml./min angetrieben. Zwischen amwalzengerüst und dem Motor befindet sich ein rgrad von 34,6 t und 8,38 m Dmr. Die gewalzten werden durch eine Warmsäge geschnitten, die von 250 PS-Motor angetrieben wird.

parallel zu dieser Anlage liegt das größte Blockwalz- las je gebaut ist, mit Walzen von 1370 mm Dmr. Die von 5,4 bis 13,6 t Gewicht werden in Brammen alzt, um Träger, Brammen für die Blechwalzwerke undstäbe daraus zu fertigen. Das Walzwerk wird em Umkehrmotor von der gewaltigen Leistung von S bei 40 Uml./min und einem höchsten Drehmoment 8 000 mkg angetrieben. Der Umformersatz besteht aus Antriebmotor von 5000 PS, einem 68 t-Schwungrad ei Stromerzeugern von insgesamt 3500 kW bei 700 V 8 Uml./min, die parallel arbeiten.

ei Mann bedienen die Haupt- und Nebenantriebe des rks in gleicher Weise wie bei dem 1120 mm-Block- rk. Die gewalzten Rundstäbe werden auf einer be- n Schere in Scheiben zum Auswalzen für Räder ge- n. Die warmen Brammen gehen unmittelbar zum n-Vorgerüst, wo sie einige Stiche empfangen, um leich weiter zur 1320 mm-Mittelstrecke zu gehen, wo tücke auf fast den fertigen Querschnitt ausgewalzt

„The Iron Age“ Bd. 119 (1927) S. 1815.

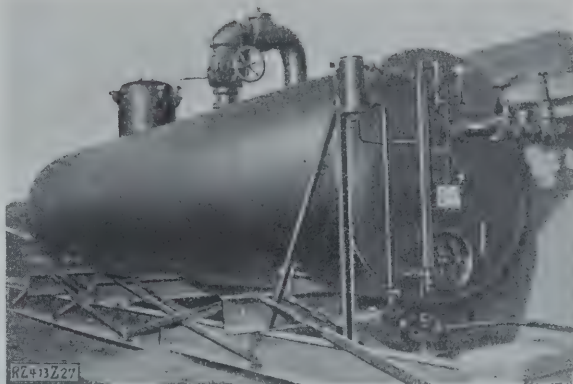


Abb. 30
Warmwasserbehälter

fließende Fertigung zu schaffen, die in einem rich- tigen Zwangslauf unter kürzesten Wegen bei äußerster Schonung der Werkstoffe auf die angestrebte Wirtschaft- lichkeit der ganzen Einrichtung hinwirken muß. [B 413]

werden, um dann endlich zum Fertiggerüst zu gehen. Die fertigen Träger werden auf Länge geschnitten und auf Lager gelegt.

Die Vor- und Mittelstrecken sind einander gleich, indem sie beide aus je einem Kant- und einem Hauptgerüst be- stehen mit wagerechten und senkrechten Walzen. Die Kant- gerüste werden von je einem Umkehrmotor von 2000 PS bei 57/163 Uml./min und die Hauptgerüste von einem Umkehr- motor von 7000 PS und 50/80 Uml./min angetrieben. Beide Motoren erhalten Gleichstrom aus einem Umformersatz von 6000 kW bei 7000 V. Das Fertiggerüst wird von einem dreiphasigen Induktionsmotor von 4000 PS bei 6000 V und 83 Uml./min angetrieben und hat wagerechte und senk- rechte Walzen und ein nicht verstellbares Kaliber. Die An- lage ist mit 61 Kranen für Leistungen von 5 bis 275 t ausgerüstet.

Amberg, Oberpfalz

[N 649]
H. Illies

Kleindampfturbine mit zwei Geschwindigkeitsstufen

Gelegentlich der Schiffs-, Ingenieur- und Maschinen- Ausstellung in der Olympia-Halle zu London führte die Firma Scott & Hodgson, Manchester, eine einstufige Klein- dampfturbine mit radialer Dampfströmung vor, die sich namentlich auch dazu eignen soll, z. B. in Textilfabriken ölhaltigen Abdampf von Kolbenmaschinen auszunutzen und als ölfreien Heizdampf weiterzuliefern. Die Turbine hat ein einziges Laufrad; dieses ist am Umfang mit Schaufeln versehen, die aus einer Hauptdüse und einer Überlastdüse beaufschlagt werden, und trägt an einer Seite zwei Umleit- kanäle, die den einmal im Schaufelkranz ausgenutzten Dampf an einer andern Stelle in entgegengesetzter Richtung wieder diesem Schaufelkranz zuführen, so daß er noch einmal ausge- nutzt wird, bevor er das Gehäuse verläßt. Die Turbine wird schon für 0,5 PS Leistung bei 2000 Uml./min für Dampf von nicht mehr als ¼ at Überdruck zum Antrieb von Gasgebläsen gebaut; sie braucht vor dem Anlassen nicht angewärmt zu werden. („Engineering“ 30. September 1927 S. 422/23*)

[N 893 a]

H.

Metallwaschmaschine

In den Werken der Oakland Motor Car Co., Pontiac, Michigan, ist eine Metallwaschmaschine zum Waschen und Abspülen von Kraftwagenteilen, die in den mechanischen Werkstätten fertig bearbeitet sind und einen Farbenanstrich erhalten sollen, von der Firma Detroit Sheet Metal Works, Detroit, aufgestellt worden. Die Werkstücke werden an eine Einschienen-Kettenbahn angehängt, deren Geschwindig- keit nach der Zahl der täglich fertiggestellten Wagen ge- regelt wird. Die einzelnen Teile durchlaufen in der Wasch- maschine drei Stufen, und zwar eine Waschvorrichtung und zwei Abspülvorrichtungen, die je 4,8 m³/min Wasser ver- brauchen. Mittels einer Kreiselpumpe wird das Wasch- wasser, nachdem es gereinigt ist, den Vorrichtungen wieder zugeführt. Unmittelbar an die Metallwaschmaschine ist ein Trockenofen angebaut. Täglich können Teile für 800 bis 1000 Kraftwagen gereinigt werden. („The Iron Age“ 22. Sep- tember 1927 S. 788*) [N 893 d]

Gw.

Die Entwicklung der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart seit 1906¹⁾

Von R. Baumann und O. Graf, Stuttgart

Beziehungen der Materialprüfungsanstalt und ihres Gründers zum Verein deutscher Ingenieure — Kurze Beschreibung der seit 1906 geschaffenen Einrichtungen der Materialprüfungsanstalt — Arbeitsweise in der Anstalt (Unterricht, Forschung, Unfalluntersuchung usw.)

Hierzu Textblatt 11 und 12

Am 17. November 1907 hat C. Bach, Ehrenvorsitzender des Württembergischen Bezirksvereines, über die Verlegung der Materialprüfungsanstalt aus dem Hauptgebäude der Hochschule nach ihrem jetzigen Standort berichtet²⁾; er hat dabei hervorgehoben, daß sein Wunsch, die Materialprüfungsanstalt zu fördern, vom Ingenieur-Verein bereits bei ihrer Errichtung vor 45 Jahren tatkräftig unterstützt worden ist. Wer jenen Vortrag gehört hat oder ihn wieder liest, wird an eine Zeit besonders fruchtbarer Zusammenarbeit zwischen Ingenieur-Verein und Materialprüfungsanstalt erinnert. Wir finden dabei Anregungen und Wünsche, die noch gelten und die sich heute im Hauptverein verstärkt

¹⁾ Vorgetragen von O. Graf am 22. März 1927 im Württembergischen Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure anlässlich des 80. Geburtstags von C. Bach, für den erkrankten Vorstand R. Baumann.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 52 (1908) S. 241.

Abb. 1
Umfang der
Räume von 1884
im Keller des
Hochschulgebäudes



Abb. 2
Umfang der
Räume von 1905
im eigenen
Neubau

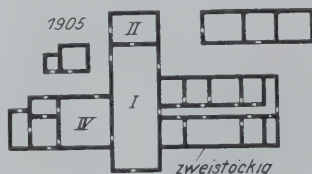


Abb. 3
Jetziger Zustand

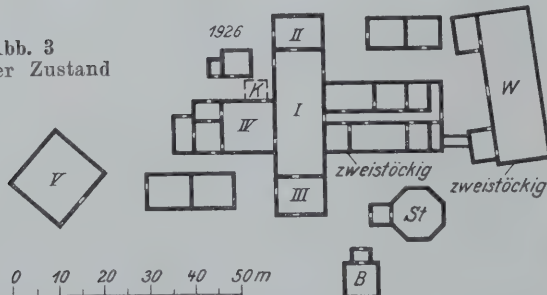
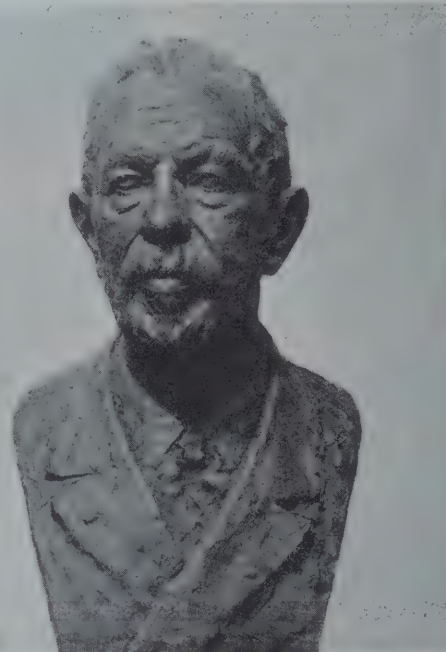


Abb. 1 bis 3. Entwicklung der Materialprüfungsanstalt
an der Techn. Hochschule Stuttgart

B Gebäude zur Erforschung der Widerstandsfähigkeit
der Baustoffe bei hohen Temperaturen
K Kühlraum unter dem Hof
St Haus zur Prüfung von Straßendecken
W Neue Werkstatt
I Große Versuchshalle
II Versuche bei höherer Temperatur
III Große Versuchsmaschinen
IV Dauerversuche
V Herstellung von Betonkörpern usw.



C. Bach 1927
(von Prof. Janssen)

und bereichert auswirken. Wir zum 80. Geburtstag die Entwicklung der Materialprüfungsanstalt verfolgen, die 1922 geleitet hat, so ist die nach nicht bloß ein dank Gedenken für den Gründer, sondern auch die Erinnerung an seine Arbeiten, an Aufgaben und Leistungen des Vereins, an der er in so hervorragendem Teil hat, auch ein Mahnmal für den Verein zu neuer Tatkräftigkeit im Hinblick auf das weitere Bestreben der Meistern Errungenschaften.

Im Jahre 1906 bezog die Materialprüfungsanstalt die in Abb. 2 und Abb. 3 sichtlichen Gebäude, wozu Abb. 1 den Umfang von 1884, Abb. 2 den Umfang von 1905 und Abb. 3 den heutigen Zustand zeigt. In der Mitte liegt die Versuchshalle I, Abb. 5^{2a)}, nach der sich die Halle II, Abb. 6, und die Halle III, Abb. 7, anreihen. Die Halle I ist für Versuche mit Maschinen in hohen Temperaturen bestgeeignet. Die Halle II enthält die Pumpen und den Akkumulator für Drucköl. Links von der Halle I lag die mechanische Werkstatt, die jetzt Versuchsraum geworden ist; unter dieser ehemals

Werkstatt sind zwei Erdgeschoßräume geplant. Von Halle I liegt das Verwaltungsgebäude mit den Räumen der Ingenieure; ferner sind hier die Räume für die Metallographie, sowie für die Prüfung von Zement und Traß untergebracht.

Schon kurz nach der Inbetriebnahme waren umfangreiche Arbeiten auf dem Gebiete des Bauwesens zu erwarten, für die neuer Raum nötig war. 1910 wurde deshalb eine Werkstatt an der Poststraße errichtet, die heute die Halle V, Abb. 3, bildet. Auch war eine große Maschine zur Prüfung von Decken und Trägern bis 6 m Abstand und Belastungen bis 160 000 kg beschaffen³⁾. Diese Maschine, Abb. 7, ist mit Einrichtungen im Laufe der Zeit eine viel benutzte.

^{2a)} s. Textblatt 11 mit Abb. 5, 6 und 8; Textblatt 12 enthält 10 bis 14.

³⁾ Vergl. Heft 30 des Deutschen Ausschusses für Eisenbau.



Abb. 4
Außenansicht der Materialprüfungsanstalt im Jahre 1927

Baumann und Graf:
Entwicklung der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart

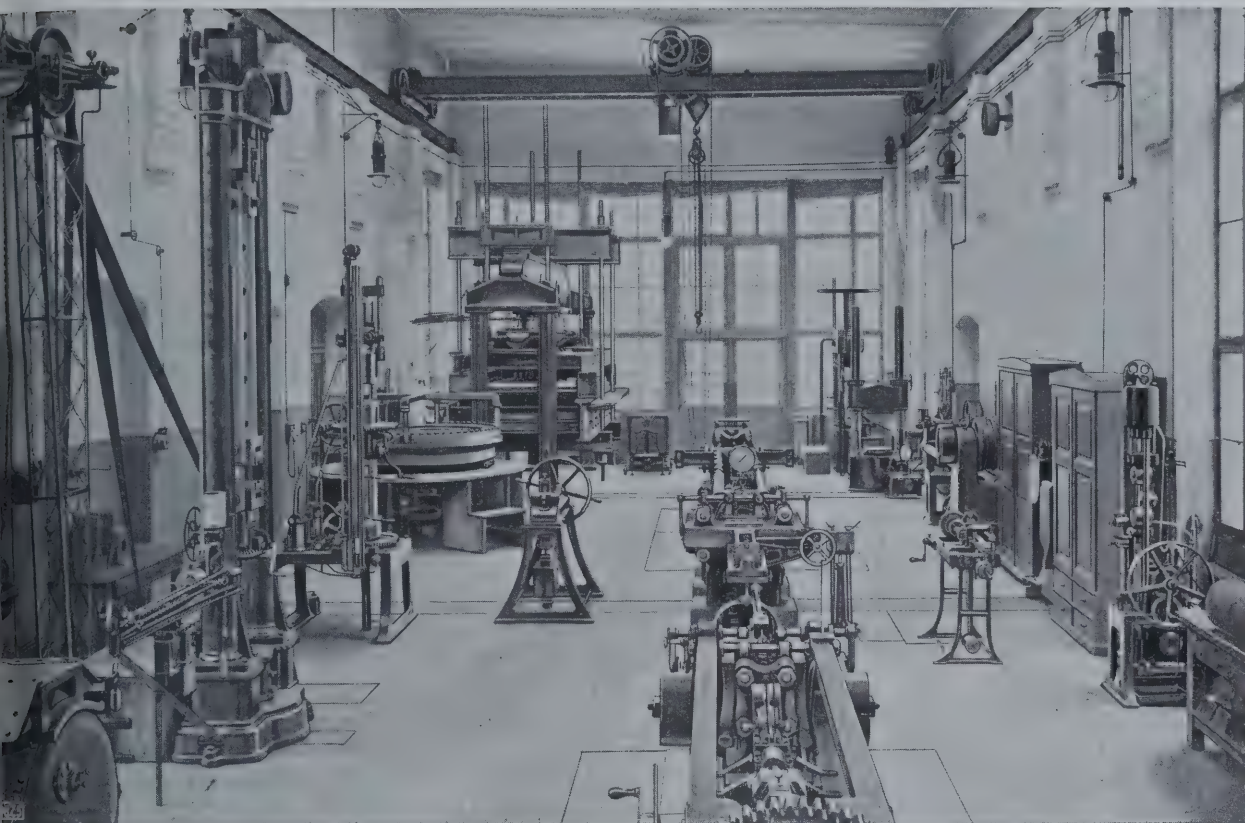


Abb. 5
Große Versuchshalle I

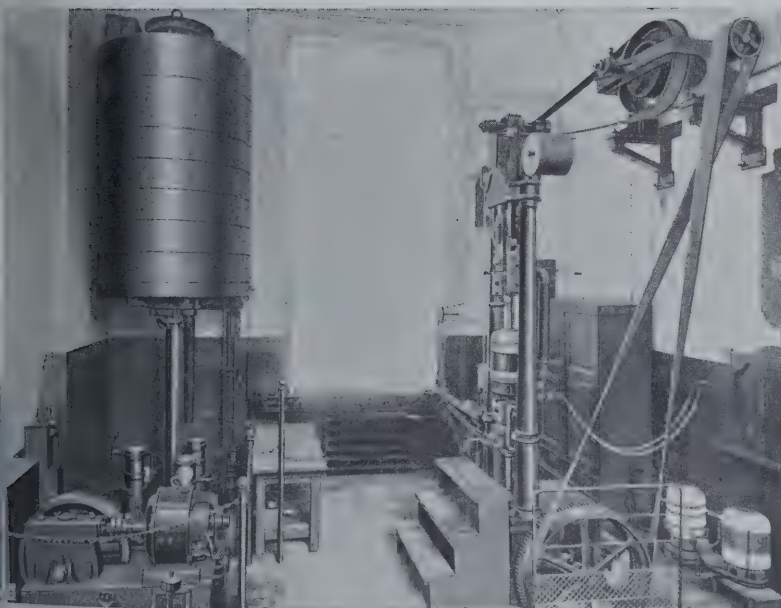


Abb. 6
Halle II für Versuche mit Metallen in hohen Temperaturen

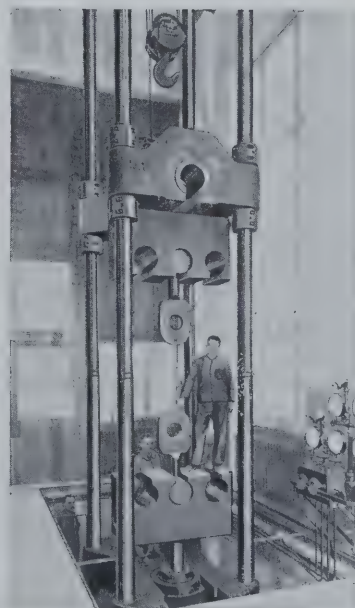


Abb. 8
Zugmaschine für 500 t Zugkraft

Baumann und Graf:
Entwicklung der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart

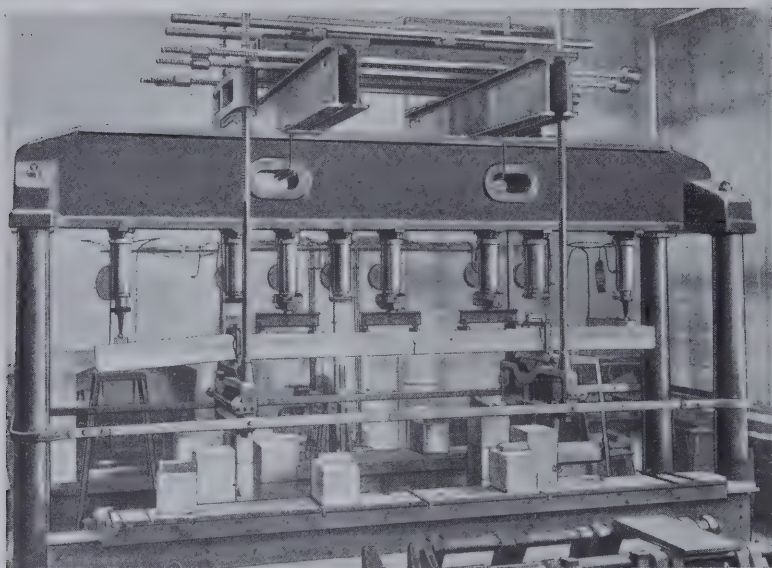


Abb. 7
Maschine zur Prüfung von Decken und Trägern bis 6 m
Auflagerentfernung und 160 000 kg Belastung

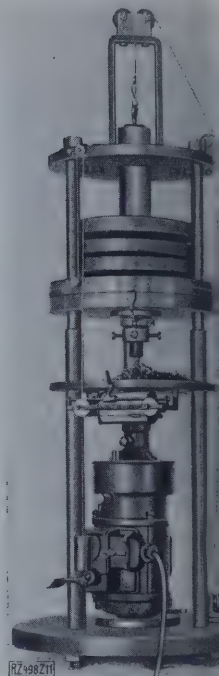


Abb. 12 (rechts)
Maschine zur
Feststellung der
Bearbeitbarkeit
der Metalle

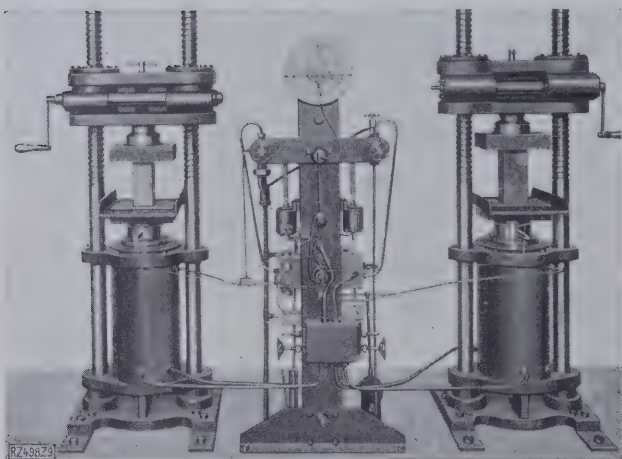


Abb. 10
Maschine zur Feststellung des Verhaltens von Bau-
stoffen bei oftmals wiederholter Druckbelastung

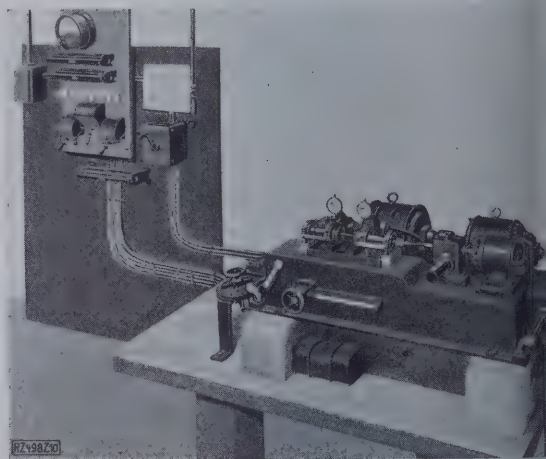


Abb. 11
Maschine zur Ermittlung der Schwingungsfestigkeit
von Metallen

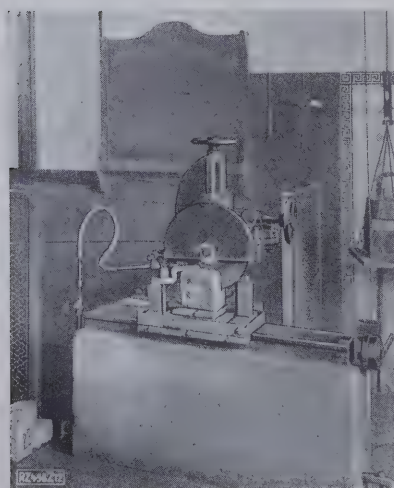


Abb. 13. Maschine für die Bearbeitung
von Natursteinen

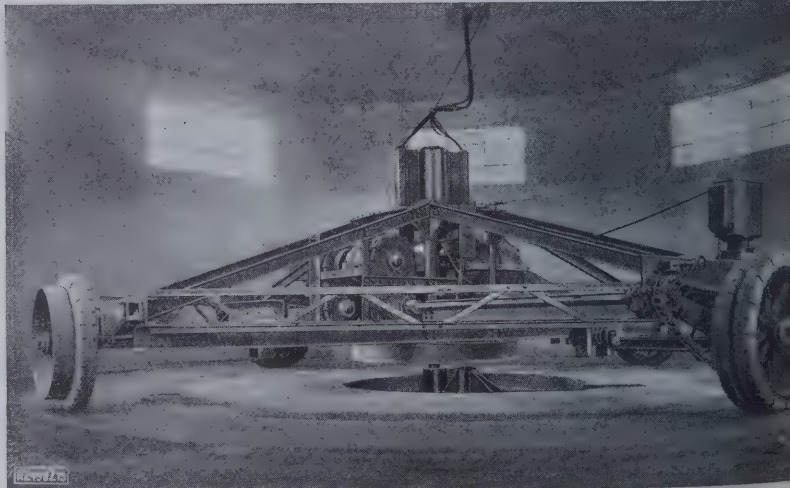


Abb. 14
Versuchseinrichtung zur Prüfung von Straßendecken

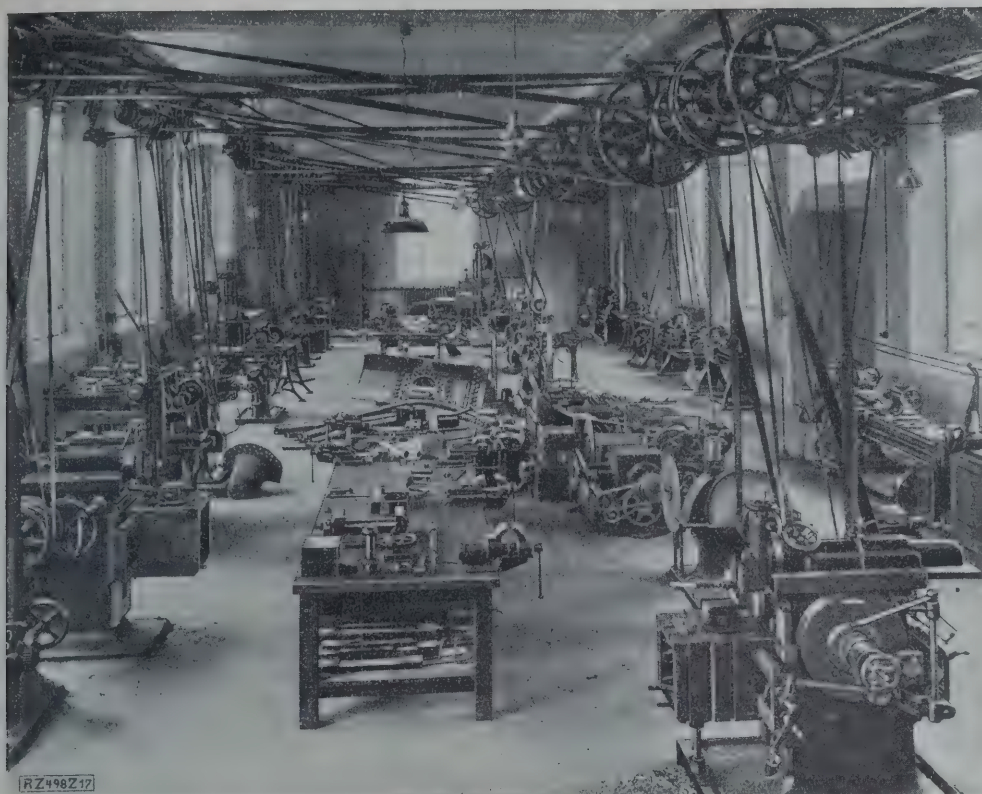


Abb. 9. Mechanische Werkstätte

ng geworden, weil man mit ihr die Bauteile unter
erschiedenartigen Verhältnissen untersuchen kann.
Ausdehnung gewannen die metallographischen
chungen⁴⁾; sie können in bedeutendem Umfang
en werden.

ben der allgemeinen Tätigkeit war für die Aus-
ung mit kleinen Einrichtungen Sorge zu tragen.
i uns entstanden und inzwischen vielfach ein-
ten Kraftmesser⁵⁾ haben an andern Stellen zur
ng verwandter Einrichtungen Anlaß gegeben.

wenigen Jahren wurde der Raumbedarf so groß,
ne neue Erweiterung der Anstalt nicht zu umgehen
ei Kriegsausbruch waren die Vorarbeiten für eine
nde Vergrößerung eingeleitet worden; sie mußten
ochen werden. Zunächst hat das Ingenieur-La-
rium der Technischen Hochschule einige Neben-
zur Verfügung gestellt, um den dringendsten Be-
ssen entsprechen zu können. Im Jahre 1922 wurde
III, Abb. 3, auf Antrag von Bach als Notstands-
errichtet. Halle III ist höher als die älteren
; sie ist für besonders schwere Maschinen be-
und hat deshalb einen Laufkran für 12 500 kg
raft mit elektrischem Hubwerk, dessen Beschaf-
it den vom Staat bewilligten bescheidenen Mitteln
eutter von der Firma Deutsche Maschinenfabrik
ermöglichte. In jüngster Zeit konnte in dieser
eine Zugmaschine für 500 000 kg Zugkraft auf-
werden, Abb. 8. Ihre Aufstellung ist nach jahre-
Sammlung durch das verständnisvolle Eintreten
heimrat Dr. Lippart und mit vielen Sachstif-
aus der Industrie seitens der Materialprüfungs-
möglich geworden. Die Halle III enthält ferner
t-Maschine für genaueste Kraftmessungen.

der gleichen Halle haben wir bis jetzt noch das
ment für eine große Druckmaschine, da die vor-
e Presse zwar für Knickversuche viel gebraucht
bis 9,5 m Höhe⁶⁾, hinsichtlich der Kraftäußerung
chon längst nicht mehr genügt.

1923 hat Emil Kübler unter dem Hof der Anstalt
einen stattlichen Kühlraum errichten lassen, K, Abb. 3.
Die Maschinenfabrik Eßlingen stiftete die zugehörigen
maschinellen Einrichtungen. Infolge der Erweiterung
können umfassende Versuche über das Verhalten von
Werkstoffen in niedriger Temperatur ausgeführt werden;
inzwischen sind damit wertvolle Feststellungen gemacht
worden⁷⁾.

1924 war der Vorstand der Anstalt genötigt, den
Bau einer neuen Werkstatt zu beantragen; sie ist an
der Cannstatter Straße errichtet, W, Abb. 3, und schließt
sich über eine Brücke an das alte Hauptgebäude an. Das
neue Werkstattgebäude enthält im Erdgeschoß die Trans-
formatorenanlage nebst Schalttafel, sowie die mechanische
Werkstätte, Abb. 9. Trotz der schweren Zeit ist es gelun-
gen, die Einrichtung ohne staatliche Beihilfe zu vollenden,
unter entgegenkommender Hilfe der Industrie. U. a. erhiel-
ten wir einen Transformator zum Anschluß an das städti-
sche Hochspannungsnetz von der Firma A. Thyssen, Mül-
heim a. d. Ruhr, 30 m Kugellagertransmission nebst Riemen-
scheibe von der Firma SKF-Norma, Berlin, eine große
Kaltsäge von der Firma Gustav Wagner, Reutlingen, eine
große Drehbank von der Firma Gebr. Böhringer, Göp-
pingen, eine Shapingmaschine von der Firma Dr. Morgen-
stern, Fürth, elektrische Einrichtungen von der Firma
Reißer, Elektrizitäts-A.-G., Stuttgart, und der Maschinen-
fabrik Eßlingen. Im Obergeschoß sind hauptsächlich die
Einrichtungen zum Glühen, Härten und Schmelzen von
Metallen untergebracht; durch die hier befindlichen Ein-
richtungen, hauptsächlich vom Gaswerk der Stadt Stutt-
gart, Dr.-Ing. E. h. Otto Dick, Eßlingen, der Firma
Fried. Krupp A.-G., Essen, und den Siemens-Schuckert-
Werken gestiftet, wurde das Gebiet der Metallunter-
suchung wesentlich gefördert.

Nach Fertigstellung der neuen Werkstatt wurde die
alte frei für neue Einrichtungen und für solche, die in
der großen Versuchshalle I wenig zugänglich aufgestellt
waren. In der Hauptsache wird sie Einrichtungen für die
Prüfung von Werkstoffen bei oftmals wiederholter Be-
lastung aufnehmen. Einen Teil dieser Einrichtungen
zeigen Abb. 10 und 11. Sodann ist hier eine neue Maschine

⁴⁾ Bach und R. Baumann, Festigkeitseigenschaften und
ider, 2. Auflage; Berlin 1921.

⁵⁾ Bach und R. Baumann, Elastizität und Festigkeit, § 8;
24; Bach und Graf, Heft 44 des Deutschen Ausschusses für
on.

⁶⁾ Bach, Z. Bd. 57 (1913) S. 1969.

⁷⁾ Vergl. Graf, Heft 57 des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton.

zur Feststellung der Bearbeitbarkeit der Metalle aufgestellt, Abb. 12. Neben der Halle IV ist die Werkstatt für die Bearbeitung von Natursteinen neu eingerichtet worden, Abb. 13. Auch befindet sich dort ein Kompressor, von Dr.-Ing. Roser und Dir. Bätzner gestiftet, der neue Arbeitsmöglichkeiten schafft.

So war über die Räume bereits bei ihrer Bereitstellung wieder verfügt. Für weitere Aufgaben mußten neue Räume gefunden werden. Die Entwicklung des Straßenverkehrs ließ bereits vor Jahren die Aufnahme von Straßenprüfungen wünschenswert erscheinen. Dank der Unterstützung durch das Ministerium des Innern, durch die Stadt Stuttgart und vor allem durch die Beihilfe von Ludwig Bauer, Stuttgart, und Karl Kälble, Backnang, ist es gelungen, eine Einrichtung zur Prüfung der Straßendecken zu erhalten, u. W. als erste derartige auf dem Kontinent. Abb. 14 zeigt das Innere des Hauses, St in Abb. 3, mit der Versuchseinrichtung. Wir pflegen damit die Forschung auf dem Gebiete des Straßenbaues in Fortsetzung der vielen Versuche mit Straßenbaumaterialien, die Bach seit Gründung der Anstalt durchgeführt hat.

Kurze Zeit darauf ging ein weiterer alter Wunsch in Erfüllung durch Errichtung des Gebäudes B, Abb. 3, das der Erforschung der Widerstandsfähigkeit der Baustoffe bei Einwirkung hoher Temperaturen gewidmet ist. Seit mehr als einem Jahrzehnt war die Anstalt bestrebt, eine Einrichtung zur Untersuchung von Bauteilen und Gebäuden im Feuer zu erlangen, die weniger unvollkommen war als das bisher Übliche. Es war ein besonderes Bauwerk nötig. Die Gebäudebrand-Versicherungsanstalt (Präsident Dr. Scheurlen, Oberbaurat Burger), mehrere Feuerversicherungsgesellschaften, die württembergischen Ministerien und die Stadt Stuttgart, vor allem Dr. Freytag, Frankfurt a. M., haben uns die Schaffung des Gebäudes und seiner Einrichtung ermöglicht.

Aus der Schilderung der räumlichen Entwicklung ist zu entnehmen, daß die Inanspruchnahme der Anstalt außerordentlich gewachsen ist. Auf allen Arbeitsgebieten waren Erweiterungen nötig, und die Arbeitsverfahren mußten vertieft werden. Daß dieses Vorgehen richtig war, finden wir durch die rasch wachsende Beanspruchung mit schwierigen Aufgaben bestätigt. Die zahlreichen kleinen Aufträge zur Untersuchung von Werkstoffen als Hilfsmittel der laufenden Werkstoffabnahme sind stetig gewachsen; noch bedeutend mehr gesteigert haben sich die Aufgaben, die bei der Einführung neuer Stoffe auftreten, namentlich durch Verfolgung von Eigenschaften, die in den Abnahmevorschriften noch nicht genannt sind oder waren. Für zahlreiche Stoffe sind Prüfverfahren entwickelt worden, die bei der Aufstellung von Normen zur Verfügung gestellt werden konnten.

Eine große Bedeutung hat die Feststellung der Ursachen von Schadenfällen auf allen Gebieten gewonnen, ferner die Beratung in der Wahl und der Behandlung der Werkstoffe für neue Konstruktionen und namentlich für neue Bauwerke, auch Bearbeitungs- und Verarbeitungsfragen sind wichtig geworden.

Ein anderes lehrreiches Bild der Entwicklung der Anstalt zeigt Abb. 15. 1884 begann der Gründer der Anstalt mit einer Hilfskraft. 1905 waren 10 Personen tätig, 1914 schon 37. Infolge des Krieges und der Geldentwertung senkte sich die Zahl der Arbeitskräfte vorübergehend. Ende 1926 arbeiteten 59 Personen in der Anstalt, heute sind es 64. Der Auftragbestand ist derart, daß wir mit einer weiteren Vermehrung rechnen müssen, wobei uns die Beschaffung der Arbeitsplätze für die Ingenieure große Sorge macht.

Soweit bis jetzt die Tätigkeit der Anstalt zu schildern war, geschah dies hinsichtlich der Arbeit für Industrie und Handwerk. Diese Tätigkeit, begleitet von einem lebhaften Erfahrungsaustausch mit den Auftraggebern, wirkt außerordentlich befruchtend auf den andern Teil unserer Tätigkeit als Unterrichtsinstitut der Technischen Hochschule. Der Unterricht ist in der Ausführung

völlig getrennt von den Arbeiten für Industrie, Handwerk und Handel, sowie von den wissenschaftlichen Arbeiten. Die Studierenden beteiligen sich an der Erledigung der Arbeiten für die Industrie streng geheimgehalten werden. Grundlegend ist schon von dem Schöpfer der Anstalt vertretene Meinung, daß die Studierenden alles selbst ausführen müssen, also Vorführung von Untersuchungen schließen ist. Für diese Arbeitsweise ist die Bildung kleiner Arbeitsgruppen nötig, früher aus drei, vier bis acht Studierenden bestehend, die durch Assistenten Anleitung erfahren und wöchentlich arbeiten. Der Unterricht bedingt eine starke Inanspruchnahme der Anstaltsmittel und der Lehrer, die den Unterricht zu erteilen haben⁸⁾.

Außerdem wird möglichst oft Gelegenheit genutzt, die in der Materialprüfungsanstalt gewonnenen Ergebnisse der Allgemeinheit zugänglich zu machen, dies erlaubt ist, vor allem durch Kurse in der Materialprüfungsanstalt selbst, sodann durch Vorträge in Fachvereinen. Z. B. sind im letzten Jahr zwei Kurse für Revisionsingenieure, ein Kurs für Gewerbetreibende und ein Kurs für Gießereingenieure abgehalten worden.

Schließlich soll die Materialprüfungsanstalt eine Forschungsstätte sein. Die Aufgaben, die Anlaß zu

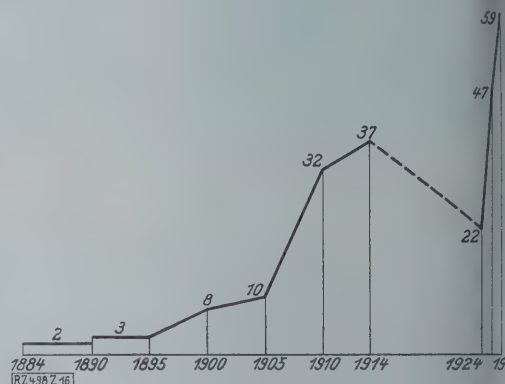


Abb. 15
In der Materialprüfungsanstalt tätige Arbeitskräfte

schonungsarbeiten geben, müssen unmittelbar den technischen Erfordernissen entspringen, wenn sie der T Nutzen bringen sollen. Die Erfordernisse zu erkennen und geben die Arbeiten für Industrie und Handwerk, vor allem die Schadenfälle, Gelegenheit. Zur Durchführung dieser Aufgaben, die sich in dieser Weise herausstellen, selbstverständlich fortlaufend erhebliche Mittel notwendig aus Stiftungen und von den großen, wissenschaftlichen Verbänden von Fall zu Fall unter persönlicher Verantwortung zu erbitten sind. In einer stattlichen Reihe von Arbeiten zusammenfassender Art ist weiterhin die systematische Ordnung der jeweils vorhandenen Kenntnisse angestrebt, ein Ziel, das sowohl für die Fortführung der Forschungsarbeiten als auch für die Nutzbarmachung der Ergebnisse scharf im Auge zu behalten ist.

Die Einstellung der Materialprüfungsanstalt zu diesen Aufgaben ist nicht fremd. Man sieht daraus, daß überhaupt in unserer Entwicklung, ein Stück der Leistungen des Jubilars. Dem von Bach gegebenen Bild wird auch in Zukunft nachgeeifert werden. Diesem Versprechen stellen wir uns nur in der Person der vielen Männer, die das von Bach Errungene übernommen haben und mit seinen Erkenntnissen als Ingenieure Mensch wirken wollen. Der Ingenieur-Verein will das Errungene wach halten. Er tat dies durch die Stiftung der schönen Büste (Titelbild), die Prof. Janssen geschaffen hat und die an der Materialprüfungsanstalt ihren Platz finden wird. [B]

⁸⁾ R. Baumann, Unterricht im Materialprüfungswesen, (1926) S. 13.

Ein neuer Schallmesser für die Praxis

Von H. Barkhausen, Dresden¹⁾

Praktischer Wert der Schallmessung. Großer Unterschied zwischen physikalischer und physiologischer Lautstärke, von denen praktisch allein die letztere wichtig ist. Der neue Schallmesser ist ein in physiologischen Lautstärkeeinheiten geeichter Maßstab. Essen durch Vergleich mit beiden Ohren. Es gibt noch kein Maßsystem; Vorschläge dafür. Schwellwerteinheit. Wien- und Phon-Skala. Anwendungsbeispiele.

ht und Schall gehören schon seit undenklichen Zeiten zu den für den Menschen wichtigsten Dingen. Eine eigentliche Lichttechnik gibt es aber t wenigen Jahrzehnten, und von einer eigentlichen Technik kann man auch heute noch nicht reden. doch dazu die wichtigste Voraussetzung für jede Technik: Ein Meßverfahren und eine Maßeinheit. rund dafür liegt nahe. Wir besitzen ohne alle k in unsern Augen und Ohren an sich schon vollkommene und sinnreiche Empfangsorgane ht und Schall. Und die dazu gehörige Lichtquelle uns die Sonne auch heute noch ganz umsonst in zu erreichender Mächtigkeit und Fülle, während quellen fast mit jeder Bewegung in der Natur versind, und wir außerdem noch selbst im Kehlkopf nen recht kräftigen und modulationsfähigen Schall- verfügen.

ne Lichttechnik war erst erforderlich, als r weiteren Entwicklung der rastlosen Menschheit ie Nacht durch künstliche Lichtquellen zum Tage t werden mußte. Zur Schalltechnik treibt die entgegengesetzte Forderung, die Unruhe des und der immer mehr zum Tage werdenden Nacht zu n. Die wichtigste Aufgabe einer modernen Schall- ist also, die vielen unbeabsichtigt entstehenden Ge- messend zu untersuchen und auf ein von Fall zu stizulegendes erträgliches Maß zu dämpfen. Weiter s aber auch immer wichtiger, die vielen absichtlich nalzwecken erzeugten Töne bezüglich ihrer Laut- zahlenmäßig zu kennzeichnen, damit man jeweils eignete Lautstärke vorschreiben kann. Auch ist ine Verbesserung an diesen Geräten erst dann bar, wenn sie zahlenmäßig angegeben werden Es besteht daher zweifellos ein Bedürfnis nach Gerät, das die Lautstärke beliebiger Töne oder sche zu messen gestattet.

n bequemsten dazu wäre ein Gerät, das an einem unmittelbar die Lautstärke des Schalles abzulesen ste. Das würde zunächst wegen der außerordent- leringen Schall-Energie Schwierigkeiten machen, er mit Verstärkern wohl zu überwinden wären. ein solches Gerät besäße praktisch nur eine beschränkte Bedeutung; denn jedes Gerät kann erständlich nur durch die physikalische Lautstärke, röße der Luftdruckschwankungen, betätigt werden. wir aber praktisch messen wollen, ist die physio- ie Lautstärke, wie laut uns der Schall erscheint, er unser Ohr trifft. Beide Größen laufen aber us nicht parallel, ja, es besteht zwischen ihnen upt kein eindeutiger Zusammenhang. Ein einfacher h möge dies erläutern. Schaltet man einen Laut- er und einen elektrischen Strommesser hinterein- so daß der Ausschlag am Strommesser nahezu ver- gleich der physikalischen Lautstärke ist, und schickt nächst durch beide Geräte einen Wechselstrom von 1/2, so schlägt der Strommesser über den ganzen reich aus, aber man hört nur ein ganz leises Brum- Schickt man jetzt einen viel schwächeren Wechsel- aber von anderer Frequenz, nämlich von 500 Hertz, h, so rührt sich der Zeiger am Strommesser kaum n hört doch einen recht lauten Ton.

se Erscheinungen sind zuerst von Max Wien^{1a)} r untersucht worden. Er fand, daß die Töne von 1) Hertz physiologisch am wirksamsten sind, daß die mkeit sowohl in Richtung der tieferen, als auch ernen Töne zunächst langsam, dann schneller ab-

nimmt. Die ganz tiefen Töne von 50 Hertz sind 10 000 mal so wenig wirksam! Wien ermittelte dies aus Schwell- wertmessungen, indem er für verschiedene Frequenzen die Stromstärke im Kopfhörer bestimmte, die gerade eben noch hörbar war. Seine Ergebnisse gelten aber auch für beliebige Lautstärken. Denn wenn man zwei beliebige Töne oder Geräusche vom Schwellwert aus um gleich viel steigert, so bleiben sie für unsre Empfindung stets gleich laut²⁾.

Man muß also streng zwischen der physikalischen und der physiologischen Lautstärke unterscheiden. Prak- tisch wichtig ist im allgemeinen nur die letztere. Soll daher ein von der physikalischen Lautstärke betätigtes Gerät die physiologische Lautstärke anzeigen, so muß es in sich einen Umrechnungsfaktor enthalten, der die phy- siologischen Eigenschaften des menschlichen Ohres wie- dergibt, die bei der Lautstärkenempfindung mitwirken. Dieser Umrechnungsfaktor ist aber bei nicht ganz reinen Tönen und noch viel mehr bei unregelmäßigen Geräu- schen, mit denen wir es in der Praxis hauptsächlich zu tun haben, eine sehr verwickelte Funktion, deren genauere Erforschung überhaupt erst kürzlich für einige Sonder- fälle gelungen ist³⁾.

Die Verhältnisse sind dieselben, wie bei der Licht- messung. Auch unser Auge empfindet Licht von gleicher physikalischer Stärke als sehr hell, wenn es gelb ist, da- gegen wesentlich dunkler, wenn sich die Farbe dem ultra- roten oder dem ultravioletten Ende des Spektrums nähert. Man kann auch in der Lichttechnik, besonders wenn es sich um verschiedenfarbiges Licht handelt, keine physi- kalisch anzeigenden Instrumente verwenden, sondern ver- gleicht im Helligkeitsmesser unmittelbar mit dem Auge die zu messende Lichtquelle mit einer zweiten Licht- quelle, die genau geeicht ist und auf gleiche physiologi- sche Helligkeit eingestellt wird.

Genau dasselbe Verfahren führt nun auch in der Schalltechnik zum Ziele. Sorgfältige Messungen mit Telephonströmen³⁾ haben ergeben, daß man mit dem Ohr sehr gut ganz verschiedenartige Schallquellen bezüglich ihrer Lautstärke miteinander vergleichen kann und daß man genau dieselben Lautstärken erhält, als wenn man nach der Schwellwertmethode mißt. Beim Verändern des Vergleichtones findet man ohne weiteres einen Bereich, wo der Vergleichston bestimmt lauter und einen zweiten, wo er bestimmt leiser ist als der zu messende Schall. Nach einigem Probieren ergibt sich, daß diese Bereiche ziem- lich eng aneinander stoßen, so daß die Lautstärkengleich- heit ziemlich scharf festgelegt werden kann.

Man kann sogar zwei Schallquellen auch dann ganz gut bezüglich ihrer Lautstärke vergleichen, wenn die eine ausschließlich auf das linke, die andre auf das rechte Ohr einwirkt. Daraus ergibt sich ein sehr einfaches Meßgerät, der Schallmesser. Man läßt den zu mes- senden Schall frei auf das eine Ohr einwirken, während man dem andern Ohr durch einen Kopfhörer einen Schall von veränderlicher, genau geeichter Lautstärke zu- führt. Der letztere ist durch immer engeres Eingrenzen so einzustellen, daß er eben so laut erscheint wie der zu messende Schall. Selbst bei etwas verschiedener Empfind- lichkeit beider Ohren bleibt die Messung anscheinend noch einwandfrei, weil man ja im täglichen Leben dauernd eine Schallquelle mit beiden Ohren hört und unbewußt beide Eindrücke vergleicht. Der Fehler im Ohr wird dadurch ausgeglichen. Solange hierüber aber noch keine weiteren

²⁾ Vergl. Barkhausen u. Tischner, Die Lautstärke von zu- sammengesetzten Tönen und Geräuschen, Z. f. Techn. Phys. Jg. 8 (1927) S. 115.

³⁾ Barkhausen u. Lewicki, Die Empfindlichkeit des Ohres für nicht sinusförmige Töne, Physikalische Zeitschrift Jg. 25 (1924) S. 537. Vergl. auch ²⁾.

orgetragen im Dresdner Elektrotechnischen Verein.

^{1a)} Wien: Über die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres verschiedener Höhe, Verhandlungen d. Ges. Deutscher Natur- u. Ärzte. 73. Vers. II. T. 1. H. S. 28.

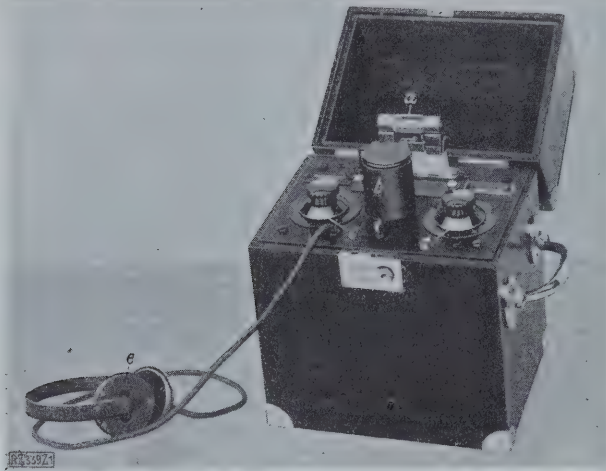


Abb. 1
Schallmesser

a Glühlampe b Summerunterbrecher c Regelwiderstand
d Meßwiderstand e Meßkopfhörer

Erfahrungen vorliegen, wird man zunächst gut tun, die Messung nacheinander mit dem einen und dem andern Ohr auszuführen und das Mittel aus beiden zu nehmen.

Der wichtigste Punkt des Schallmessers ist seine Eichung. Für das Meßverfahren ist die Höhe und Klangfarbe des Vergleichtones fast ganz gleichgültig, so daß man daher den Vergleichton im Kopfhörer einfach durch einen Summerunterbrecher erzeugen kann. Bei dem von der Firma Siemens & Halske auf meine Anregung hergestellten Gerät, Abb. 1, ist dieser Summer auf die mittlere Tonfrequenz $f = 800$ Hertz fest eingestellt. Das ist zugleich etwa die am besten hörbare Frequenz, so daß zum Antrieb eine kleine Taschenlampenbatterie genügt und doch damit die größten, für unser Ohr überhaupt noch erträglichen Lautstärken im Kopfhörer herzustellen sind. Auch macht eine kleine Änderung der Frequenz auf die Lautstärke fast nichts aus, wenn der Kopfhörer in diesem Bereich keine scharfen Resonanzlagen hat. Der Kopfhörer darf nicht ausgetauscht werden, da seine Empfindlichkeit mit in die Eichung eingeht.

Die Empfindlichkeit guter Meß-Kopfhörer bleibt jahrelang unverändert. Um Fehler infolge Nachlassens der Batterie oder des Summers auszuschließen, ist der vom Summer erzeugte Wechselstrom über einen Transformator auf eine kleine Glühlampe mit ganz unveränderlicher Zündspannung geschaltet. Der Regelwiderstand ist so einzustellen, daß die Lampe gerade aufleuchtet. Dadurch ist das Einhalten einer gleichbleibenden Spannung und damit der geeichten Lautstärken in einfachster Weise gewährleistet. Die verschiedenen Stufen der Lautstärke werden durch einen in 15 geeichte Stufen unterteilten Meßwiderstand geregelt, wobei der Meßhörer in Spannungsteilerschaltung zu diesem Widerstand geschaltet ist, Abb. 2.

Bezeichnend für den bisherigen Stand der Schalltechnik ist das Fehlen eines Maßsystems für die physiologische Lautstärke. Für die physikalische Lautstärke gerichtet, fortschreitender Schallwellen ist das absolute Maß durch die in der Sekunde durch 1 cm^2 hindurch-

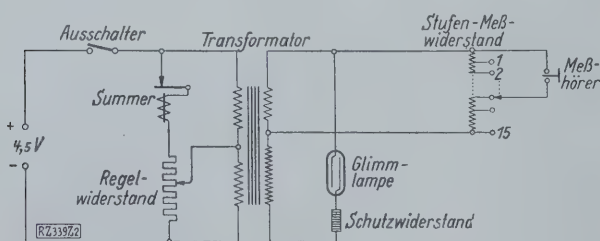


Abb. 2
Schaltung des Schallmessers

gehende Leistung oder durch die dabei in der Luft stehenden Druckschwankungen gegeben. Man spricht z. B. von einer Schallintensität von 1 dyn/cm^2 . von so kleinen Druckschwankungen — 1 dyn/cm^2 ist zu gleich einer milliober Atmosphäre — wird menschlichen Ohr schon als außerordentlich laut empfunden, aber nur bei den Frequenzen, für die unser Ohr besonders empfindlich ist.

In ähnlicher Weise wie beim Licht könnte man „akustische Hefnerkerze“ irgendwie festsetzen, z. B. in bestimmter Weise angeblasene Orgelpfeife von bestimmten Abmessungen. Deren Lautstärke in 1 m Abstand dann die willkürlich festgesetzte physiologische Einheit. Damit sich durch die Wahl des Maßsystems jedoch Vereinfachung ergibt, habe ich als Einheit der Lautstärke den Schwellwert gewählt und diese nach dem Manometer der ersten, für die Schalltechnik so wichtigen Schwelle bestimmungen ausgeführt hat⁴⁾, mit „Wien“ bezeichnet. Eine Lautstärke von 100 Wien hat dann ohne weitere Bedeutung, daß man die physikalische Lautstärke, den Strom in einem Lautsprecher auf $1/100$ schwächen muß, ehe seine Wahrnehmbarkeit verschwindet. Bei der Messung nach dem Schwellwertverfahren findet man die Lautstärke ohne alle Umrechnung unmittelbar in Wien.

Gerade die Schwellwertmessungen sind freilich mühsam und wenig genau. Die Schaffung einer „akustischen Hefnerkerze“ bleibt daher immer noch sehr gewünscht, um einen bestimmten Eichpunkt in der Skala genauer als den Schwellwert festzulegen. Man könnte z. B. die Lautstärke eines reinen Tones de-

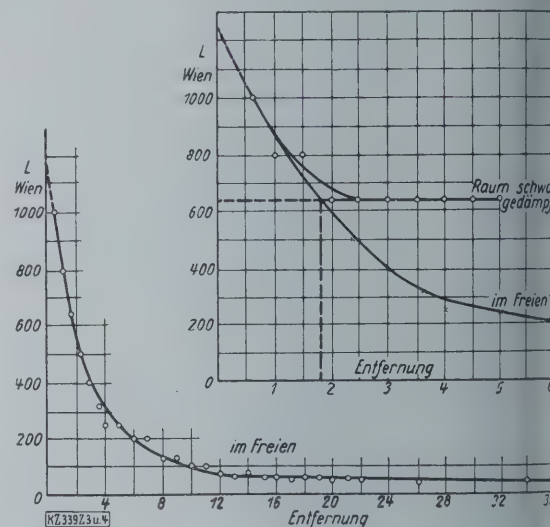


Abb. 3 und 4
Abnahme des Schalles mit der Entfernung

quenz von 1000 Hertz und der physikalischen Schallintensität von $1 \text{ dyn/cm}^2 = a$ Wien setzen, wobei der Zahlenwert der Lautstärke durch eine möglichst sorgfältige Messung festzulegen wäre.

Die der physikalischen Lautstärke entsprechende Wien-Skala ist aber nur für physikalische Lautstärkenmessungen, Abb. 3 bis 6, zweckmäßig. Die physiologische Lautstärke wächst dagegen nach dem Fechner'schen Gesetz nur logarithmisch mit der physikalischen Lautstärke. Letztere muß in einer geometrischen Progression anwachsen, um physiologisch den Eindruck einer gleichmäßigen Zunahme zu erwecken. Für die meisten praktischen Zwecke ist eine derartige physiologische Lautstärke zweckmäßiger, und ich habe dafür die Einheit „Phon“ gewählt. Da eine Verdoppelung in der Wien-Skala für den Empfinden nur einen gerade deutlich wahrnehmbaren Lautstärkenunterschied bedeutet, ist ein solcher Schwellwert

⁴⁾ Vergl. ⁴⁾ Diese auf M. Wien zurückgehende Einheit ist in der Fernsprechtechnik schon längere Zeit in Verwendung. Man verwendet dort auch eine der Phon-Skala entsprechende Skala in geometrischer Reihe, aber aus einem ganz andern Grunde, nämlich weil die logarithmische Abnahme der Stromstärke auf langen Fernleitungen unmittelbar dargestellt wird.

Zahlentafel 1

Phon	Musik (Geige)
0	
1	
2	pianissimo
3	
4	piano
5	
6	mezzoforte
7	
8	forte
9	
10	fortissimo
11	
12	
13	
14	
15	Schmerzempfindung

1 Phon bezeichnet worden. Zahlentafel 1 zeigt den Zusammenhang zwischen der so entstandenen Phon- und der *Wien*-Skala. Der Schwellwert erhält die Bezeichnung 0 Phon, weil bei ihm die Lautstärkenempfindung ja verschwindet. In dieser so festgelegten physiologischen Skala ist der Schallmesser, Abb. 1 und 2, unmittelbar geeignet.

Die Musik hat seit altersher fünf Stufen für die Lautstärkenempfindung, vergl. Zahlentafel 1. Diese entsprechen der physiologischen Skala. Sie unterscheiden sich um etwa 2 Phon. Bei Streichinstrumenten entsprechen sie etwa den Werten 2, 4, 6, 8 und 10 Phon. Für Blechinstrumente sind die Werte einige Phon höher. Die Lautstärkenempfindung schwanken also ungefähr um 8 Phon, im Verhältnis 1:250. Größere Unterschiede kann man mit einem und demselben Instrument nicht erreichen. Man kann aus dem Unterschied von 2 Phon je 10 Phon folgern, daß ein musikalisch geübtes Ohr imstande ist, allein aus dem Gedächtnis ohne jeden Versuch eine Schätzung der Lautstärke auf etwa 2 Phon vornehmen zu können. Dadurch wird natürlich der Schallmesser nicht entbehrlich. Ein geschickter Mechaniker kann auch Längen nach dem Augenmaß genau abmessen, aber trotzdem braucht man geeichte Maßstäbe. Unser Ohr ist für Unterschiede in der Lautstärke lange nicht so empfindlich wie unser Auge. Ein einfacher Versuch möge dies erläutern. Man ändere abwechselndes Kurzschließen eines Vorschaltwiderstandes die Stromstärke im Lautsprecher um 10 vH. Man merkt dann am Strommesser, wie der Zeiger herauf- und herabgeht, aber man hört keinen Unterschied. Erst wenn man den Widerstand und damit den Strom um 50% ändert, merkt man gerade eben, daß der Ton etwas lauter oder leiser wird. 15 vH = 0,2 Phon ist etwa der kleinste hörbare Unterschied. Dadurch ist auch die Grenze

der Meßgenauigkeit bestimmt. Durch Mittelwertbildung aus mehreren Messungen kann man die Fehler etwa auf $\pm 7 \text{ vH} = \pm 0,1 \text{ Phon}$ herabdrücken.

In Abb. 3 und 4 sind die Meßpunkte eingetragen. Sie weichen meist weniger als 7 vH von der hindurchgelegten Kurve ab. Solche Genauigkeit ist aber nur bei einiger Übung und großer, ich möchte sagen, liebevoller Hingabe an die Messung möglich. Sie wird auch wohl nur erreicht für die Unterschiede der Schallstärke bei nahezu gleichbleibendem Klangcharakter. Für die absolute Schallstärke wird man selbst bei Mittelwertbildung einen Fehler von mindestens 0,3 Phon = 25 vH in den Kauf nehmen müssen. Einzelne Messungen besonders bei unregelmäßigen Geräuschen und von verschiedenen Beobachtern ausgeführt, weichen oft um 1 bis 2 Phon vom Mittelwert ab. Die Genauigkeit für Absolutmessungen genügt der Praxis. Denn es hat überhaupt keinen Sinn, physiologische Lautstärken genauer messen zu wollen als man sie wahrnehmen und angeben kann.

Man beachte, daß mit dem Schallmesser stets die Lautstärke am freien Ohr gemessen wird. Die in *Wien* gemessene Lautstärke einer Schallquelle nimmt daher im Freien im gleichen Verhältnis wie die Entfernung ab. Im Zimmer tritt dagegen infolge der allseitig reflektierenden Wände von etwa 2 m ab eine gleichmäßige Raumaufüllung ein, Abb. 3. Der Abstand und die Stärke der Raumaufüllung ändern sich aber mit der Dämpfung des Zimmers. Es sind ähnliche Verhältnisse, wie sie beim Licht in der Ulbrichtschen Photometerkugel herrschen.

Viele Schallquellen sind ferner mehr oder minder gerichtet. Abb. 5 zeigt das im Freien aufgenommene Polardiagramm eines Lautsprechers. Die Richtwirkung für hohe Frequenzen ist wesentlich größer als für tiefe, ein Ergebnis, das auch theoretisch zu erwarten war. Auch das messende Ohr im Kopf hat eine gewisse Richtwirkung, und zwar für hohe Frequenzen ebenfalls eine größere, Abb. 6. Man richte daher bei Messungen im Freien den Kopf stets auf die Schallquelle zu, weil man diese Lage leicht immer wieder auf wenige Grade genau einstellen kann. In schwach gedämpften Zimmern fallen alle Richtwirkungen bei einiger Entfernung von der Schallquelle nahezu fort. Dafür wird aber eine genaue Messung tonartiger Schallquellen in schwach gedämpften Zimmern durch die auftretenden stehenden Wellen fast unmöglich gemacht. Die Lautstärken in den dicht benachbarten Knoten und Bäuchen unterscheiden sich oft um mehrere Phon. Der Schallmesser dürfte gerade geeignet sein, diese und andre raumakustische Fragen zu klären. Der Lautsprecher, dessen Lautstärke mit und ohne Trichter in Abhängigkeit von der Frequenz in Abb. 7 dargestellt ist, wurde im Freien untersucht.

Einige Meßergebnisse von Schallquellen, die freilich ohne besondere Sorgfalt in den Räumen, wo die Maschinen

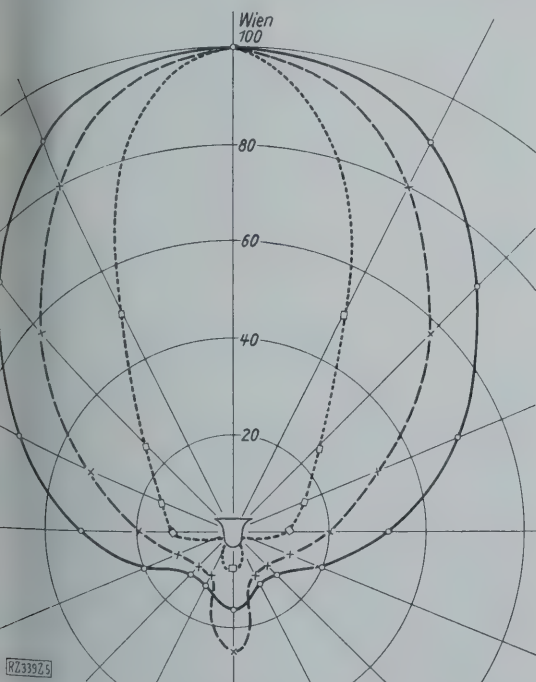


Abb. 5

Polardiagramm (Richtwirkung) des Lautsprechers A
— 330 Hertz — — — 1300 Hertz — — — — 4000 Hertz

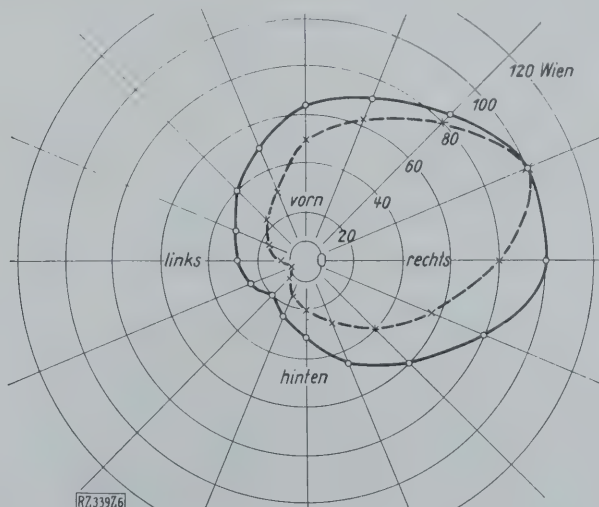


Abb. 6

Polardiagramm (Richtwirkung) des rechten Ohres
— 500 Hertz — — — 2500 Hertz

R U N D S C H A U

Luftfahrt

Wissenschaftliche Gesellschaft für
Luftfahrt

16. bis 19. September 1927

Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt (WGL), deren Mitglieder die Vertreter der Luftfahrtwissenschaften des Luftfahrzeugbaues, der Hochschulen und Betriebe wie der lernende Nachwuchs vereinigt sind, zeigt an Tagungen das Bild ernster Arbeit in einer langen Reihe von Vorträgen und harmonischer Geselligkeit; die Geschäfte treten fast ganz in den Hintergrund. Die letzte Tagung in Wiesbaden, zum erstenmal im neuen Gebiet, begann freilich mit einem Mißklang: Die Reichskommission hatte den Reichswehrgenährten, die Mitglieder teilnehmen wollten, die Einreise verweigert. Neben auch einige ausländische Gäste, die sonst willkommen gewesen wären, der Veranstaltung fern.

Die Vorträge standen, wenn dies auch in der Ankündigung nicht besonders gesagt wurde, unter dem Zeichen des Luftverkehrs. Gleich die ersten Ausführungen von Wronsky, Deutsche Luft-Hansa, brachten nach geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Luftfahrt und den Ausbau des Streckennetzes die Organisation des deutschen Luftverkehrs, die alle Verkehrszweige in ihrer Jugend, zunächst noch in der Hilfe aus öffentlichen Mitteln bedarf. Denn obwohl die Luftfahrt schon jetzt ansehnliche Verkehrsleistungen zu leisten hat, ist es noch zu teuer in Anschaffung und Betrieb, weil es, bezogen auf seine Nutzlast, zuviel Motorleistung fordert. Wenn die technischen Fortschritte das Flugzeug wirtschaftlicher gestaltet haben, wenn mit der Verringerung der Betriebskosten auf der anderen Seite eine Vergrößerung der Vorteile der Luftreise gerechtfertigt wird, so ist die Erhöhung der Tarife Hand in Hand geht, kann man die Kosten abbauen. Die großen Linien des Verkehrs sind nur im internationalen Zusammenarbeiten zu leisten; der innerdeutsche Zubringerdienst, der nicht nur die Reichsgrenzen, sondern von Ländern, Gemeinden, Handelskammern gefördert wird, ist viel bekrittelt worden, ist aber aus dem Sammeln von Erfahrungen, zum Ausbilden des Personal und zur Verkehrswerbung nützlich.

In der Aussprache zu den Vorträgen betonte der Leiter der Luftfahrtabteilung im Reichsverkehrsministerium, Ministerialrat Brandenburg, die Notwendigkeit der Luftfahrt für das Bestehen des heutigen Luftverkehrs, aber auch die Gefahren einer Zersplitterung der öffentlichen Luftfahrt. Die Vorzüge einer einheitlichen Luftpolitik für das Reich und die Vorteile eines Gelegenheits-(Luftverkehrs-)Verkehrs, der an Stelle der vielfach bemängelten Linienflüge von den Gemeinden zu unterstützen. Andre Redner bedauerten das mangelnde Interesse der Öffentlichkeit für das Luftschiff, das für weite Reisen besser geeignet sei. Demgegenüber betonte Brandenburg bei einer späteren Gelegenheit, daß die Reichskommission dem Luftschiff wohlwollend gegenüberstehe und es besonders gefördert habe, daß jedoch bis zum Jahre die Beschränkung des Luftschiffbaues auf militärische Zwecke hinderlich war; es wird aber begrüßt, daß sich der Luftschiff und Flugzeug nicht nur auf dem Papier, sondern auch im praktischen Betrieb über lange Strecken ausbreiten werden können.

Der Luftschiff galt auch der zweite Vortrag, in dem Dr. Schwenkler das starre Großluftschiff als eine Leistung behandelte. Die drei letzten großen Luftschiffunfälle, die im Auslande vorgekommen sind, lassen sich nicht geboten erscheinen, daß die deutschen Erfahrungen in Luftschiff und Betrieb nicht brachliegen. Die Gefahren der Luftschiffe durch Brand der Wasserstoffzuführung — im Hausverwendet man unbedenklich das ebenfalls brennbare Gas —, durch Bruch in der Luft oder am Boden, wie der Blitz hält der Vortragende für überwunden. Die Bauschwierigkeiten des Gerippes ist unter seiner Mitwirkung vervollständigt worden. Das Fachwerk der Ringe erstreckt sich über das Schiffinnere und ist halb so schwer wie das des Motors. Der Verbrauch besonderen Brenngases im Motor erhöht die Führung und macht die schweren, platzraubenden Brennstoffvorräte teilweise entbehrlich. Das von v. Parseval empfohlene Prallschiff lehnte der Vortragende ab.

Die Verwendung großer Flugzeuge ist das Steuern auf der Höhe ermüdend, so daß wie beim Schiff Rudermaschinen erforderlich werden. Wenn diese selbsttätig wirken, stellen

sie im wesentlichen eine besondere Art von Reglern dar, also schwingungsfähige Gebilde, die mit dem gleichfalls schwingungsfähigen Flugzeug gekoppelt sind. Diese Schwingungen müssen nun irgendwie gedämpft werden, z. B. dadurch, daß man den Wirkungssinn der Kopplung während des Regelvorganges umkehrt, hier also: indem man Stützruder legt. Diese dem Schwingungstechniker bekannten Grundlagen des Regelvorganges erörterte Korvettenkapitän a. D. Boykow in seinem Vortrag über „motorische Flugzeugsteuerung“; zum Schluß führte er als Beispiel für seine selbsttätige Rudermaschine das Modell eines höhengesteuerten Flugzeuges vor, das nicht durch Pendel, sondern durch Windgeschwindigkeitsmesser in der richtigen Lage gehalten werden soll. Sobald der Windfühler angesprochen und das Höhenruder sich passend gelegt hat, dreht sich das Flugzeug in die richtige Lage zurück; dabei spricht ein Paar gegenläufiger Kreisel an und legt das Ruder um, so daß das Flugzeug aperiodisch eingesteuert wird. Die Seitensteuerung wird durch einen Kompaß betätigt, wenn das Flugzeug aus dem Kurs abweicht. Die Quersteuerung muß wirken, sobald Schiebewind auftritt; wenn jedoch Kurven geflogen werden, ist eine der Fliehkraft entsprechende Neigung zuzulassen, falls nicht, wie bei Verkehrsflugzeugen, gerader Kurs die Regel ist.

In der Aussprache machte Dr.-Ing. Bader darauf aufmerksam, daß vor allem für die Längsneigung die Eigenstabilität eine künstliche Stabilisierung überflüssig mache; Ingenieur Drexler, der schon vor dem Krieg auf diesem Gebiet gearbeitet hat, führte seine eigenen, schon recht weit gediehenen, auf etwas andern Grundlagen beruhenden Arbeiten vor.

Die Ozeanflüge, die als Vorläufer des späteren Übersee-Luftverkehrs betrachtet werden, haben die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf das Wetter über dem Atlantik gelenkt. Professor Dr. Georgii kam daher mit seinen Untersuchungen im rechten Augenblick. Die Linie nach Südamerika hat von Lissabon über die Kanarischen und Kap Verdeischen Inseln bis Brasilien in jeder Jahreszeit günstige Windverhältnisse; auch der Rückflug ist meist möglich, von den Frühlings- und Herbst-Sturm böen auf der afrikanischen Seite abgesehen. Nach Nordamerika ist der Wintersturm wegen zunächst nur Sommerluftverkehr möglich; am beständigsten ist das Wetter auf dem langen Wege Lissabon — Azoren — Bermuda — Kap Hatteras. Irland — Neufundland ist Gelegenheitsstrecke; auch zwischen den Azoren und Neufundland liegen Störungen. Im Frühsommer hat der kurze nördlichste Weg Schottland — Island — Südgrönland — Labrador günstige Windverhältnisse. Für den Rückflug ist die Linie Neufundland — Azoren — Lissabon am besten.

Der Vortrag von Huguershoff über Luftbildmessung und der von Ahlborn über Grenzschichtablösung und Wirbelentstehung fielen wegen Behinderung der Redner aus. So folgte am zweiten Sitzungstage der Bericht von Dipl.-Ing. Diemer über „Flugboot und Seegang“, in dem das Verhalten des Flugbootes, dessen Stützglieder fehlen oder nahe am Rumpfe liegen, für langsame Bewegungen untersucht wurde; beim Treiben quer zum Seegang liegt das Boot ohne eigene Rollschwingungen parallel zur Wellenoberfläche; ungünstiger verhalten sich Mehrschwimmer-Flugzeuge. Bei raschem Bewegen im Seegang, wie es z. B. für den Abflug erforderlich ist, werden die Kräfte beim Durchschneiden einer Welle untersucht und ein Verfahren zum Bestimmen des Gesamtauftriebes aus Lichtbildaufnahmen der Bootsbewegung entwickelt. Nach diesen Überlegungen wie nach Erfahrungen der Firma Dornier-Metallbauten G. m. b. H. bieten gekielte Bootsformen vor solchen mit flachem Boden nicht ohne weiteres Vorteile. Die Ausführungen über Stabilität wurden von Schiffbauern in der Aussprache scharf kritisiert.

Zum Schluß der großen Vorträge sprach Dr.-Ing. Kamm, Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin-Adlershof, der für eine andre wichtige Aufgabe des zukünftigen Luftverkehrs, den Höhenflug, die wesentlichen Motorfragen behandelte. Die Höhenmotoren mit Überbemmung und Überverdichtung reichen nicht aus; oberhalb 10 km Höhe sind Gebläse-Vorverdichter notwendig. Mit diesen wären beim heutigen Stande der Technik, wenn die Schwierigkeiten der Bauform und des Baustoffes überwunden sind, bei mechanischem Betrieb bis 10 km Höhe volle Bodenleistung, bei 20 km Höhe 42 vH, bei 30 km Höhe aber nur noch 10 vH jenes Wertes erreichbar; das Einheitsgewicht bleibt bis 20 km Höhe unter 2,5 kg/PS, darüber hinaus nimmt es rasch zu. Treibt man die Gebläse mit Ab-

gasturbinen, so kann die Bodenleistung bis 13 km Höhe gehalten werden, dann sinkt die Ausbeute rascher als vorher; falls man aber für die letzten Verdichtungsstufen mechanischen Antrieb hinzu nimmt, verbleiben in 20 km Höhe 70 vH der Bodenleistung, in 30 km Höhe noch 30 vH. Das Einheitsgewicht steigt von 1 kg/PS in 13 km Höhe auf 1,7 kg/PS in 20 km Höhe und 2,8 kg/PS in 25 km Höhe. Diese Ausführungen wurden von Dr.-Ing. Schrenk durch die Folgerungen für die Eigenschaften des Höhenflugzeuges ergänzt.

Den Schluß der wissenschaftlichen Sitzungen bildeten mehrere Sondervorträge, die aber zum Teil so wichtig waren, daß sie über den Kreis der Sonderfachleute hinaus Beachtung fanden. Zunächst führte Dr.-Ing. E. h. Dr. Prandtl, dem die WGL ihre höchste Ehrung, die neu-gestiftete Otto-Lilienthal-Gedenkmünze, als Erstem und für die nächsten drei Jahre Einzigem verliehen hatte, einen strömungstechnischen Film vor, bei dem mit einem neuartigen aufbildtechnischen Kunstgriff die Bewegung fließenden Wassers um ein Hindernis an Aluminiumstäbchen wiedergegeben wurde. Jeden Zweifler an dem Bestehen der Grenzschicht konnte das Bild von der Umströmung eines Kreiszylinders aus der Ruhe heraus bekehren: Man sah die Grenzschicht sich bilden, langsam bewegen, teilweise zurückströmen, sich ablösen und zu einem Wirbelfaden sich aufrollen, der seinerseits einen sekundären, bald verschwindenden Gegenwirbel hervorrief. Auch das Verhalten der Flüssigkeit an einem umlaufenden Zylinder (Rotor, Magnus-Wirkung), das Anlegen des Stromes an eine Wand beim Absaugen der Grenzschicht, endlich das Entstehen und Vergehen der Zirkulation beim Anfahren und Anhalten eines Tragflügels infolge der wegschwimmenden Wirbel wurde vorgeführt. Im Anschluß daran zeigte der Altmeister der japanischen Physiker, Prof. Tanakada, den ersten Versuch einer strömungstechnischen Zeitdehnungsaufnahme mit einer der Ernemann-Zeitlupe ähnlichen Versuchsanordnung.

Auf das Gebiet der Flugmotoren führten die folgenden Vorträge, zuerst der von Dr.-Ing. Rackwitz, Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin-Adlershof, über Betriebsstoffe: Braunkohlenbenzin — bereits im Gemisch mit Benzol bewährt, aber Rückstände bildend —; Benzin mit Mitteln gegen Klopfen (Bleitetraäthyl, Eisenkarbonyl); Alkohol, der leider zu geringen Energiegehalt hat und sich von Benzin oder Benzol entmischt, auch Metall angreift; Toluol, wegen seiner Kältebeständigkeit im Gemisch mit wenig Benzin für Höhenflüge geeignet, aber nicht in ausreichenden Mengen erhältlich; Steinkohlenteer-Derivate, von denen Tetralin im Gemisch mit Benzol und Spiritus Aussichten bietet; hochsiedende Erdöle und Teerdestillate sind ihrer Feuersicherheit wegen vorteilhaft, erfordern aber Entwicklung des leichten Dieselmotors; technisch hergestellte synthetische Benzine werden uns vom Ausland unabhängig machen, sie sind auch ausreichend kompressionsfest. Der Redner stellte sodann die Anforderungen an Brennstoffe und die Untersuchungsverfahren zusammen; von den Eigenschaften ist heute vor allem die Neigung zum Klopfen wichtig.

Die Zerstäubung solcher Brennstoffe im Vergaser hat Dr.-Ing. Scheubel, Aerodynamisches Institut der Technischen Hochschule Aachen, an Vergasermodellen mit Glasfenster mit verschiedenen Flüssigkeiten bei wechselnden Windgeschwindigkeiten für mehrere Düsen- und Rohrformen untersucht. Durch Funkenphotographie wurde der Zerstäubungsgrad festgehalten, durch Ausmessen und Auszählen der Tropfen Verteilungskurven für die Gemischzusammensetzung abgeleitet; aus Größenbetrachtungen folgt, daß der mittlere Tropfendurchmesser verhältniß der Kapillarkonstanten, geteilt durch den Staudruck der relativen Geschwindigkeit von Brennstoff und Luft sein muß¹⁾, wobei die Beizahl noch von dem unbenannten Verhältnis der Kapillarkonstanten zu Zähigkeit mal Relativgeschwindigkeit abhängt.

Eine lebhafte Aussprache über das Trudeln, diese für den Flieger gefährliche, aber gerade deshalb reizvolle und wichtige Flugbewegung, lösten die Ergebnisse von Dr. v. Baranoff aus, der für den Übergang ins Trudeln ein Beispiel durchgerechnet hatte und zeigen konnte, daß neben dem Schleudermoment, das den Anstellwinkel groß hält und dadurch die Eigendrehung überhaupt ermöglicht, noch ein schwanzlastiges Moment wirkt, das durch den Übergang vom Schieben nach innen zum Schieben nach außen auftritt; bei stark gedämpfter Seitenschwingung wird der Übergang ins Trudeln erschwert; bei kleiner Dämpfung

dagegen tritt nichtstationäres Trudeln mit mehr Sichfangen auf. Damit das Trudeln stabil bleibt, muß Änderung des Luftkraftmomentes um die Flugzeugmitte mit dem Anstellwinkel nicht nur positiv sein, wie statische Stabilität, sondern größer als eine bestimmte einigung der Trägheitsmomente um die drei Achsen Winkelgeschwindigkeiten und deren Ableitungen.

Zum Schluß gab Dr.-Ing. Schilhansl Berechnungen des Auftriebes und der Druckverteilung in geraden Flügeltornern. Wenn man ein Profil, dessen Luftkräfte bekannt sind, mit unendlich vielen ebensolchen zusammenlegt, läßt sich der Einfluß in erster Näherung ermitteln; man die Flügel durch Wirbellinien, genauer, wenn man durch Wirbelflächen ersetzt. Für die Änderung des Auftriebes ergeben sich Verhältniszahlen, die in Zahlen mitgeteilt werden. Die Rechnung stimmt mit so vielen Göttinger Versuchen, je enger die Gitter sind, die näherungsweise berechnete Druckverteilung stimmt dem Versuch befriedigend überein.

Berlin-Schlachtensee

Everl

Werkstoffe

Untersuchungen über die Einwirkung von Laugen und verschiedenen Salzen auf Eisen¹⁾

Mitteilung aus dem chemisch-technischen und elektrochemischen Institut der Technischen Hochschule Darmstadt.

Eine Gruppe von Forschern sucht den Grund für das Auftreten von Rissen und für das Sprödewerden des Kesselbleches in der Alkalität des Speisewassers. Von der einen Seite wird eine Materialermüdung bei der Herstellung des Kessel als Hauptursache angesehen. Solche Korrosionserscheinungen treten hauptsächlich in Überlappungen in Nietnähten der Kessel auf. Zum Zwecke der Aufklärung der in Betracht kommenden Vorgänge wurden die folgenden beschriebenen Versuche ausgeführt.

In einem Hochdruckgefäß wurde weiches Flußeisen in Form von Pulver oder Proportionalzerreißstäben ($l = 11$ cm) der Einwirkung von Natronlauge verschiedener Konzentration bei verschiedenen Drücken ausgesetzt. Das Ergebnis dieser Untersuchungen läßt sich dahin zusammenfassen: Natronlauge ganz geringer Konzentration (0,3 bis 1 g/l NaOH) die Kesselbaustoffe etwas weniger angreift als Wasser. Konzentrationen bis 5 g/l NaOH verursachen bedeutende Schädigung der Kesselbleche bis zu 50 at. Auch bei Drucksteigerungen bis 80 at war bei 1,15 g/l NaOH keine wesentliche Einwirkung auf Eisenpulver wahrzunehmen, obwohl wegen der großen Oberfläche des Eisens die Bedingungen eines Angriffes hierbei erheblich günstiger sind als bei kompaktem Eisen.

Die geringe Alkalität des Kesselspeisewassers, die bei Anwendung des Kalk-Soda-Enthärtungsverfahrens häufig auch unmittelbar nicht die Ursache des Sprödes des Kesselbaustoffes sein. Man findet an den Stellen, an denen sich kaustische Sprödigkeit (caustic embrittlement nach Parr²⁾) zeigt, meist auch Salzabscheidungen zwischen den Überlappungen und in den Nietrißen. Deshalb ist die Vermutung nahe, daß die im Kesselwasser vorhandene in konzentrierter Form auf das Kesselblech einwirkende Substanz wurden daher in Schüttelbomben Versuche mit hohen Konzentrationen (100 bis 850 g/l NaOH) ausgeführt, um die Proportionalzerreißstäbe der Einwirkung von Lauge bei 100 bis 200 at Druck ausgesetzt waren. Die Versuche wiesen nach den Versuchen einen starken äußeren Einfluß auf; teilweise ließ sich die schwarze, samtartige Oxidschicht abwischen. Bei der Prüfung auf die mechanischen Eigenschaften zeigte sich, daß besonders die Dehnung von 100 bis 200 at NaOH-Konzentration beeinflusst wird. Abb. 1 zeigt die Dehnung in Abhängigkeit von der NaOH-Konzentration bei sonst gleichen Versuchsbedingungen.

Der bei 400 g/l NaOH auftretende Kleinstwert der Dehnung wurde auch von Parr³⁾ gefunden, jedoch war bei seinen Versuchen einer Zugbeanspruchung ausgesetzt. Unsere Kerschlagversuche ergaben ebenfalls starke Dehnungsabnahme durch Behandlung mit Lauge. Gehalten bis 400 g/l NaOH.

Versuche, bei denen an Stelle von Natronlauge Salzsäure verwendet wurde, ergaben gleichfalls eine starke Dehnung der Lauge auf Eisen. Die Untersuchungen über den Einfluß von Zusätzen von Natriumchlorid und Natriumsulfat bei der Natronlaugebehandlung des Eisens zeigte, daß das Chlorid korrosionsfördernd, das Sulfat dagegen

¹⁾ Vergl. M. Weber, Modellgesetz für Kapillarkräfte, Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1919 S. 355, u. Sammelheft 1 des Ausschusses für techn. Mechanik des Berl. Bezirksvereins deutscher Ingenieure 1919.

²⁾ Auszug aus dem Forschungsheft 295 (Festgabe C. v. Bach).

³⁾ Engen. Exper. Station Bulletin 94, 1917.

⁴⁾ Engen. Exper. Station Bulletin 155, 1926.

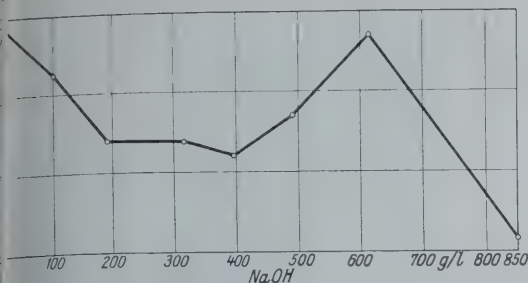


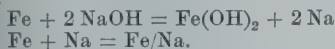
Abb. 1

Einfluß der Laugenkonzentration auf die Dehnung des Eisens

ndem Verhältnis $\text{Na}_2\text{SO}_4:\text{NaOH}$ schützend wirkt. e zur Feststellung der Hydrolyse von Sodalösungen i zu dem Ergebnis, daß Sodalösungen in weitgehen- ß in Hochdruckkesseln kaustifiziert, also in Ätz- umgewandelt werden.

le diese Versuche erwiesen einwandfrei die schädi- Wirkung konzentrierter Alkalien auf Kesselbaustoffe. r nun festzustellen, unter welchen Bedingungen starke ntrationsanreicherungen, die Anlaß zu Schädigungen im Kessel stattfinden können. Durch Versuche mit pillaren von 0,193 bis 2,7 mm l. W. ließ sich fest- daß bei Erhitzung des Kapillarinhalts eine Konzen- sanreicherung um so leichter eintritt, je enger die are ist. Erklären lassen sich diese Ergebnisse durch onerscheinungen. Durch Adhäsion bleibt ein Teil üssigkeit, der beim Erwärmen verdampft und gelöst bscheidet, an der Kapillare haften. Die bei Abküh- eintretende Lösung wird um diesen Salzbetrag rierter, so daß beim darauffolgenden Verdampfen eine e Menge Salz sich ausscheidet. Dieses Wechselspiel ich nun so oft wiederholen, bis eine schädliche ontrationsanreicherung erreicht ist. Mit kleiner werden- durchmesser nimmt das Volumen der adhärennten im Verhältnis zum Gesamthalt zu. Bei kleinen braucht daher der Verdampfvorgang weniger oft finden, bis die schädliche Konzentrationsanreiche- rreicht ist. Auf ähnliche Weise entstehen die zwi- den Überlappungen und in den Nietrissen sich vor- len Salzabscheidungen.

er den chemischen Verlauf der zwischen dem Eisen rken Natronlauge stattfindenden Reaktionen ist bekannt. Thiel¹⁾ nimmt eine Reaktion in folgen- inn an:



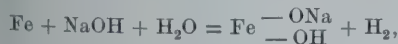
unseren Versuchen bildet sich keine Legierung zwi- Eisen und Natrium. Denn eine Wasserstoffentwick- die bei der Zersetzung mit Wasser eintreten müßte, e nicht beobachtet werden.

ahrscheinlich bilden sich bei der Einwirkung von e auf Eisen Salze des Eisen-(2)-Hydroxydes, die bei litischer Spaltung Ferrohydroxyd ergeben und eine ildung von Lauge verursachen. Für diese Auffassung t die bei höheren Laugenkonzentrationen entstehende, aftende Oxydschicht und die weitgehende Vermulung aterials. Damit man sich von der Vermulung ein nachen kann, wurden die Schüttgewichte der Reak- rodukte festgestellt, Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

Laugen- konzent- ration g/l	Schüttgewichte		Verhältnis der Schütt- gewichte
	vor dem Versuch g/cm ³	nach dem Versuch g/cm ³	
1,15	2,49	2,51	1,010
11,50	2,46	2,36	0,959
100	2,47	2,17	0,878
200	2,50	1,92	0,768
318	2,50	1,71	0,682
485	2,49	1,57	0,631

e zwischen Eisen und Natronlauge stattfindende Reak- ßt sich durch folgende Formel ausdrücken:



Salze des Eisenoxyduls, wahrscheinlich auch des xys, entstehen. Ob die Eisenionen erst mit den

„Feuerungstechnik“ Bd. 14 (1926) S. 56.

Hydroxylionen des Wasser $\text{Fe}(\text{OH})_2$ bilden, das dann erst mit NaOH Salz bildet, ist wahrscheinlich, jedoch noch nicht bewiesen.

Für einen solchen Reaktionsverlauf sprechen folgende Befunde:

1. Oxydation des Eisens,
2. Wasserstoffentwicklung während der Reaktion,
3. Vermulung des Eisens,
4. Zunahme der Laugenkonzentration.

Weiter war wichtig, die Ursachen dafür festzu- stellen, daß die Dehnung des Kesselbaustoffes beim Laugen- angriff zurückgeht. Parr²⁾ macht den bei der Reaktion entstehenden Wasserstoff für die Sprödigkeit des Eisens verantwortlich. Es soll sich eine Eisen-Wasserstoff-Legie- rung bilden, welche die bekannte Beizsprödigkeit aufweist, ähnlich wie z. B. elektrolytisch abgeschiedenes Eisen. Nach Versuchen, bei denen ein Teil der mit Natronlauge behan- delten Stäbe vor dem Zerreißen 6 h bei 650° im luftleeren Raum ausgeglüht wurde (wodurch der im Eisen vorhan- dene Wasserstoff ausgetrieben worden wäre), der andere Teil sofort nach der Laugenbehandlung auf seine mechani- schen Eigenschaften geprüft wurde, kann der Wasserstoff nur zum geringen Grade die Ursache der kaustischen Sprö- digkeit sein.

Eine andere Erklärung ist, daß der entstehende Wasser- stoff in das Eisen eindringt und die Oxyde reduziert, eben- so wie die Natronlauge eindringen kann und die Sulfide und Phosphide herauslöst. Wenn Natronlauge in das Eisen eindringt, so müssen Oxydspuren, die vom Rande ausgehend sich ins Innere ziehen, bei geeigneter Ätzung eines metallo- graphischen Schliffes sichtbar sein. Abb. 2 zeigt deutlich diesen Befund. Man erkennt die vom Rande ausgehenden, durch Ätzung dunklen Oxydspuren, die von eingedrungenen Natronlauge herrühren. Die schwarzen Gebilde sind Per- liteinschlüsse im Ferritgefüge. Daß Natronlauge die Fähig- keit hat, durch Eisen hindurchzuschwitzen, ist jedem Fach- mann bekannt.

Aus den Versuchen ergibt sich für den Bau und den Betrieb von Hochdruckdampfkesseln die Forderung, das Zu- standekommen von Konzentrationsanreicherungen der im Speisewasser befindlichen Alkalien zu vermeiden. An den Nietstellen bilden sich auch bei sorgfältigster Werkstatt- arbeit stets feinste Kapillaren, in denen bei den hohen Verdampfzahlen eines neuzeitlichen Betriebes hohe, gefähr- liche Konzentrationen im Laufe der Zeit auftreten müssen. Daher sind diese Stellen durch kaustische Anfressungen besonders gefährdet. Man wird daher in erster Linie die Zahl der Nietstellen und Überlappungen eines Hochdruck- kessels möglichst einschränken oder besser die genieteten durch geschweißte oder nahtlose Kessel ersetzen müssen, was bei der Vollkommenheit der heutigen Technik keine Schwierigkeiten mehr bietet.

Auch in geschweißten oder nahtlos gezogenen Höchst- druckkesseln muß man eine zu hohe Alkalität des Speise- wassers vermeiden. Es empfiehlt sich nicht, diese Kessel mit reinem Destillat zu speisen; denn bei hohen Drücken greift destilliertes Wasser das Eisen stärker an als schwach alkalisches Wasser. Demnach speist man einen Hochdruck- kessel zweckmäßig mit Wasser stets gleicher, geringer Al- kalität, was man erreichen kann, wenn man dem Speise- wasser den gewünschten Grad der Alkalität gibt und dann entgaste, ölfreie Destillate zuführt. Eine ständige Kontrolle

²⁾ S. 2).

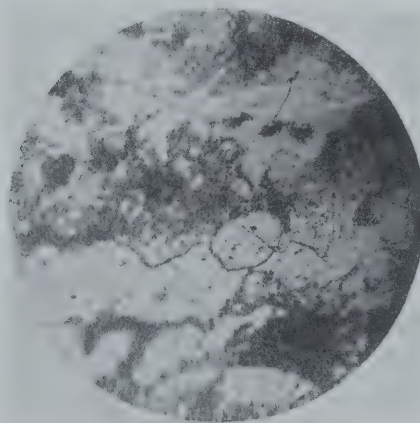


Abb. 2

Teil der Randzone des mit starker Lauge erhitzten Probestabes

der Alkalität ist notwendig, damit Schädigungen durch stärkere Erhöhung des Alkalitätsgrades vermieden werden. Unbedingt erforderlich ist es, bei Anwesenheit von Alkalien chloridfreies Speisewasser zu vermeiden. Ein Gehalt an Sulfaten wirkt angriffsverzögernd. [M 829]

Darmstadt

E. Berl, H. Staudinger
und K. Plagge

Wirtschaftliche Verwendung hochfeuerfester Legierungen in der Technik

Eine Reihe von Geräten der Technik wird bei höheren Temperaturen benutzt, z. B. Glühtöpfe, Töpfe und Behälter, in denen zu zementierende und dann im Einsatz zu härtende Stahlgegenstände über lange Zeiträume auf hohe Temperaturen zu erhitzen sind, Glühkisten in Walzwerken, sowie die Roste in der Emailleindustrie, auf denen das zu brennende Geschirr in den Emaillofen eingesetzt wird. Die Gegenstände werden z. Z. meist aus Flußstahl hergestellt; solche Gegenstände unterliegen im Gebrauch einem sehr raschen Verschleiß durch Verzunderung. Einsatztöpfe für die Zementation von Stahlteilen werden im allgemeinen aus Flußstahlblechen zusammengeschweißt; ihre Haltbarkeit beträgt im allgemeinen nur 8 bis 20 Einsetzungen. Glühkisten in Feinblechwalzwerken, die im allgemeinen sehr dickwandig aus Stahlguß oder Grauguß hergestellt werden, erreichen Lebensdauern von 50 bis 80 Benutzungen. Emaillieroste bleiben je nach der Schwere ihrer Ausführung nur 3 bis 6 Wochen im Betrieb und müssen dann beiseite geworfen werden. Trotz des vielfach höheren Preises ist es wirtschaftlicher, für derart beanspruchte Teile hochwertige hitzebeständige Legierungen zu verwenden.

Ein Emaillierost von $2 \times 1 \text{ m}^2$ Fläche, auf dem jeweils etwa 10 bis 30 kg zu emaillierendes Blechgeschirr in den Ofen eingeführt wird, muß bei Ausführung in Flußstahl etwa 60 bis 100 kg schwer ausgeführt werden, wenn seine Lebensdauer je nach der Temperatur im Emaillofen etwa 3 bis 6 Wochen betragen soll. Vielfältig werden solche Roste sogar noch viel schwerer gewählt. Ein Rost der gleichen Fläche und Tragfähigkeit kann bei Ausführung in hitzebeständiger Legierung, z. B. in Chromnickel, mit einem Gewicht von 30 bis 40 kg ausgeführt werden. Ein Rost aus Flußstahl im Gewicht von 60 kg kostet etwa 21 M . Die Kosten eines 40 kg schweren Rostes aus Chromnickel würden bei einem Preis von 16 M/kg 640 M betra-

gen, somit würde ein Rost aus Chromnickel etwa viel kosten wie ein solcher aus Flußstahl. Da die Dauer eines Chromnickelrostes aber mindestens 100mal so groß ist wie die eines Flußstahlrostes, sich die Benutzung von Rosten aus Chromnickel an reinen Anschaffungskosten reichlich bezahlt.

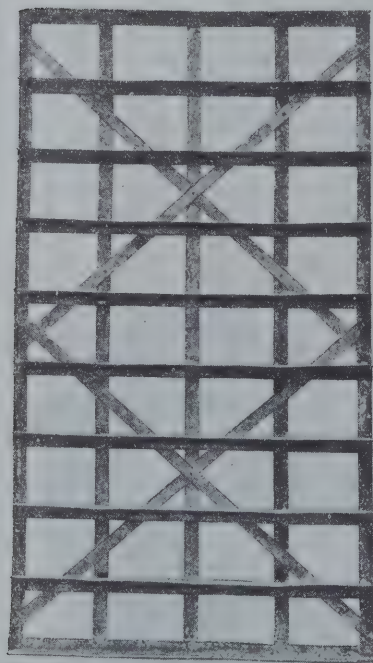
An anderer Stelle¹⁾ sind eingehende Untersuchungen über die Oxydierbarkeit von Chromnickellegierungen verschiedener Zusammensetzung im Vergleich zu der von Nickel und Reineisen veröffentlicht. Die sorgfältig geführten Versuche haben ergeben, daß die Oxydation einer Chromnickellegierung mit 15 vH Chrom, 65 vH Nickel und 20 vH Eisen bei einer Gebrauchstemperatur von 1000 °C 200mal geringer ist als die Oxydation von Flußstahl bei einer Temperatur von nur 800 °C. Es ist somit mit einer mehr als fünfzig- bis hundertfachen Dauer des Chromnickelrostes gegenüber dem Flußstahl zu erwarten. Schließlich ist noch zu berücksichtigen, daß ein ausgedienter Flußstahlrost einen Schrottwert von etwa 0,05 M/kg hat, während für einen ausgedienten Chromnickelrost etwa 2 M/kg vergütet werden.

Der Chromnickel-Emaillierost wiegt etwa 30% weniger als der flußeiserne Emaillierost. Nun wird ein Emaillierost durchschnittlich in flottem Betrieb etwa 8 bis 10 min einmal in den Emaillofen eingesetzt. Bei einer dreimal achtstündigen Benutzung ergibt an einem Tage bei dreimal achtstündiger Benutzung 150 Einsetzungen oder bei 300 Arbeitstagen 3000 Einsetzungen jährlich. Im ganzen sind somit jährlich $45\,000 \times 30 = 1\,350\,000 \text{ kg}$ oder 1350 t Rost zu ersetzen, um die zu ersetzenden Roste zu erhitzen. Rechnet man nur etwa 10% des Brennstoffaufwandes zum Erhitzen des Brenngutes, so würde eine jährliche Ersparnis von rd. 135 t Kohle erzielt. Legt man nur einen Kohlenpreis von 16 M/t zugrunde, ergibt dies an jährlicher Brennstoffersparnis 2160 M . Eine Ersparnis, die mehr als das Dreifache des Beschaffungspreises des Chromnickelrostes beträgt²⁾.

Auf einem Rost von etwa $1 \times 2 \text{ m}^2$ werden Charge 10 bis 30 kg Blechgeschirre emailliert. Von Flußstahlrost 70 kg, ein Chromnickelrost 40 kg, so sind bei einer Charge in einem Falle 90, im Falle 60 kg auf Brenntemperatur zu erhitzen. Da

¹⁾ ETZ Bd. 48 (1927) S. 227 und 317; Z. f. Metallk. Bd. 19 (1926) S. 100.

²⁾ Die der vorstehenden Rechnung zugrunde gelegten Angaben wurden dem Verfasser in liebenswürdiger Weise vom Emaillierwerk gemacht, das den Rost, Abb. 3, über ein Jahrzehnt in Benutzungs hatte.



RZ 398 Z 1-3

Abb. 3
Chromnickelrost nach einjähriger Benutzung
(Legierung 15 Cr 63 Ni 22 Fe)

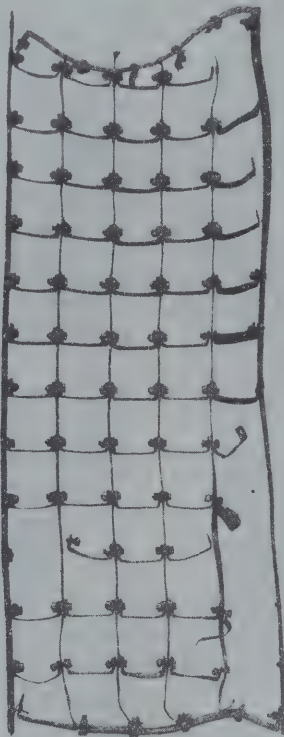


Abb. 4
Flußstahlrost nach sechs-
wöchiger Benutzung



Abb. 5
Teilsansicht des Rostes, Abb. 4



Abb. 6

Chromnickel-Glühkopf nach einjähriger Benutzung
Legierung 15 Cr 63 Ni 22 Fe

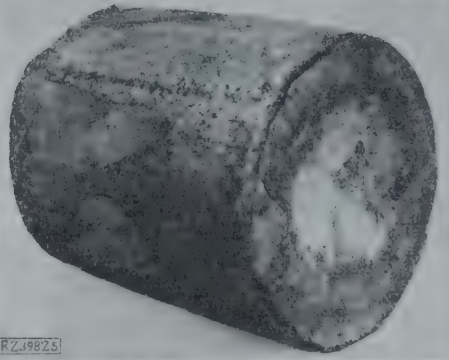


Abb. 7

Flußstahl-Glühkopf nach zehnmaliger Benutzung

in bestimmten Emaillofen nur ein bestimmtes Gewicht und nur eine bestimmte Zahl von Wärmen durchgesetzt werden kann, so erlaubt ein Chromst, in dem gleichen Emaillofen eine um etwa höhere Erzeugungsmenge herauszuholen. Eine solche Steigerung der Leistung bedeutet aber einen sehr erheblichen Gewinn.

Man verwendet heute für den gleichen Zweck bereits solche Legierungen mit etwa 15 vH Chrom und 20 vH solche Legierungen sind ebenfalls bei 1000° bzw. 30- bis 40mal beständiger gegen Oxydation als bei 800°. Sie haben infolgedessen auch bereits eine wesentlich vermehrte Haltbarkeit. Infolge ihres hohen Wertes von etwa 60 vH ist aber ihre Festigkeit bei dieser Temperatur nicht allzuviel höher als die von bl. Man muß infolgedessen solche Roste etwa ebenso ausführen wie die früher gebrauchten Flußstahl-Roste, verliert daher den Vorzug der Brennstoffersparnis der höheren Ofenausnutzung. Hochwertige Legierungen mit ihrer hohen Festigkeit bei hohen Temperaturen infolgedessen viel wirtschaftlicher als solche aus billigeren Legierungen. Dabei ist weiter noch zu bedenken, daß zwar der Preis für 1 kg der hochwertigen Legierungen etwa 2- bis 2½mal so hoch liegt als bei einer mittelwertigen Legierung; da aber die Kosten aus mittelwertigen Legierungen aus Festigkeitsgründen etwa 1,5- bis 2mal so schwer ausgeführt werden, ist auch der Beschaffungspreis von Gerätschaften aus hochwertigen Legierungen nicht wesentlich höher als der Beschaffungspreis aus mittelwertigen Legierungen.

Abb. 3 zeigt einen Emaillofen aus Chromnickel nach einer Benutzung; der Rost ist nur durch abgetropfte Schlacke fleckig geworden und hat kein Nacharbeiten erfordert. Zum Vergleich zeigt Abb. 4 einen Flußstahl-Rost nach schwächerer Benutzung, sowie einen Ausschnitt in größerem Maßstab, Abb. 5. Abb. 6 zeigt einen Emaillofen aus Chromnickel nach einjähriger Benutzung. Zum Vergleich zeigt Abb. 7 einen der vorher benutzten Flußstahl-Töpfe nach zehnmaliger Benutzung. In den beiden Straßenbahnzahnradern aus Stahlguß zementierte Einsatzdauer beträgt 16 h. Das Gewicht des Emaillofens beträgt 30 kg, das Durchschnittsgewicht der Flußstahl-Töpfe 80 kg. Die Zementationstemperatur belief sich auf rd. 990°. Der Chromnickel-Einsatztopf wurde noch unverändert, obwohl er 30mal so häufig benutzt wurde wie ein Flußstahltopf bis zu seiner völligen Zerstörung. Zugleich ist damit festgestellt, daß das verwandte Einsatzpulver keine Schädigung des Emaillofens bewirkt hat.

Ein solcher Chromnickeltopf kostet etwa 480 M bei einem Schrottwert von 60 M, ein flußeiserner Glühkopf gleicher Größe etwa 30 M. Die Glühkopfkosten sinken somit nach einjährigem Gebrauch wie 480 (und 30) zu etwa 800 M zu etwa 800 M zu Gunsten des Chromnickel-Glühkopfes. Bei etwa 280 Einsetzungen im Verlauf eines Jahres waren infolge des Minderes des Chromnickel-Glühkopfes von 50 kg etwa 14 t weniger zu erhitzen. Die dadurch bewirkte Brennstoffersparnis beträgt im vorliegenden Falle nur etwa 2,5 t im Werte von etwa 40 M. Es ist natürlich sei noch das Beispiel einer Glühkiste zum Vergleich von Feinblechen durchgerechnet. Bei Blechgrößen von 1 m² werden in einer Glühkiste etwa 6 bis 7 t

Bleche in einer Charge gegläht. Eine Glühkiste für dieses Fassungsvermögen aus Eisen wiegt in üblicher Ausführung 5000 bis 6000 kg und kostet 2000 bis 2500 M. Eine entsprechende Glühkiste aus Chromnickel wiegt 800 bis 900 kg und kostet 14 000 M. Sonach macht sich an reinen Beschaffungskosten die Verwendung von Chromnickelglühkisten bereits bezahlt, wenn eine solche nur etwa 7mal länger hält als eine Kiste aus Stahlguß oder Gußeisen. In Wirklichkeit ist die Haltbarkeit einer Chromnickelglühkiste um ein Vielfaches größer als der angegebene Betrag. Das für eine Charge nutzlos zu erhaltende Kistengewicht verringert sich bei der Verwendung von Chromnickelglühkisten um 4 bis 5 t. Bei nur 120 Benutzungen im Verlauf eines Jahres sind somit rd. 500 t Glühkistengewicht weniger zu erhitzen, was einer Kohlenersparnis von etwa 50 t im Werte von etwa 800 M entspricht. Das Gewicht der gefüllten Kiste beträgt im einen Fall etwa 12 200, im anderen nur 8000 kg; die Leistung des Glühofens wird also um etwa 50 vH gesteigert. Daneben ist die Abkühlzeit der leichteren Chromnickelkiste, die sich zudem nicht mit schlecht wärmeleitendem Zunder bedeckt, nicht unerheblich geringer als die Abkühlzeit einer gefüllten eisernen Kiste, so daß auch noch der Durchsatz beschleunigt wird³⁾.

Die vorstehenden Ausführungen sollen an einigen einfachen Beispielen zeigen, daß die Verwendung hochhitzebeständiger Legierungen zur Herstellung von feuerbeanspruchten Ofenteilen und Gerätschaften durchaus wirtschaftlich ist, obwohl der Preis für 1 kg der hitzebeständigen Legierungen etwa 40mal höher ist als der Preis des bisher vorwiegend benutzten Eisens. Diese Erkenntnis hat sich in Amerika bereits in viel höherem Umfange durchgesetzt als in Deutschland. [M 398]

Hanau a. M.

Dr. W. Rohn

³⁾ Die Unterlagen für die vorstehende Rechnung verdankt der Verfasser der Liebenswürdigkeit eines Feinblechwalzwerkes.

Eisenbahnwesen

Eisenbahn-Wagenkipper ungewöhnlicher Bauart

Der von Wellman-Seaver-Morgan Co., Cleveland, erbaute Kipper dient zum Entladen von Zementgestein aus Eisenbahnwagen in das Lager einer Mahlanlage der Florida Portland Cement Co. Da man infolge der schlechten Bodenverhältnisse eine besondere Grube, in die man sonst die Steine ausschüttet, nicht anlegen konnte, wurde die Aufgabe, eine genügende Kipphöhe zu schaffen, dadurch gelöst, daß man den Kipper selbst beim Kippen eine schiefe Ebene von 35° Steigung heraufrollen ließ. Der Antrieb besteht aus zwei in rd. 15 m Abstand voneinander aufgestellten Windentrommeln, die über ein doppeltes Übersetzungsgetriebe von einem 115 PS-Motor angetrieben werden und den Kipper an je einem Seil zu beiden Seiten die schiefe Ebene hinaufziehen.

Die vier Klammern zum Festhalten des Wagens beim Kippen sind drehbar um die Rückwand des Kippers über dem Eisenbahnwagen angeordnet und werden in der Ruhestellung durch Seile in wagerechter Stellung festgehalten. Beim Kippen lockern sich allmählich die Seile, bis die Klammern bei 45° Kippneigung oben auf den Eisenbahnwagen zum Aufliegen kommen. In diesem Augenblick werden die Klammern haltenden Seile durch Sperrklinken in ihrer Stellung verriegelt; bei der weiteren Kippbewegung nehmen die Klammern das Gewicht des Eisenbahnwagens auf. Man kann mit dem Kipper 80 t-Eisenbahnwagen entladen. („The Iron Age“ 22. September 1927 S. 795*) [N 893 c] Sd.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Werkstattbücher, 32. H.: **Die Brennstoffe.** Von Erdmann Kothny. Berlin 1927, Julius Springer. 73 S. m. 11 Abb. Preis 1,80 M.

Das als Heft 32 der von E. Simon herausgegebenen Werkstattbücher für Betriebsbeamte, Vor- und Facharbeiter erschienene Heft gibt einen Überblick über die in der Industrie gebrauchten Brennstoffe. Zu diesem Zwecke werden in gedrängter Zusammenfassung Entstehung, Erzeugung, Eigenschaften und Verwertung der festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe beschrieben und auch die zur Berechnung und Bewertung der Verbrennungs- und Vergasungsvorgänge erforderlichen Formeln angegeben. Wenn auch eine möglichst kurze Ausdrucksweise durchaus wünschenswert ist, so erscheint doch bei dem vorliegenden Hefte, das als gemeinverständliches Werkstattbuch auch Vor- und Facharbeitern von Nutzen sein soll, die weitgehende Anwendung chemischer Formelzeichen nicht am Platz. Abgesehen von diesem Einwand gibt das Heft einen klaren Überblick über die gesamte Brennstofftechnik. [E 825] Pr.

The British Steam Railway Locomotive 1825 bis 1925. Von E. L. Ahrons. London 1927, The Locomotive Publishing Co., Ltd. 391 S. m. 473 Abb. Preis 30 sh.

In diesem Buche sind die anlässlich der Hundertjahrfeier der Personeneisenbahn in der Zeitschrift „The Engineer“ erschienenen Aufsätze Ahrons' zusammengefaßt. Bei der großen Kenntnis des bald nach der Vollendung seines Werkes verstorbenen Verfassers, seiner Liebe zur Lokomotive und seiner Gründlichkeit in der Benutzung der Quellen ist ein Buch zustande gekommen, das zu den besten seiner Art gezählt werden darf. [E 820] Gsl.

Rundfunktechnisches Handbuch, 2. Teil. Die physikalischen Grundlagen, die Konstruktion und die Schaltung von Spezialempfängern für den Rundfunk. Von H. Wigge. Berlin 1927, M. Krayn. 314 S. m. 416 Abb. Preis 12 M.

Seit dem Erscheinen des ersten Teiles dieses Handbuches sind etwa zwei Jahre vergangen, in denen gerade die Rundfunktechnik große Fortschritte gemacht hat. Der Verfasser behandelt in umfangreichen Kapiteln das Hochfrequenzverstärker-Problem, den Transponierungsempfänger, die Pendelrückkopplung und den Reflexempfänger und widmet ein besonderes Kapitel der Doppelgitterröhre. Durch zahlreiche, übersichtlich angeordnete Abbildungen gewinnt das Buch an Wert.

Jahrbuch der Brennkrafttechnischen Gesellschaft, e. V. 7. Bd. 1926. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 96 S. m. versch. Abb. Preis 4,80 M.

U. a. zeitgemäß gebaute Kraft- und Wärmeanlagen in Textil- und Papierfabriken. — Die Verschmelzung der Kohle als wirtschaftliches Problem. — Der gegenwärtige Stand der Schmelztechnik nach den neuesten Forschungen. — Neuzeitliche Dampfturbinenanlagen für hohe und höchste Drücke für vereinigte Heiz- und Kraftbetriebe, mit besonderer Berücksichtigung der Textil- und Papierfabriken. — Elektrische Kraftanlagen in Textil- und Papierfabriken. — Wärme-, Kraft-, Gesamtwirtschaft.

Das Nationale Bauprogramm. Von Heinrich Brüning, Friedrich Dessauer und Karl Sander. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 200 S. m. versch. Abb. Preis 4,75 M.

Das Buch behandelt vorerst in elf Aufsätzen, Feder namhafter Politiker entstammen, die sozialpolitische Feder unserer Wohnungsnot und der vorliegenden Wohnungsvorschläge des Zentrums; bemerkenswert insbesondere die Erörterung über Finanzierung und Wohnungsfürsorge, über die Stellungnahme von Industriellen und Gewerkschaften. Im einzelnen werden die württembergischen und badensischen Maßnahmen wiedergegeben. Seiner Wert erhält das Werkchen aber durch weitere Aufsätze, die technisch-praktische Lösungen des Wohnungsbauprogramms vor Augen führen, unterstützt durch eingehende Pläne und zahlreiche Kostenanschläge, auf die Arbeiten der „Baunormung“ (Deutscher Normenausschuß) gründen.

Das flüssig geschriebene Buch gibt einen guten Überblick über alle Sorgen und Aussichten unserer Wohnungsbau, so daß es allen nahe und ferner Stehenden empfohlen werden muß, wo nicht für seine Bedeutung die Namensliste der Mitarbeiter an sich bürgen: Sonnenschein, Brauns, Löffler, Wölz, Stegerwald, Lüders, Dessauer, Brüning, Laatz, Bolz, Walser, Flöhr und Gerlach, Busley, Sander, L. Günther, Knoblauch.

Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung im Bauwesen. Rationeller Wohnungsbau, Typ/Norm. Von Wilhelm K. Sander. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 207 S. m. zahlr. Abb. Preis 6,50 M.

Das Buch ist auf Veranlassung der Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung im Bauwesen geschrieben, eine Gemeinschaft, die ihr Entstehen der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen verdankt. Das Werk zeigt, was stiger Arbeit in technischer und geschäftlicher Hinsicht und an Verbrauch von Baustoffen und Bauteilen erreicht werden kann, ohne daß der Zweck außer acht gelassen wird, behagliche und ansprechende Wohnungen herzustellen. Sondern wird bewiesen, wie durch Verwendung geeigneter Teile mit wenig äußerem Aufwand brauchbare und in Beziehung befriedigende Wohnhäuser hergestellt werden können. Zahlreiche durchgerechnete Zahlenbeispiele in übersichtlicher und eindringlicher Form dienen zur Erhellung des Verständnisses.

Handwörterbuch der Arbeitswissenschaft. Unter Mitwirkung von 280 Fachleuten des In- und Auslandes. Herausgegeben von Fritz Giese. Halle a. d. S. 1927, Carl Neubauer. 314 S. 1. Lfg. Preis 9 M.

Brot und Brennstoff. Bearbeitet von Artur Fornberg und Kurt W. Geisler, mit einem Vorwort von Regier. baurat Spitznas. Festschrift der wärmewirtschaftlichen Abteilung der Deutschen Bäckereifach-Ausschusses. Essen, 16. bis 31. Juli 1927. 78 S. Preis 1 M.

Bayrisches Handwerk in seinen alten Zunftordnungen. geteilt und erläutert von Otto Hartig, A. M. Wieser, E. Moser, Jos. Reindl, Schraudner und Gg. Schröter. München, Buchverlag Müller & Königer. 135 S. Preis 1,50 M.

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite	
Einfluß des Schweißens auf die Gestaltung. Von A. Hilpert	1449	Rundschau: Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt — Untersuchungen über die Einwirkung von Laugen und verschiedenen Salzen auf Eisen
Hochdruck-Dampfkraftanlagen	1458	Wirtschaftliche Verwendung hochfeuerfester Legierungen in der Technik — Eisenbahn-Wagenkipper ungewöhnlicher Bauart
Die Umstellung eines 50 Jahre alten Textilunternehmens auf fließende, zeitgemäß richtige Fertigung. Von G. Schlesinger (Schluß)	1459	Bücherschau: Die Brennstoffe. Von E. Kothny — The British Steam Railway Locomotive. Von E. L. Ahrons — Die physikalischen Grundlagen, die Konstruktion und die Schaltung von Spezialempfängern für den Rundfunk. Von H. Wigge — Jahrbuch der Brennkrafttechnischen Gesellschaft 1926 — Das Nationale Bauprogramm. Von H. Brüning, Fr. Dessauer und K. Sander — Rationeller Wohnungsbau, Typ/Norm. Von W. Lübbert — Eingänge
Neuere Blockwalzwerke und Trägerstraßen der Carnegie Steel Co.	1467	
Kleindampfturbine mit zwei Geschwindigkeitsstufen	1467	
Metallwaschmaschine	1467	
Die Entwicklung der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart seit 1906. Von R. Baumann und O. Graf	1468	
Ein neuer Schallmesser für die Praxis. Von H. Barkhausen	1471	
Schwingungen elastischer Seile	1474	
Schnelle Inbetriebnahme von Kesseln mit Rostfeuerung	1474	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

1

SONNABEND, 22. OKTOBER 1927

NR. 43

Werkstofftagung I

Werkstoff

Von Conrad Matschoß, Berlin

Was die Werkstofftagung und die Werkstoffschau bezwecken, und wie sie zustandegekommen sind — Erinnerungen aus der Geschichte der Werkstoffforschung

Hierzu 2 Kunstbeilagen

Die Tore der Werkstoffschau in der größten Ausstellungshalle Berlins am Kaiserdamm. Organisierte Gemeinschaftsarbeit, an Umfange und Kraftanspannung gemessen, von erstaunlicher Leistung, hat hier die Fläche von rd. 14 000 m² bis oben gefüllt mit dem, was Wissen von Eisen und von Nichteisenmetallen und von Isolierstoffen der Technik angeht.

Und warum wird all diese Mühe und Arbeit aufgewendet? Der Werkstoff des Fertigprodukts, dessen Wert sonst allein die Scharen der Ausstellungsbesucher messen pflegt? Weil die Erkenntnis immer klarer wird, daß wir in jedem Entwicklungsabschnitt der Technik in ausschlaggebendem Maße abhängig sind vom Material. Der Werkstoff bestimmt den Fortschritt der Technik. Das Material, nicht nur in seiner Erzeugung, sondern auch in seiner Verwendung, bestimmt den Daseinszweck wichtigster Schlüsselindustrien, in jedem nur denkbaren Zweig menschlicher Tätigkeit, es macht seinen Einfluß geltend auf Gestaltung, Fertigung und Gebrauchszwecke. Wenn heute mit gerade in Deutschland auf die Notwendigkeit der Werkstoffarbeit Wert gelegt wird, dann weiß man: Qualität hat besten Werkstoff zur Voraussetzung.

Der Gedanke, diese weittragende Bedeutung des Werkstoffes einer großen wissenschaftlichen Tagung, verbunden mit einer gründlich durchgearbeiteten Schau, als Generalprobe zu stellen, ist im Verein deutscher Ingenieure bereits vor sechs Jahren erörtert worden. Die Durchführung ist gesichert, als es gelang, im Verein deutscher Ingenieure eine der größten und wichtigsten Werkstoffgruppen für diese große Gemeinschaftsarbeit zu gewinnen. Viele andere wichtige Werkstoffgruppen folgten, und sehr bald die Zeit emsigster wissenschaftlicher Vorarbeit. Die Aufgabe wuchs unter der Arbeit so sehr, daß man bald mit Rücksicht auf Zeit und Arbeitskraft Einschränkungen denken mußte. Die Riesenhalle reichte nicht nur für die Metalle und die Isolierstoffe der Technik. Wird der Erfolg dieser Arbeit, wie sie einer öffentlichen Kritik unterliegt, anerkannt, so werden auch andere Werkstoffe, für die zum Teil bereits Arbeitsprogramme vorliegen, folgen.

Der Vorsitzende des Vereines deutscher Ingenieure dankte bei der Eröffnung tief empfundene Dankesworte für alle die Kreise, die an dem Zustandekommen des großen Werkes arbeiten konnten. Staatliche Behörden stehen hier neben den großen technischen Vereinen und den für Deutschlands Wirtschaft wichtigen Industrien. Vor allem aber wird er dankend zu gedenken haben der vielen hundert ehrenwerten Fachmänner, Ingenieure, Angestellten und Arbeiter, die, gepackt von dem gesteckten Ziel, alles daran setzten, in hingebender Arbeit das Werk zu vollenden. Das Verzeichnis der Mitarbeiter, die Liste der 197 Namen zeigt uns die meisten derer, die heute auf verschiedenen Fachgebieten in Deutschland hervorragend tätig sind.

Die Werkstoffschau will uns aber nicht nur zeigen, wie weit wir es mit den einzelnen Werkstoffen bisher gebracht haben, eine ihrer wichtigsten Aufgaben ist es, den Vorhang vor den großen wissenschaftlichen Arbeitstätten, in denen die Eigenschaften der Materialien ergründet werden, fortzuziehen und der größten Öffentlichkeit zu zeigen, wie und was hier erarbeitet werden muß, um den uns oft so selbstverständlich erscheinenden Stand der heutigen Technik zu erhalten und weitere Fortschritte anzubahnen. Ein riesiges Prüffeld mit vielen hundert Prüfmaschinen und Apparaten der verschiedensten Art wird in voller Arbeit, geleitet von hervorragenden Fachmännern, zeigen, was sich an härtesten Prüfungen der heutigen Werkstoff gefallen lassen muß. Hier lernen wir die technisch-wissenschaftlichen Methoden mitten in ihrer Anwendung kennen, die zu immer tieferem Erkennen der Eigenschaften unserer Werkstoffe führen. Das Wissen vom Werkstoff allein kann uns zur richtigen Bearbeitung und Verwendung führen. Die großen Kreise der Erzeuger und Verbraucher führt diese Werkstofftagung zu engster Gemeinschaftsarbeit zusammen, und wir hoffen, daß dies ein großer Erfolg versprechender Anfang dieses einheitlichen Zusammenwirkens sein wird.

Wer wollte es den Männern, deren ganze Lebensarbeit dem Werkstoff gewidmet ist, verdenken, wenn sie beim Durchwandern der Schau sich dessen freuten, was unter ihrer Mitarbeit heute erreicht ist. Aber gerade die ernstesten Fachmänner wissen, wie eng begrenzt in Zeit und Wirkung die Lebensarbeit des einzelnen ist, wie notwendig für den Gesamterfolg das Zusammenarbeiten der Gelehrten, Forscher und Ingenieure der verschiedensten Völker ist und wie vor allem jeder, auch der Größte in einer Generation nur Steine zum Bau herbeitragen kann. Jeder steht auf den Schultern seiner Vorgänger. Diese Tatsache aber wird alle Besucher, die über das Heute nicht das Gestern vergessen, zum dankbaren Erinnern an alle die Männer führen, die suchend und forschend in langer harter Lebensarbeit den Weg bereiten halfen, auf dem das heute schaffende Geschlecht wandelt.

Der Plan, in einer großen historischen Abteilung die Erinnerung an diese Männer und ihre Arbeit wachzurufen, ließ sich aus Mangel an Raum und Zeit nicht durchführen. Es sei deshalb versucht, an dieser Stelle in der gebotenen Kürze einige geschichtliche Tatsachen zusammenzustellen¹⁾. Und wenn wir diese Erinnerungen aus Anlaß der deutschen Werkstoffschau mit einigen von Künstlerhand geschaffenen Bildnissen von Männern schmücken, die im deutschen Arbeitskreis und darüber hinaus maßgebend gewirkt haben, so sind wir uns natürlich bewußt, daß in England, Frankreich, Skandinavien, Amerika und vielen andern Ländern Männer von großer Bedeutung diesen deutschen Forschern an die Seite zu stellen wären, wenn es sich darum handelte, die Geschichte der Werkstoffkunde und -prüfung durch Bildnisse ihrer großen Männer zu veranschaulichen.

¹⁾ Quellenangaben am Schluß.

Die Kenntnis vom Werkstoff als Voraussetzung jeder technischen Gestaltung, seiner Eigenschaften in bezug auf Bearbeitung und Gebrauch, mußte schon in frühester Menschheitsgeschichte nach und nach durch die Erfahrung des einzelnen und Vererbung des Erkannten von einer zur andern Generation erworben werden. Was wir an Erzeugnissen vorgeschichtlicher Zeiten in unsern Museen finden, zeigt uns bereits oft eine staunenswerte Beherrschung des Materials. Aus Altertum und Mittelalter sind uns Kunstwerke erhalten, die heute mit Recht von den Fachleuten bewundert werden, nicht nur wegen der vollendeten künstlerischen Form, sondern weil sie uns eine Herrschaft über den Werkstoff zeigen, wie er uns, wenn wir der bescheidenen Hilfsmittel jener Zeiten gedenken, kaum erklärlich erscheint.

Die Technik unsrer Zeit, aufgebaut auf Kohle und Eisen, und die früher nicht geahnte Beherrschung der Naturkräfte, brachte die Massenerzeugung und Massenverwendung der metallischen Werkstoffe, und mit ihr entstand die planmäßige wissenschaftliche Erforschung dieser Werkstoffe. Aus diesen Ergebnissen erstand die immer sicherer werdende Gestaltung unsres Bau- und Maschinenwesens. Die neueste Zeit fügte mit der Elektrotechnik eine große Zahl neuer technischer Werkstoffe hinzu, die unter der Bezeichnung elektrotechnische Isolierstoffe in der Werkstoffschau zum ersten Mal in diesem Umfang in ihren Eigenschaften vorgeführt werden.

Am Anfang der Reihe von Forschern, die den Werkstoff und seine Eigenschaften planmäßig wissenschaftlich gefördert haben, steht Galilei (1564 bis 1642). Er hat theoretisch die Bruchfestigkeit fester Körper behandelt, er hat den Begriff der Reißlänge aufgestellt und in seinem Werke „Discorsi“ 1638 eingehend den Widerstand rechteckiger und kreisrunder Balken gegen Biegung erörtert.

Vierzig Jahre später fand Robert Hooke (1635 bis 1703) bei der Untersuchung der Elastizität von Uhrfedern das Gesetz von der Proportionalität von Kraft- und Formänderung. Schon er beobachtete die beim Biegen eines Stabes auftretenden Zug- und Druckkräfte. Berühmte Namen aus der Geschichte der Wissenschaften, wie Mariotte (1620 bis 1684), Jacob Bernoulli (1654 bis 1705) und Leibniz (1646 bis 1716) haben die Elastizitätstheorie weiter gefördert. Besondere Verdienste hat sich Coulomb (1736 bis 1806) erworben, der das Widerstandsmoment richtig bestimmte und die Bruchvorgänge so erklärte, daß teilweise seine Auffassung noch heute zutrifft. Coulomb ermittelte auch bereits die Torsionselastizität dünner Drähte auf dem Wege des Versuchs.

An erster Stelle ist hier der große französische Forscher Réaumur (1683 bis 1757) zu nennen, der von 1715 an begann, sich, gestützt auf planmäßige Versuche, mit dem Eisen zu beschäftigen. Wichtige Fortschritte sind ihm zu verdanken. Besonders eingehend befaßte er sich mit den physikalischen Eigenschaften. In seinen berühmten Schriften „Die Kunst, Schmiedeeisen in Stahl zu verwandeln“ und „Die Kunst, gegossenes Eisen zu erweichen“ behandelt er das Gefüge und die Härte des Werkstoffes. Er benutzt das Mikroskop zur Untersuchung des Gefüges und er fertigt genaue Zeichnungen der Bruchflächen an. Zahlreich sind seine Versuche über das Härten des Stahls.

Sein Zeitgenosse, der holländische Gelehrte Musschenbroek (1692 bis 1761), ist bekannt durch seine sorgfältigen Versuche an den verschiedensten Werkstoffen mit Hilfe von ihm konstruierter Prüfvorrichtungen. Dabei benutzte er zuerst 1729 besonders hergerichtete Zugkörper mit Einspannvorrichtung. Neben Holz hat Musschenbroek englisches und schwedisches Eisen sowie zahlreiche Legierungen auf ihre Zugfestigkeit untersucht. Der schwedische Gelehrte Swedenborg (1688 bis 1772) hat bereits 1734 empfohlen, bei Abnahme von Werkstoffen Stichproben zu entnehmen und sie Biege-, Falt- und Schlagversuchen auszusetzen.

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts entstanden die Grundlagen der heutigen Technik. Es gelang, bei der Erzeugung des Eisens das Holz durch Kohle zu ersetzen und damit die Voraussetzung für eine bis dahin noch unbekannte Massenerzeugung dieses wichtigsten Werkstoffes zu erreichen. Vor allem aber schuf James Watt die un-

beholfene Feuermaschine Newcomens zur Maschine um, die die ungeheure Revolution im lichen Schaffen der Welt durchführte. Jetzt beg Zeitalter des Eisens. Es wurde der Ehrgeiz d nieure, zunächst in England am Ende des 18. Jahrh das Holz auch als Baustoff durch das Eisen zu 1776 bis 1779 wurde die erste größere eiserne Br Welt in England erbaut. Die Anwendung der Da auf den Verkehr schuf ungeahnte neue Bedürfnisse Eisenindustrie. Eiserne Schiffe wurden in der erste des 19. Jahrhunderts verlangt. Vor allem aber v Eisenbahn, die nunmehr als einer der größten braucher auftrat. Die eisernen Schienen began nächst in bescheidenen kleinen Stichbahnen, bald zu Eisenetzen sich erweiternd, den Erdball zu umgri Betriebsmittel verlangten eiserne Achsen und Räder.

Diese neue Zeit stellte die Ingenieure vor neu Aufgaben. Was die Wissenschaft bisher von d schaften der Werkstoffe ermittelt hatte, reichte b nicht aus, ebenso wenig wie die bisherigen Erf Geniale Ingenieure mußtten, gestützt auf ihr kons Gefühl, große Wagnisse eingehen bei der Durch ihrer Aufgaben. Die Erfahrungen wurden gesamt gesichtet. Planmäßige große Versuche wurden führt, um die Bauwerke mit größerer technischer heit errichten zu können.

Der Ingenieur Thomas Telford (1757 b wollte eine große Hängebrücke bei Liverpool mit 300 m Spannweite bauen. Die Kabel sollten aus eisen zusammengesetzt werden. Telford führte z Zugversuche mit schmiedeeisernen Stäben durch. Er auch Proben seiner Seile aus und belastete sie ehend. Die Einwirkung von Erschütterungen s dadurch zu berücksichtigen, daß er Gewichte aus ten Höhen auf die gespannten Seile fallen ließ. Kosten dieser Brücke waren zu hoch, sie kam r Ausführung. Für die damalige Zeit sehr wichti nisse konnte Telford den Ingenieuren durch seine Versuche zur Verfügung stellen, die er in d stätten und auf den Bauplätzen durchführte.

Nicht minder bedeutend waren die Arbeiten d dern englischen Ingenieurs, Tredgold (1788 b Er hat die lange Reihe der festgelegten Telfords gebnisse über Zug-, Druck-, Verdrehungsfestigk bereits in Zahlentafeln eingeordnet und damit d tischen Ingenieuren ein Hilfsmittel größten W ihre Arbeiten geschaffen. Wichtig wurden weiter suche von Hodgkinson (1799 bis 1861) und George Rennie (1791 bis 1866), dem Sohne des ten englischen Ingenieurs John Rennie.

Auf der Grundlage, die diese und viele and nieure und Forscher bis zur Mitte des 19. Jahrh schaffen hatten, konnte nun die zweite Jahrhun erfolgreich weiter bauen. Jetzt begannen sich a halb Englands, besonders in Deutschland, die F neuen Technik nach jeder Richtung hin ausz Überall entstanden mit den Eisenwerken neue M fabriken und Eisenbauwerkstätten. Die Eisenba große Abnehmer von Eisen und Stahl hatten au den Mängeln des Werkstoffes mit am meisten zu

Es war deshalb mehr als ein Zufall, daß ge den Kreisen der Eisenbahnfachmänner heraus Versuche zur Erforschung der Werkstoffe und ihr schaften hervorvingen. August Wöhler (1819 b ein Lehrersohn aus Soltau, hatte seine Ausbildu Karmarsch in Hannover erfahren, um dann im „ — in Berlin — bei Borsig mit dem Eisenbahnw kannt zu werden. 1847 arbeitete er bei der Niedersc märkischen Bahn in Frankfurt a. d. Oder.

In diese Zeit fallen seine grundlegenden Vers die hervorragenden wissenschaftlichen Veröffentli 1851 schreibt er eine wertvolle wissenschaftliche lung über Federn für Eisenbahnwagen, und ein J auf ernennet ihn der preußische Minister zum Mit „Kommission für Untersuchung von Lokomotiven mitlung der besten Konstruktionsverhältnisse d

1853 folgte ein Aufsatz über die Berechnung d biegung elastischer Körper, und hiermit im Zu

erschien 1855 seine Abhandlung über die Theorie der eisernen Brückenbalken mit Gitterwänden und Stützen. Hier hat Wöhler drei Jahre vor Clapeyron wertvolle Formeln für die Berechnung der Durchbiegung solcher Balken aufgestellt.

Sonders bedeutsam aber für die Eisenbahn und die Technik wurden seine auf viele Jahre sich ausdehnenden planmäßigen Versuche über Dauerfestigkeit von Eisen und Stahl, die sich auf einen Zeitraum von 1856 bis 1888 erstreckten. Die äußere Veranlassung hierzu waren häufige Achsenbrüche der Eisenbahnfahrzeuge. Die Verwaltung wünschte, durch Versuche die Einwirkung von Schienenstößen auf die Radachsen zu klären. 1856 erhielt Wöhler den Auftrag, die Biegung und Verdrehung der Achsen während der Fahrt zu untersuchen. Er konstruierte hierauf eine sehr zweckmäßige Einrichtung, die er bald zur Materialprüfmaschine entwickelte.

In den Jahren 1859 und 1860 wurden mit seinen Mitarbeitern die ersten Dauerversuche an Eisen und Stahl durchgeführt. Wöhler hat hierbei auch zuerst die schädliche Wirkung scharfer Formübergänge auf die Festigkeit der Konstruktion nachgewiesen. Nach Einbau eines Hammerkes konnte auch festgestellt werden, inwieweit unter stehende Werkstoffe durch starke Erschütterungseinflüsse beeinflusst werden. Aus den Versuchen ergaben sich neue Aufgaben, die zu lösen waren. Von 1860 bis 1888 wurden auf Grund der bisher erworbenen Erfahrungen Dauerversuche an Eisen, Stahl und Kupfer angestellt. Man wollte in erster Linie das Verhalten des Materials ruhender und wechselnder Belastung feststellen. Die Gesetzmäßigkeit, die sich aus den einzelnen Versuchsergebnissen ableiten ließ. Die Stäbe wurden auf Zug, Biegung und Verdrehung beansprucht. Die sehr sinnvolle und zweckmäßig von Wöhler geschaffenen Maschinen für seine Werkstoffprüfungen sind heute mit Rücksicht auf ihre große geschichtliche Bedeutung Glanzstücke des Deutschen Museums in München.

Die Ergebnisse der Versuche hat Wöhler in knapper, klar niedergelegt. Diese Zusammenfassungen haben unter der Bezeichnung „Wöhlersche Gesetze“ große Bedeutung für die weitere Entwicklung gewonnen. Wöhler hat gelungen, zuverlässige Werte für die bei den verschiedenen Belastungsarten zulässigen Spannungen zu erhalten und auch die Dehnung verschiedener Werkstoffsorten festzulegen.

In England war es David Kirkaldy, der sich bereits 1858 eine eigene, die erste private Versuchsanstalt, eingerichtet hatte, um gegen entsprechende Gebühren für Ingenieure und die Verwaltungen Versuche durchzuführen. Die von ihm 1862 veröffentlichten Ergebnisse seiner planmäßigen Versuche fanden größte Beachtung.

In Süddeutschland war der geniale Ingenieur Ludwig Cramer (1808 bis 1885) der Cramer-Klettischen Maschinenfabrik, der heutigen Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, dazu berufen, mit seiner ungewöhnlich großen Begeisterung auch das Materialprüfungswesen sehr zu fördern. Seine Hüttenwerke und Eisenbahngesellschaften hatten Materialprüfmaschinen älterer Konstruktion aufgestellt. Wöhler gab der berühmte Brückenbauer Pauli die Aufgabe, die eisernen Zugbolzen der von ihm verwendeten Hölzenträger durch eine Maschine zu prüfen. Die Eisenbahn gab deshalb Werder den Auftrag, eine solche Maschine zu erbauen. Diese Maschine wurde 1854 im Glaspalast in München ausgestellt, wo sie die goldene Medaille für Kunst und Wissenschaft erhielt. Und auch bei der Großhesseloher Brücke ausgiebige Anwendung.

Die Vollkommenheit der Werder unter den sehr vielen Aufträgen, die ihm in seiner umfangreichen Ingenieurtätigkeit gestellt wurden, geleistet hat, zeigt, daß die wesentlichen seiner Maschinen beibehalten worden sind und noch heute in vielen Materialprüfungsanstalten gern benutzt werden. Ihre große Leistung, die bis zu Kraftäußerungen von 100 000 kg ging, ermöglichte es erst, die Brückenbolzen in natürlicher Größe zu prüfen. Culmann in Bern beschaffte bereits 1866 für die dortige Technische Hochschule eine Werder-Maschine. Im gleichen Jahr er-

hielt Schneider & Cie. in Creusot eine solche Maschine und 1872 konnte in dem neuerrichteten mechanisch-technischen Laboratorium der Technischen Hochschule in München, das von Prof. Bauschinger — dem um die Materialprüfungswissenschaft hochverdienten Gelehrten — eine Werder-Maschine in Betrieb genommen werden.

Bauschinger (1834 bis 1893) hat von München aus die Werkstoffforschung ungemein gefördert. Mit ihm beginnt die Zeit der Materialprüfung in Deutschland in engster Verbindung mit den technischen Hochschulen. Spangenberg wurde mit der Weiterführung der Wöhlerschen Versuche in der Berliner Gewerbe-Akademie beauftragt. Hieraus entwickelte sich 1876 eine „Versuchsstation“ zur Prüfung der Festigkeit von Eisen und Stahl, die später mit der Technischen Hochschule in Charlottenburg verbunden wurde.

Wöhler war nicht mit der Feststellung seiner Versuchsergebnisse zufrieden. Er hat dann von seiner Stellung als Eisenbahndirektor und Mitglied der Generaldirektion der Reichseisenbahn in Straßburg aus weiter in der Richtung seiner Arbeiten gewirkt. Als Mitglied des Technischen Ausschusses des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen stellte er 1876 den Antrag auf „Einführung einer staatlich anerkannten Klassifikation von Eisen und Stahl“. In dem Antrag stellt er zunächst fest, daß eine solche amtlich anerkannte Klassifikation sehr wünschenswert sei. Zur Durchführung solle man amtliche Prüfungsanstalten, die für jedermann gegen entsprechende Entschädigung zur Verfügung stehen müßten, gründen. Ferner sollten mit einzelnen dieser Prüfungsanstalten Versuchsstationen verbunden werden. Hier sollte unter geeigneter Leitung durch ausgedehnte Versuche festgestellt werden, welche Ansprüche an die Werkstoffe für bestimmte Leistungen gestellt werden könnten.

Hiermit hat Wöhler zum erstenmal die Forderung nach einer staatlichen Materialprüfungsanstalt aufgestellt, und mit Recht konnte 28 Jahre später, als das Königliche Materialprüfungsamt in Lichterfelde eröffnet wurde, dieses Amt Wöhler in dankbarer Verehrung als Mitbegründer bezeichnen. Zu seinem Antrag hat Wöhler in einer Denkschrift noch ausführlich Stellung genommen, die erkennen läßt, wie er die weittragende Bedeutung seiner Anregung erkannte.

Als eine Grundbedingung stellte er hin, „daß der Wert einer jeden Arbeit recht geschätzt und entsprechend bezahlt würde“. Wenn aus mangelnder Sachkenntnis der Abnehmer eine Arbeit nicht ihrem Wert angemessen geschätzt und bezahlt werde, so könne der betreffende Industriezweig nicht zur Blüte gelangen. Der nationale Wohlstand aber müsse leiden, wenn ein erheblicher Teil der nationalen Arbeit auf ein Material verwandt werde, dessen Wert sich nicht in einem der Arbeitsleistung entsprechenden Maße erhöhe. Wenn Geschäftskonjunkturen einträfen, meinte Wöhler, die den betreffenden Industriezweig vom Weg ruhiger Entwicklung abdrängten, wenn infolgedessen Nachfrage und Preis in ungewöhnlichem Maße stiegen, dann könne auch die Verarbeitung eines Werkstoffes geringerer Güte noch lohnend erscheinen. Dabei trete aber schon die Versuchung heran, ein geringerwertiges Produkt dem besseren unterzuschieben, um den gleichen Preis dafür zu erlangen. Dies werde um so mehr gelingen, je schwieriger die Qualität des Fabrikates sich erkennen lasse und je dringender die Nachfrage sei. Wenn dann weiter der zu erzielende höhere Gewinn immer mehr nach dieser schlimmen Seite dringe, so werde man auch unabsichtlich, statt produktiv zu wirken, das Fundament für die Existenz der soliden Arbeit untergraben. Wenn dann bei solcher Geschäftslage ein Rückschlag eintrete, eine starke Überproduktion die Folge sei, dann könne man nicht genug tun im Herunterwerfen der Preise. Alles werde mit fortgerissen, selbst die Werke, die gutes solides Fabrikat lieferten, könnten nicht mehr widerstehen, weil der Wert ihrer Ware nicht richtig gewürdigt werde.

Leicht geschehe es dann, führt er weiter aus, daß infolge der schlechten Geschäftslage gerade die Werke, die geringe Ware fabrizieren, erhalten blieben. Es müsse aber unbedingt im wirtschaftlichen Interesse stets ver-

langt werden, daß nicht das Gute und Solide zugrunde gehe und das Schlechte und Unsolide erhalten bleibe. „Dies zu verhindern, gibt es nur ein, und zwar ein sehr einfaches Mittel, welches darin besteht, daß der Wert des Produktes für jedermann klargestellt wird.“

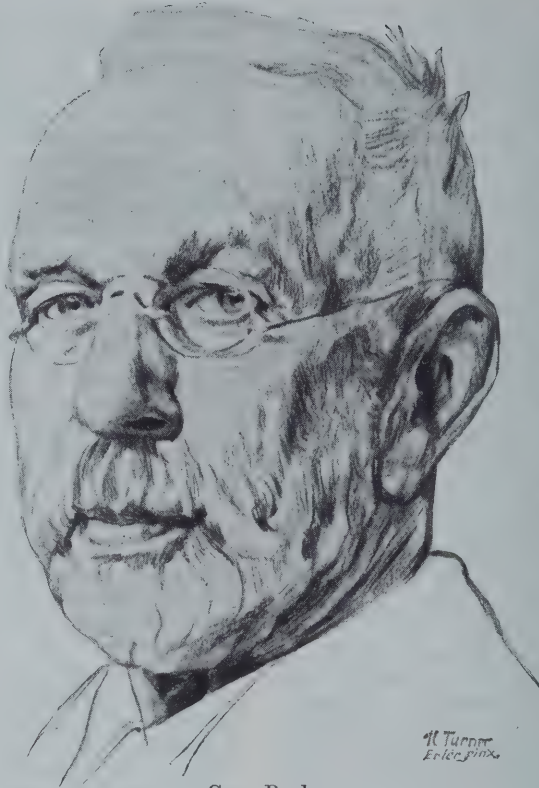
In der Denkschrift bringt Wöhler dann weiter, um zu beweisen, wie unzuverlässig damals der vorhandene Werkstoff und die dafür vorgeschriebenen Abnahmeversuche noch waren, in einer Zahlentafel das Ergebnis der Festigkeitsversuche der verschiedenen Eisen- und Stahlsorten. Wir finden hier in der Festigkeit Unterschiede von fast 100 vH. In seinem Vorschlag betont aber auch Wöhler ausdrücklich, daß solche Festlegungen, wenn auch staatlich festgesetzt, nicht unabänderlich sein dürfen, damit sie den Fortschritten der Industrie folgen können.

Der Wöhlersche Antrag fand zunächst in Deutschland und Österreich scharfen Widerspruch. Man kritisierte Einzelheiten der Vorschläge und fürchtete unüberwindliche Erschwerungen in der Produktion ohne Anerkennung der besseren Ware durch höhere Preise. Diesem letzteren widersprach der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen, indem er sich durchaus auf den Standpunkt stellte, daß die Eisen- und Stahlwerke, „welche so Vortreffliches geleistet haben, volle Anerkennung verdienen, die sich nicht auf Worte beschränken darf, sondern zur Tat werden muß, und zwar dadurch, daß die Eisenbahn sich in ihrem eigenen wohlverstandenen Interesse entschließt, für bessere Ware auch den angemessenen höheren Preis zu zahlen“.

Auf dieser Grundlage war schließlich auch eine Einigung zwischen Erzeugern und Verbrauchern zu erzielen. Gerade die Geschichte der Wöhlerschen Arbeiten läßt erkennen, wie stark durch das Prüfen der Werkstoffe die Güte des Materials und die solide Arbeit gefördert worden ist.

Auf der Münchener Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure 1878 hat Bauschinger in einem großen Vortrag „über Einrichtung und Ziele von Prüfungsanstalten für Baumaterialien und über die Klassifikation der letzteren, insbesondere des Eisens und Stahls“ zu den deutschen Ingenieuren gesprochen. Als Zweck seines Vortrages gibt er an, eine ruhige und objektive Betrachtung über die Frage der Klassifikation, die in jüngster Zeit soviel Staub aufgewirbelt habe, zu veranstalten. Er wolle seine Hörer davon überzeugen, daß die Gründe, die bei den Vorschlägen Wöhlers maßgebend waren, Beachtung verdienen; „denn nur durch objektive Behandlung der Sache und ruhige Überlegung kommen wir zu einem Ziel, während leidenschaftliche Erörterungen immer nur rückwärts, nie zum Fortschritt führen, den wir alle wünschen“.

Als Bauschinger, wie bereits erwähnt, 1871 das erste mechanisch-technische Laboratorium an der Technischen Hochschule in München eröffnen konnte, faßte er seine Aufgabe noch sehr weitgehend auf. Er wollte die Konstanten der Mechanik bestimmen, deren Kenntnis für die Anwendung dieser Wissenschaft in der Praxis notwendig sei. Das ganze Gebiet der Festigkeits- und Elastizitätslehre, das hierin liegt, ja selbst die Erfassung des Arbeitsverbrauchs bei Werkzeugmaschinen, Widerstandsbestimmungen von Fuhrwerken und Eisenbahnen zog er in seinen Arbeitsplan. Diese Aufgaben waren nach unsrer



C. v. Bach

heutigen Erfahrung viel zu für ein Laboratorium, und Bauschinger mußte sich mit den vorhandenen Versuchen der Zeit und Festigkeit der Baumaterialien begnügen.

Zu dem Münchener Laboratorium kamen noch andere. C. v. Bach erhielt 1879 ein solches in Stuttgart. Der Württembergische Bezirksverein deutscher Ingenieure 1881 den Antrag, dem Überschuß der Landeswerkausstellung ein Betriebslaboratorium von 15 000 bis 20 000 Mark zu nutze werden sollte, um ein Materialprüfungsanstalt in Stuttgart zu errichten. So bescheiden die Anforderungen. Weit standen Anstalten in Cöln und Berlin, und aus den Reihen dieser verschiedenen Anstalten erwuchs das Bedürfnis nach einheitlichen Normen für Prüfverfahren. Auf diesem Wege Versuche wurden miteinander verglichen zu 1

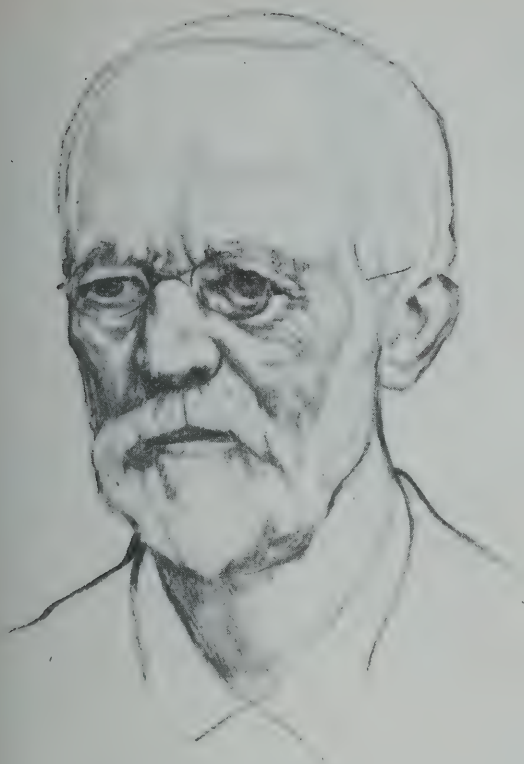
Um diesem Bedürfnis zu entsprechen, berief Bauschinger am 22. September 1880 die Vorstände der besten Prüfungsanstalten, die Vertreter der Technik und Industrie, der Erzeuger und Verbraucher

einer „Konferenz zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren“. Die von 79 Teilnehmern besetzten sehr wichtigen Sitzungen führten zu einer einmütigen Kommission zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren. Die Arbeiten dieser Kommission führten zu einem vollen Erfolg. Andre Bauschinger-Konferenzen folgten, und hieraus entstand der Internationale Verband für Materialprüfungen der Technik, aus dem sich der Deutsche Verband für Materialprüfungen der Technik entwickelte. Die Anregung hierzu gab C. v. Bach, der Direktor der Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt, A. Martens, anschloß.

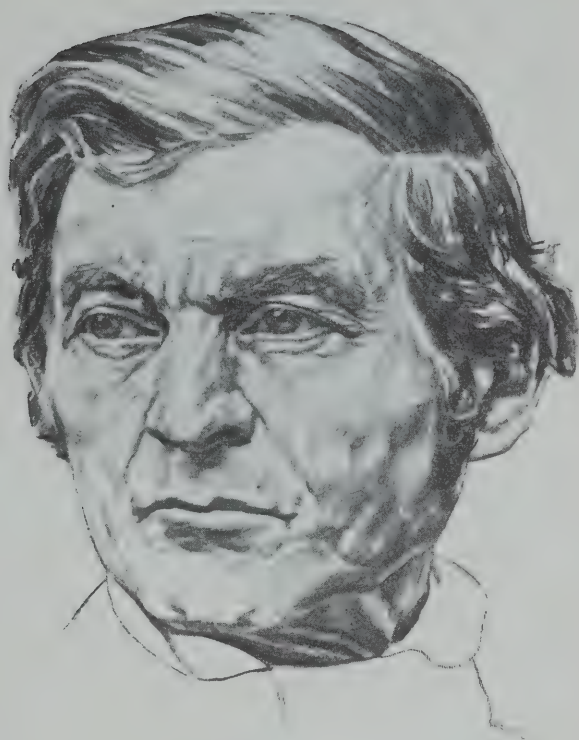
Ungemein große Verdienste hat sich A. Martens bei der Weiterentwicklung der Werkstoffkunde und der Prüfverfahren erworben. In der Materialprüfungsanstalt in Aachen hat er unter seiner Leitung, unterstützt von zahlreichen Mitarbeitern, grundlegende Arbeiten auf verschiedenen Gebieten der Werkstoffe durchgeführt. Besonders Verdienst ist ihm die Einführung des Mikroskops in großem Umfange zu danken. Dem englischen Forscher H. C. Sorby (1826 bis 1908) war es gelungen, mikroskopische Bilder der Bruchflächen von Eisen zu photographieren. Seine Arbeiten fanden zunächst aber fast keinerlei Beachtung. Erst A. Martens hat 1878 das Ergebnis seiner mikroskopischen Untersuchungen über die Schiffe von Eisen in der Denkschrift 1878, 1879 und 1880 veröffentlicht. H. W. Meyer (1834 bis 1908) hat dann die photographische Wiedergabe des Mikroskopbildes in großem Umfang benutzt. H. W. Meyer (1839 bis 1906) hat darauf hingewiesen, daß Legierungen als Lösungen der Metalle ineinander zu sehen sind. Der leider zu früh verstorbene Mitbegründer der Metallkunde, A. Martens, (1867 bis 1922) hat gerade auf diesem Gebiete weitere große Erfolge erzielt.

In der Metallographie hat man die großen Fortschritte auch dadurch für immer geehrt, daß man gewissen Bestandteilen der Eisenkohlenstoff-Legierungen Namen gegeben hat, z. B. Martensit, Sorbit, Ledeburit.

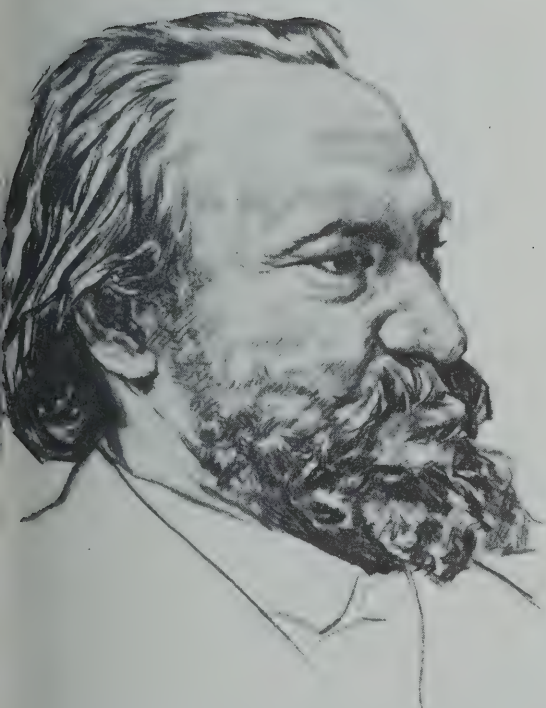
Die vielen eingehenden und sorgfältigen Untersuchungen von Kieck (1840 bis 1915), der das Gesetz der proportionalen Widerstände aufstellte, und A. Föppel (1854 bis 1924), der sich im besonderen der Elastizitätslehre beschäftigte, haben die bis



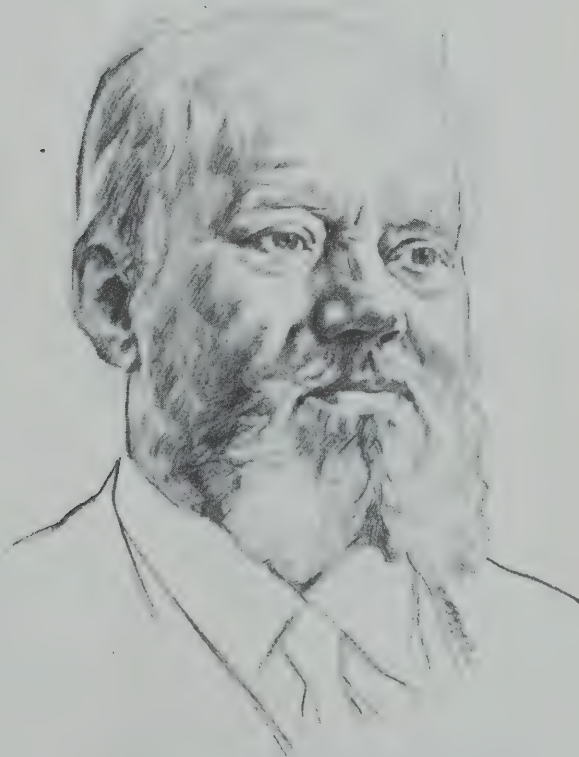
AUGUST WÖHLER (1819 bis 1914)



LUDWIG WERDER (1808 bis 1885)

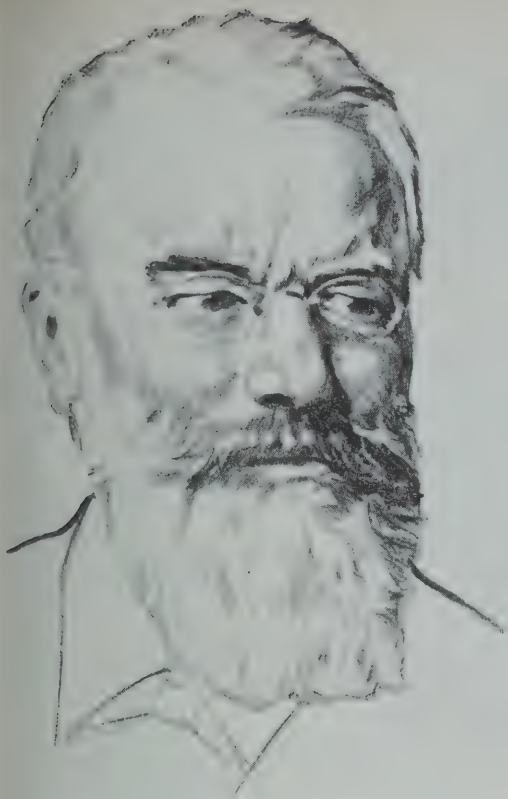


JOHANN BAUSCHINGER (1834 bis 1893)

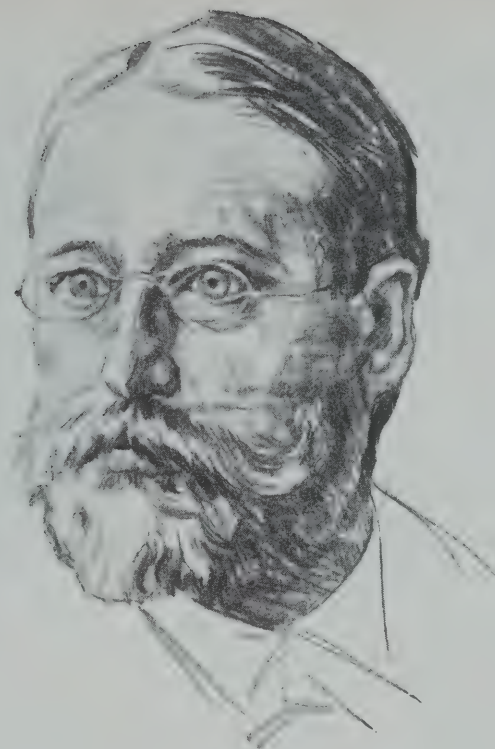


ADOLF MARTENS (1850 bis 1914)

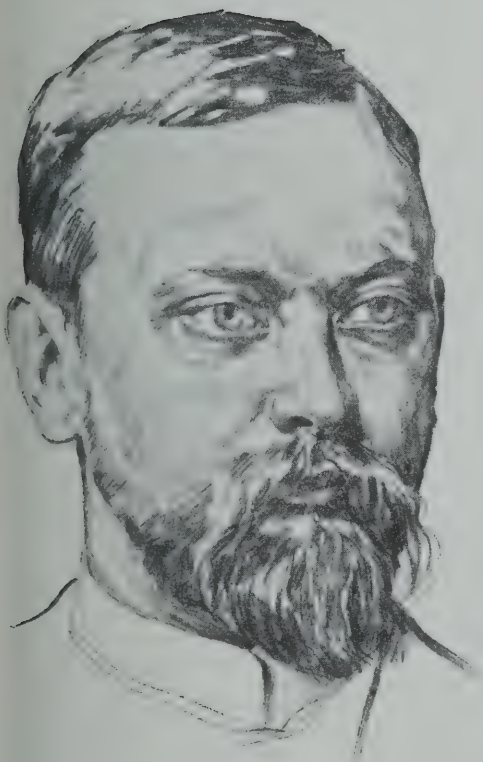
THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS



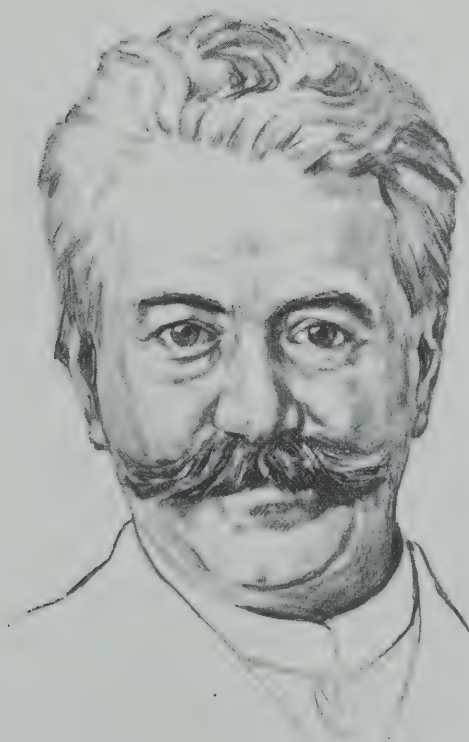
FRIEDRICH KICK (1840 bis 1915)



AUGUST FÖPPL (1854 bis 1924)



EMIL HEYN (1867 bis 1922)



LUDWIG v. TETMAJER (1850 bis 1905)

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

ebiete der Festigkeitslehre
eten Arbeiten ungemein er-
und vertieft.
enn ich in diesem kurzen
ick davon absehe, auch
ervorragenden Arbeit der
r zu gedenken, die heute
n vollem Schaffen die Ent-
ng weiter fördern, so wäre
h eine empfindliche Lücke,
ich hier nicht mit großer
arbeit und Anerkennung
großen Lebensarbeit C. v.
s gedächte, des Nestors
m Gebiet der Materialprü-
vor allem der Nutzbar-
ng der Ergebnisse für die
sche Ingenieurarbeit. Ein
in die lange Liste der
entlichtungen Bachs zeigt,
elch unermüdlicher Aus-
er hier als For-
und Lehrer gearbeitet
Die sehr lesenswerte Ab-
ng seines Schülers und
rigen Mitarbeiters R.
ann in Stuttgart über
aterialprüfungswesen wäh-
er letzten vier Jahrzehnte
it besonderer Klarheit er-
a, was Bach mit seinen Ar-
für die gesamte Technik
t hat.

Österreich war es Ex-
der in unermüdlicher Schaffenskraft noch heute
st, gelungen, durch immer erneuten Hinweis auf
deutung der Werkstoffprüfung in Verbindung mit
379 begründeten Technologischen Gewerbemuseum
n Wien eine Versuchsanstalt für Bau- und Ma-
material zu errichten.

maier (1850 bis 1905) hat 1880 in Zürich der
lprüfung eine hervorragende Stätte bereitet. Als
l nach Wien berufen wurde, setzte man auf seine
en große Hoffnungen. Es war ihm aber nur ver-
wenige Jahre hier zu wirken.

neuerer Zeit untersucht man neben den Festigkeits-
haften, dem Gefügeaufbau und der chemischen Zu-
nsetzung das Verhalten der Werkstoffe bei dauern-
d zwar wechselnder und schwellerer Belastung.
r Verarbeitung berücksichtigt man die Eigenschaften
nzelnen Werkstoffe, wobei die Kalt- oder Warm-
ng von Bedeutung ist. Man bestimmt die Verschleiß-
eit, indem man die Versuchsanordnung möglichst
rklichen Beanspruchung anpaßt. Besonders wert-
nd die Prüfungen ganzer Konstruktionsteile unter
ingungen, wie die Teile in der Praxis beansprucht

s Förderer der Kenntnisse über die Werkstoffe
a. noch folgende genannt: In Frankreich Rondelet
bis 1829), Berthollet (1748 bis 1822), Poisson (1781
1), Navier (1785 bis 1835), Osmond (1849 bis 1912),
r, Fremont, Sauveur, Guillet, Le Chatelier; in Eng-
ntsman (1704 bis 1776), Mushet (1772 bis 1847),
s-Austen (1843 bis 1902), R. Hadfield, H. M. Hove,
ferner in Holland Roozeboom (1854 bis 1907), in
len Brinell (1849 bis 1925), in Österreich Jüptner v.
ff, in Ungarn Rejtö, in Rußland Tschernoff.

esser kurze geschichtliche Überblick, der auf irgend-

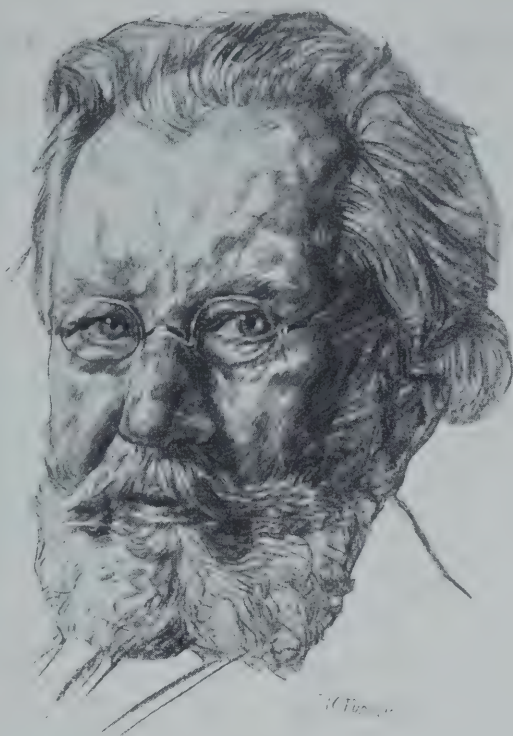
Vollständigkeit keinen Anspruch erheben kann,

kennen, welche riesigen Fortschritte unser Wis-

im Werkstoff in den letzten drei Menschenaltern

die zähe wissenschaftliche Arbeit ganzer Genera-

von wissenschaftlichen Arbeitern erfahren hat.



W. Exner

nem Verhältnis mehr stehen zu dem, was man vor einem
halben Jahrhundert erzielen konnte. So sehr wir auch diese
wissenschaftlichen Arbeitstätten brauchen, und so sehr
wir auch wünschen, daß die Öffentlichkeit in diesen In-
stituten große Mittel zur Verfügung stellt, der Erfolg
hängt heute, wie immer, in hohem Maße von der Bedeu-
tung der Persönlichkeit ab, der diese Arbeiten anver-
traut sind.

Als Bauschinger in dem schon erwähnten großen Vor-
trag 1878 im Verein deutscher Ingenieure über die Ein-
richtung von Prüfungsanstalten berichtete, schätzte er die
Kosten der erstmaligen Einrichtung auf etwa 12 000 Mark,
und er glaubte, daß zwei Zimmer ausreichten. Dann aber
kommt er auf die Auswahl des Leiters zu sprechen.
Woher man ihn nehme, sei im allgemeinen ganz gleich-
gültig, „wenn nur der Betreffende mit den nötigen tech-
nischen Kenntnissen ausgerüstet ist und wenn er nur
Lust und Liebe zur Sache hat. Dieser letztere
Punkt ist aber vor allem zu betonen; denn wenn Sie
die Mittel für Gründung und Fortführung solcher An-
stalten noch so reichlich gewähren, und Sie haben
nicht jemand, der mit voller Hingebung sich an den
Arbeiten beteiligt, so sind sie nutzlos aufgewendet, wäh-
rend andernfalls selbst weitgehende Anforderungen mit
verhältnismäßig geringen Mitteln erfüllt werden können.“
Diese Worte, vor fast 50 Jahren gesprochen, sind noch
heute uneingeschränkt richtig. Sie begründen auch die
Dankbarkeit, die wir alle als Nutznießer solcher wissen-
schaftlichen Arbeit für die empfinden, die vor uns ge-
wesen sind und die den Grund dafür gelegt haben, was
Werkstofftagung und Werkstoffschau heute zu zeigen haben.

Benutzte Quellen: A. B. W. Kennedy, The Use and Equipment
of Engineering Laboratories; London 1887. — L. Beck, Die Geschichte
des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung; Braun-
schweig 1897. — A. Leon, Die Entwicklung und die Bestrebungen der
Materialprüfung; Wien 1912. — R. Baumann, Das Materialprüfungswesen
und die Erweiterung der Erkenntnisse auf dem Gebiete der
Elastizität und Festigkeit in Deutschland während der letzten vier Jahr-
zehnte; Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie Bd. 4 (1912)
S. 147. — R. Blau, August Wöhler (1819 bis 1914); Beiträge zur Ge-
schichte der Technik und Industrie Bd. 8 (1918) S. 35. — Zeitschrift des
Vereines deutscher Ingenieure. — „Stahl und Eisen“.

[B 882]

Die Festigkeitsaufgabe und ihre Behandlung

Von Dr.-Ing. Max Enßlin, Esslingen

Der augenblickliche Zustand der Festigkeitsrechnung — Die Festigkeitsaufgabe — Einfache und zusammengesetzte Beanspruchung — Lösung nur durch Versuch — Wert der Rechnung — Abriss der Geschichte der Elastizitäts- und Festigkeitslehre — Festigkeits-hypothesen und Versuche — Hypothese der elastischen Arbeit, am besten durch Versuch bestückt — Betriebserfahrung und zulässige Anstrengung — Stellung zu den Werkstoffmängeln.

Der augenblickliche Zustand

Wenn ein Ingenieur die Abmessung eines Bau- oder Maschinenteiles vorausberechnet oder die Beanspruchung bei gegebener Abmessung nachrechnet, um sicher zu sein, daß der Teil fest genug ist, so geht er von der zulässigen Anstrengung des Werkstoffes aus. In den Ingenieur-Taschenbüchern befinden sich Tafeln der zulässigen Anstrengung der gebräuchlichsten Eisenarten: Stahl, Flußstahl, Schweißstahl, Stahlformguß, Gußeisen.

Am meisten verbreitet sind in Deutschland die von Bach aufgestellten Tafeln. Sie enthalten Werte der zulässigen Anstrengung auf Zug, Druck, Biegung, Drehung und Schub für die drei Fälle ruhender, pulsierender und schwingender Belastung, die als Belastungsfall 1, 2 und 3 bezeichnet werden. Die zulässigen Anstrengungen in den Fällen 1 bis 3 sind von Bach auf Grund der Versuche Wöhlers mit Stahl im Verhältnis 3:2:1 angenommen, ein Verhältnis, das nach Angabe Bachs in der Praxis des Maschinenbaues mit der Zeit sich in ähnlicher Weise herausgebildet hat¹⁾.

Da Bach die größte Dehnung des Werkstoffes als Maß für die Anstrengung annimmt, so ist rechnerischer Überlegung zufolge die zulässige Normalspannung gleich dem 1,3fachen der zulässigen Tangentialspannung, also $k_n = 1,3 k_t$; die Verhältniszahl liegt in der Tafel zwischen 1,25 und 1,5²⁾, für Schweißstahl beträgt sie 2,5. Der Ingenieur, der die Bachschen Werte der zulässigen Anstrengung benutzt, muß die größte Dehnung oder die durch Division mit der Dehnungsziffer $\alpha = 1:E$ sich ergebende resultierende Anstrengung (auch reduzierte oder ideelle Spannung) berechnen und mit einem in der Tabelle enthaltenen Wert k_n vergleichen.

Dieser ganz bestimmten Art der Festigkeitsberechnung liegt eine ganz bestimmte Festigkeitshypothese, die sogen. Größtdehnungshypothese zugrunde; jene und die Bachsche Tabelle gehören untrennbar zusammen. Wird das Verhältnis $k_n:k_t = 1,3$ geändert, so muß auch die Dehnungshypothese aufgegeben und durch eine andre ersetzt werden. Ferner wäre es falsch, bei zusammengesetzter Beanspruchung die größte Spannung zu berechnen (ausgenommen bei einfachem Zug und Druck) und diese mit den in der Bachschen Tabelle enthaltenen Werten zu vergleichen.

Auch auf die Ungleichartigkeit des Werkstoffes, z. B. des Schweißeisen, ist in der Bachschen Tabelle Rücksicht genommen; ferner darauf, daß bei gleichzeitiger Normal- und Tangentialanstrengung beide verschiedenen Belastungsfällen folgen können.

Schon diese Darlegungen zeigen, daß die Frage der zulässigen Anstrengung des Werkstoffes eine ganze Reihe von Einzelfragen in sich birgt. Eine eingehende Erörterung der Frage ist dadurch gerechtfertigt, daß es sich um die Grundfrage der Festigkeitslehre und der Verwendung des Werkstoffes handelt, mit der der rechnende Konstrukteur Tag für Tag zu tun hat, mit der sich vertraut zu machen er um so mehr veranlaßt ist, als für Sonderwerkstoffe Tabellen der zulässigen Anstrengung nicht bestehen. Der Konstrukteur ist dann auf sich selbst gestellt und muß sich auf Grund von Versuchsergebnissen an Zerreiß- und anderen Proben, sowie unter Beachtung der im Einzelfall in Betracht kommenden Verhältnisse selbst ein Urteil bilden und sich für den angemessenen Sicherheitsfaktor entscheiden. Selbständiges und sachliches Urteil erwächst aber nur auf dem Boden der Sachkenntnis.

Abgrenzung der Festigkeitsaufgabe

Die Bemessung eines Maschinenteiles muß einer Reihe von Anforderungen genügen. Es darf kein Bruch auf-

treten, es soll aber auch am Werkstoff gespart und der Werkstoff an den einzelnen Stellen des Maschinenteiles möglichst gleich gut ausgenutzt werden. Bruch tritt nun zwar jeder Bau- und Maschinenteil sein, das ist wenig, aber nicht immer hinreichend für seine Brauchsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit. Vielfach sind andere Rücksichten den Ausschlag, z. B. darf sich die Welle nicht so stark verbiegen, daß die Lager heiß werden oder daß ein auf der Welle sitzender Dynamoantriebsstreifen streift. Eine Werkzeugmaschine muß so stark belastbar sein, daß sie genaue Arbeit liefert, sie darf weder nachgeben, noch zu sehr elastisch federn oder zu Zwangsläufig zusammenarbeitende Teile dürfen sich nicht fast in keinem Fall im Betrieb bleibend verformen. Die Beanspruchung muß unter der Elastizitätsgrenze liegen. Das ist auch bei Federn der Fall, die die Uberschreitung der Elastizitätsgrenze, die sie vor der Ingebrauchnahme haben, lahm werden. Manche Gebrauchsstücke müssen stark gemacht werden, daß im Betrieb keine Klüfte oder Undichtheit entsteht. Auch die Herstellbarkeit, die Wirtschaftlichkeit der Herstellung, der Preis, die Weiterverarbeitung, bestehende Normen und selbst die Verfügbarkeit und Platzbedarf können maßgebend sein.

Von alledem werden im folgenden nur die Festigkeitsanforderungen betrachtet, in denen die Beanspruchung eines Gebrauchsstückes genügend weit unter der Bruch- oder Elastizitätsgrenze liegen muß. Hierbei ist die einfache und zusammengesetzte Beanspruchung zu unterscheiden.

Zu den einfachen Fällen der Beanspruchung gehören reiner Zug oder Druck oder reine Drehung; Biegung und Schub allein können auch hierher gerechnet werden, kann sie durch einfache Festigkeitsversuche untersucht werden.

Vom Standpunkt des Versuches oder der äußeren Belastung aus ist die Verwindung eines Stabes ein einfacher Belastungsfall; der im Innern des verdrehten Stabes vorgerufene Spannungszustand ist jedoch nicht ein einfacher (axiale), sondern schon ein zusammengesetzter (ebener). Ich werde nur Zug und Druck (auch Verwindung von Stäben) als einfache Beanspruchungsfälle ansehen.

Aus Zug-, Druck- und Verdrehungsversuchen geht hervor, wie weit man bei reiner Zug-, Druck- oder Drehbeanspruchung mit der Belastung gehen darf. Bei der Betrachtung zunächst auf Fälle, in denen bleibenden Verformungen zugelassen werden können, auf Werkstoffe, bei denen die ersten bleibenden Verformungen unter merklich gleichbleibender Belastung eintreten, die also eine sogenannte Fließ- oder Streckgrenze haben, so bildet die Spannung an der Streckgrenze die an der Streckgrenze vorhandene elastische Verformung (Dehnung) die Grenze der zulässigen Anstrengung. In anderen Werkstoffen und von der Bedeutung der Elastizitäts-, Streck- und Proportionalitätsgrenze, sowie der Bruchgrenze als Beanspruchungsgrenze wird später eingehend die Rede sein müssen.

Bei den einfachen Beanspruchungen ist es leicht, den Begriff der Sicherheit aufzustellen in dem Verhältnisse der Grenzanstrengung, geteilt durch die Anstrengung im Betrieb, oder den Begriff der zulässigen Anstrengung, der Grenzanstrengung, geteilt durch die Sicherheit. Diese können für einfache Beanspruchung leicht Gleichungen für die Bemessung von Zug- oder Druckorganen und Verdrehungsstäben aufgestellt werden.

Die Schwierigkeiten beginnen erst bei zusammengesetzter Beanspruchung, z. B. bei der im Maschinenwesen so häufig vorkommenden Beanspruchung einer Welle oder eines Kurbelarmes auf Biegung und Drehung bei der Beanspruchung von Schrauben auf Zug oder auf Drehung, bei der Beanspruchung eines dünnen

¹⁾ In „Hütte“ 1925 ist 2:1,2:1 gesetzt.

²⁾ In „Hütte“ 1925 ist das Verhältnis ziemlich gleichbleibend zu 1,25 gewählt.

ndigen Hohlzylinders durch inneren Überdruck, bei
egung von ebenen und gewölbten Wandungen, von
und Laufring. Genau genommen gehört schon die
e Drehung hierher. Nunmehr versagen die Hilfs-
die bei einfacher Beanspruchung zum Ziel geführt
Man braucht neue Versuche und neue theore-
Auffassungen über das Maß der zusammengesetzten
ngung, die weiterhin zur Aufstellung von Gleichun-
r die Bemessung zusammengesetzt beanspruchter
führen und die Anwendung des Begriffes der Sicher-
gen das Auftreten der Streckgrenze auch bei be-
zusammengesetzter Beanspruchung ermöglichen,
alle drei Hauptnormalspannungen tätig sind.

i will nun zeigen, was durch Versuche allein er-
werden kann und was nicht. Damit man sich
zurechtfinden kann hinsichtlich der Stufen der
schafflichen Entwicklung, sei an Bekanntes aus der
omie erinnert. Tycho de Brahe beobachtete den
der Planeten. Kepler stellte auf Grund dieser
htungen seine drei Planetengesetze auf. Newton
das allgemeine Gravitationsgesetz auf, aus dem die
ngsgesetze für zwei in Wechselwirkung stehende
n in Übereinstimmung mit Keplers Gesetzen durch-
ng abgeleitet werden konnten. Man erkennt deut-
e Stufen: Beobachtung, empirische Regel, Theorie,
geleitetes Gesetz. Auf der höchsten Stufe ist ein
tmaß von Versuchen nötig. Wir sehen nun, wie
r Lösungsgang bei der Festigkeitsaufgabe gestaltet.

Grundsätzliches über den Lösungsgang

e Versuche kann man sich z. B. im Hinblick auf die
ruchung einer Schraube grundsätzlich, wie folgt,
eführt denken: Ein Rundstab, Abb. 1, etwa aus
artem Stahl, wird mit einem Drehmoment M_d be-
das am Rand des Querschnitts eine größte Dreh-
ng τ , Abb. 2, hervorruft; der so vorbelastete Stab
n der Zerreißmaschine einem wachsenden Zug Z
orfen, bis die Streckgrenze bei einer Zugspannung σ
t ist. Der Versuch wird mit andern Vorspannun-
wiederholt, und es werden auf diese Art zusammen-
re Werte der Spannungen σ und τ ermittelt, die den
öff an die Streckgrenze bringen. Unter den Er-
befinden sich auch die Zugstreckgrenze $\sigma = S_z$,
und die Drehstreckgrenze $\tau = S_d$, $\sigma = 0$, Abb. 3.

egt ein Bildpunkt auf der Kurve, so befindet sich die
und τ gespannte Stelle des betreffenden Werkstoffes
Streckgrenze; liegt er innerhalb oder außerhalb, so
t sich der Werkstoff unterhalb oder oberhalb der
grenze. Offenbar gilt für jede Gebrauchstemperatur
ndere Grenzkurve. Bei einer ausgeführten Welle
ei einer Schraubenspindel kann man mit Hilfe der
Anfänger geläufigen Dreh- und Biegegleichungen σ
an der am meisten beanspruchten Stelle aus-
n und dann mit Hilfe von Abb. 3 entscheiden, ob die
grenze in der Welle überschritten ist oder nicht.
ann aber nicht sagen, wie groß die Sicherheit gegen
erschreiten der Streckgrenze ist, auch nicht, wie
ie durch σ und τ bewirkte Gesamtanstrengung ist,
fehlt die Gleichung, die schließlich auch die Be-
ng gestatten würde. Auch die Bemessung könnte man
Probieren lediglich nach Abb. 3 ausführen.

an erkennt: 1. Die Versuche mit zusammengesetzter
ruchung sind unbedingt nötig; man kommt mit den
en Zug-, Druck- und Drehversuchen nicht aus.
können in einfachster Weise praktisch nutzbar ge-
werden. 3. Man kann die Gesamtbeanspruchung,
gerufen durch die zusammengesetzte Belastung, nicht
nen; es fehlt eine Gleichung, aus der man die Höhe
erkstoffanstrengung mit einer einzigen Vergleichs-
rschrean kann; vor allem auch der physikalische
ke, der dieser Gleichung zugrunde liegt. 4. Für
Fälle zusammengesetzter Beanspruchung müßten
Versuche, entsprechend den beschriebenen, angestellt
a. Da entsteht das Bedürfnis, die Zahl der erfor-
en Einzelversuche möglichst einzuschränken und
möglichst alle Fälle der Beanspruchung umfassende
e zu besitzen, die sich auf ein Mindestmaß mög-
einfach ausführbarer Versuche stützt.

Die Elastizitätslehre zeigt, wie man die am meisten
gespannte und verzerrte Stelle und den Spannungs- und
Verzerrungszustand daselbst ermittelt. Unter welchen Um-
ständen die Streckgrenze eintritt, wird in der Elastizitäts-
lehre nicht erörtert; darüber weiß man zunächst, aus der
Elastizitätslehre oder aus der Festigkeitslehre der ein-
fachen Beanspruchungen herkommend, gar nichts. Man-
gels brauchbarer Unterlagen sind schon frühzeitig An-
nahmen gemacht worden, z. B. es trete die Elastizitäts-
grenze ein, wenn die größte Spannung einen dem Werk-
stoff eigentümlichen Grenzwert überschreitet; andre
hielten die größte Dehnung, die größte Schubspannung,
die elastische Arbeit an 1 cm^3 Werkstoff u. a. m. für
maßgebend. Entsprechende Annahmen sind bezüglich der
Bruchgrenze gemacht. Man nennt die Bedingungen für den
Eintritt der Elastizitäts- und Bruchgrenze Festigkeitsbedin-
gungen, Festigkeitsannahmen oder -hypothesen, vielfach,
wenn auch nicht zutreffend, Festigkeitstheorien. Die Festig-
keitshypothese und die auf ihr beruhenden Gleichungen
zur Berechnung der Anstrengung oder der Abmessungen
von Bauteilen bilden den Inhalt der Festigkeitslehre.

Die Hauptfrage, welche Umstände den Eintritt des
Bruches oder der Elastizitätsgrenze bedingen, ist jedoch
erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in allge-
meiner Form gestellt.

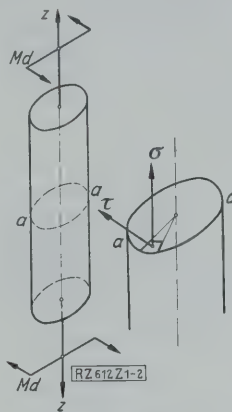


Abb. 1 und 2
Zusammengesetzte Beanspruchung eines Stabes
auf Biegung und Verdrehung

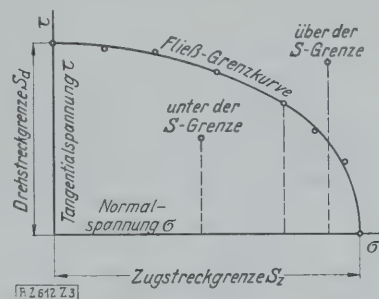


Abb. 3
Fließgrenze bei Versuchen
über die zusammen-
gesetzte Beanspruchung
nach Abb. 1 und 2

Abriß der Geschichte der Elastizitäts- und Festigkeitslehre

Es erscheint nützlich, die geschichtliche Entwicklung
des Problems in Kürze zu verfolgen; es wird sich dabei
herausstellen, was für unsere Frage wesentlich und wert-
voll ist: die Klärung der Grundbegriffe, die formale
Hilfsmittel, die Kenntnis des Werkstoffes, die Anregungen
und Anforderungen der Praxis, ein vernünftiges Verhältnis
zwischen der Wichtigkeit einer Aufgabe und dem Aufwand
an Hilfsmitteln zur Lösung, der Aufstieg von der Behand-
lung des einzelnen Falles zu der von Gruppen auf einheit-
licher, experimenteller und theoretischer Grundlage, der
Gültigkeitsbereich einer Theorie, die Stellung gegenüber
den Werkstoffmängeln.

Die alten Völker haben die Abmessungen ihrer Bau-
werke, soweit nicht künstlerische Rücksichten den Aus-
schlag gaben, auf rein empirischem Weg gewählt. Von
Festigkeitsberechnung und vom genaueren Verhalten der
Werkstoffe war nichts bekannt. So richteten die alten
Römer ihre Holz- und Steinbrücken, das Gewölbe des Pan-
theon u. a. m. Sehr wahrscheinlich wurden auch Hand-
werksregeln gebildet und etwas geschaffen, was man Nor-
mung oder Typisierung auf empirischer Grundlage nennen
kann, während Normung und Typisierung heutzutage auf
wissenschaftlicher Grundlage vorgenommen werden. In
der Form der Handwerksregel konnten die einmal ge-
machten Erfahrungen, so gut oder schlecht sie in dieser
Regel erfaßt waren, der Nachwelt überliefert werden. In
diesem Zustand der Technik mußte man es immer auf den

Erfolg ankommen lassen, ob ein Bauteil stark genug gemacht war oder ob der Werkstoff die Belastung aushielt. Es war zwar möglich, die einmal gemachte Erfahrung auf ähnliche, nicht zu sehr verschiedene Fälle zu übertragen; war aber die Verschiedenheit beträchtlich, so war aufs neue der Weg der Erprobung zu beschreiten. Die Frage der Wirtschaftlichkeit blieb stark im Hintergrund, da Sklaven, Kriegsgefangene, Lehenpflichtige und dergl. billige Arbeitskräfte abgaben. Ein gewaltiger Unterschied zwischen einst und jetzt besteht in der Arbeitsteilung. Benvenuto Cellini gießt seine Perseusstatue selbst; die alten Baumeister kümmerten sich selbst um das Brechen und Behauen der Steine; die bewunderungswürdigen Leistungen in Bauten und kunstgewerblichen Geräten sind nur denkbar unter der Annahme, daß die Verfertiger ein lebendiges Gefühl für den zu gestaltenden Stoff hatten. Heute, in einer Zeit weitgehender Arbeitsteilung ist die Gefahr nicht gering, daß das lebendige Gefühl für den Werkstoff schwächer und schwächer wird, und es ist eine wichtige Aufgabe der technischen Lehrer, dem entgegenzuwirken.

Den ersten Versuch einer wissenschaftlichen Behandlung einer Festigkeitsaufgabe hat Galilei gemacht. Im zweiten seiner im Jahre 1638 veröffentlichten „Discorsi“ behandelt er den Biege widerstand eines Freitragers mit Rechteck- und Kreisquerschnitt und Einzellast am freien Ende und gibt die Form des Trägers gleichen Biege widerstandes an. Seine Auffassung ist in den Hauptzügen aus Abb. 4 und 5 ersichtlich:

$$W \frac{h}{2} = k f \frac{h}{2} = P l.$$

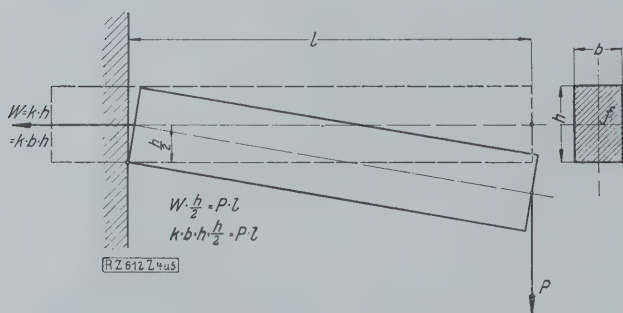


Abb. 4 und 5
Balkenbiegung nach Galilei

Er betrachtet den Werkstoff als unelastisch. Die Lösung ist zwar unvollständig. Das sogenannte Galileische Problem der Balkenbiegung hat aber die Geister von da ab nicht mehr ruhen lassen und darum ist man berechtigt, das Jahr 1638 als den Anfang der Festigkeitslehre anzusehen. Einen weiteren wichtigen Schritt bedeutet die Aufstellung des Proportionalitätsgesetzes zwischen Belastung und Formänderung durch Hooke, der es im Jahre 1678 in der Form: *ut tensio sic vis*, bekanntgab. Als Jahr der Auffindung nennt er 1666. Er beschreibt auch einige mit geringen Hilfsmitteln durchgeführte Versuche mit gewichtbelasteten Drähten, zylindrischen Schraubenfedern und Spiralfedern, durch die jeder die Proportionalität zwischen Formänderung und Belastung selbst nachprüfen könne.

Hooke sprach indes sein Gesetz — auf den Fall Zug angewandt — nur in der Form aus: die Verlängerung ist der Zugkraft proportional, $\lambda = c P$; nicht aber in der Form, in der es seine Anwendbarkeit auf Elastizitätsberechnungen erst erlangte: die Dehnung ist der Spannung proportional, $\epsilon = \alpha \sigma$. Die wichtigen Grundbegriffe der Spannung = innere Kraft auf die Flächeneinheit und der Dehnung = Verlängerung der Längeneinheit waren noch nicht formuliert. So kam es, daß Mariotte, Leibniz und Jakob Bernoulli die Galileische Annahme von der Starrheit der Balkenfasern durch die richtige Annahme der Zug- und Druckelastizität der Fasern ersetzen, daß Jakob Bernoulli 1705 die Annahme vom Ebenbleiben der Querschnitte aufstellte, daß Varignon 1703, ohne es ausdrücklich hervorzuheben, schon mit der Spannung rechnete, daß Coulomb 1773 die drei Gleichgewichts-

bedingungen $\sum V = 0$; $\sum H = 0$; $\sum M = 0$ zu den äußeren und inneren Kräften eines gegebenen Balkenstückes anwendete, und daß, obwohl die Hooke'sche Biegelösung beibracht waren, es doch nicht gelang, die uns gekläufige Biegegleichung $\sigma_b = M_b$ aufzustellen und über die Lage der Nullachse ins Klare zu kommen.

Fast zwei Jahrhunderte lang mühten sich die Köpfe unter den Schöpfern der Mechanik und Mathematik vergeblich um die Lösung des Galileischen Problems der Biegefestigkeit, weil ihnen die Grundbegriffe der Spannung und Dehnung und das Proportionalitätsgesetz in der Lösung: die Dehnung ist proportional der Spannung, unbekannt waren. Die Bedeutung der Grundbegriffe offenbarte sich hier aufs klarste. Als die richtige Formulierung lag, ging die Lösung sozusagen spielend. Enthielt Hookes Gesetz den Keim zu späteren Erfolgen, wies es sich noch weiterhin als befruchtend, indem Versuchen anregte.

Bülfinger 1729 und Riccati 1731 sind die ersten gewesen, von denen bekannt ist, daß sie Versuche über elastische Verhalten der Körper angestellt haben; sie traten „sich nicht mehr auf philosophisch ersonnenen Theorien verlassen, sondern suchten bei der Natur selbst den schluß durch wiederholte Beobachtung“. Sie ersetzten die lineare Gleichung Hookes durch ein Exponentengesetz, letzteres für Gußeisen. Gerstner und Hodgkinson 1844 unterscheiden gesamt-, bleib- und federnde Formänderungen, für die federnden Gerstner das Proportionalitätsgesetz als gültig an, für gesamt- und bleibenden Parabelgesetze.

Schließlich zeigte sich die starke Wirkung, die von Hookeschen Gesetz ausging, in dem Umstand, daß die Festigkeits- und Elastizitätsrechnung auf mehr als ein Jahrhundert von diesem Gesetz beherrscht blieb, nach seiner endgültigen Fassung erhalten hatte. Im Jahre 1827 bestimmte Young den Begriff Elastizitätsmodul E eines Werkstoffes, allerdings in noch wenig faßbarer Weise: eine Säule aus dem gleichen Werkstoff, die auf ihrer Fläche einen Druck auszuüben vermag, der sich zu der gewisse Zusammendrückung hervorruftenden Last verhält wie die Länge der Werkstoffssäule zu der Verminderung ihrer Länge“. Young scheint den Spannungs begriff nicht zu kennen³⁾.

Den Schub zieht Coulomb im Jahre 1776 in den Bereich der Betrachtung, der Schubelastizitätsmodul erst von Stokes im Jahre 1845 definiert. Die Klärung der auf dem Proportionalitätsgesetz sich aufbauenden Theorie bildet die Abhandlung Naviers „über die Gleichgewichte und der Bewegung der festen Körper“, die er im Jahre 1821 der Akademie der Wissenschaften in Paris vorlegte. Cauchy, von der Akademie zum Berichterstatter für die Arbeit Naviers ernannt, ergänzte sie durch die Einführung des Spannungsbegriffes und beschrieb mit Hilfe dieses Begriffes den Spannungszustand mit einem Körperpunkt und weiterhin den Spannungszustand. Damit schuf er die Grundlagen für die Beurteilung, die man bei der Behandlung der Frage „welche Umstände bedingen den Eintritt der Elastizitätsgrenze und des Bruches“ unbedingt braucht.

Navier, Cauchy, Poisson und Lamé brachten die Elastizitätslehre, sofern die Proportionalität zwischen Spannung und Dehnung erfüllt ist, binnen weniger Jahre zu einer Höhe, die auch heute noch nicht überboten ist. In der Hilfe der Grundgleichungen der Elastizitätslehre konnte bei vielen technisch wichtigen Aufgaben die Spannung und Formänderungen ermittelt werden, sofern der Werkstoff dem Proportionalitätsgesetz gehorcht und die Formänderung genügend klein ist, z. B. die Biegung von Stäben und Platten, neuerdings auch von gewölbten, die Drehung von Stäben, die Schwingungen von Stäben und Platten. Der Erfolg ist wesentlich durch die Einführung des Elastizitätsgesetzes bedingt, des verallgemeinerten

³⁾ Ein senkrecht stehendes Prisma von l cm Höhe und 1 cm Querschnitt wird durch Eigengewicht im untersten Querschnitt mit $[\text{kg/cm}^2]$ gepreßt, wo p $[\text{kg/cm}^2]$ das spezifische Gewicht bedeutet. ebenda bewirkte Stauchung ist $\epsilon = \alpha \sigma = p/E$; sie ist $= 1$, wenn l die Höhe $l = E/p$ ist. Diese Überlegung mag der Bestimmung Youngs zugrunde liegen.

chen Gesetzes, das freilich den Namen Hooke noch verdient als das einfache Proportionalitäts-

von frühzeitig hat man sich bemüht, Vorstellungen des inneren Aufbau des Werkstoffes und über die in seinen kleinsten Bauteilen wirksamen Kräfte zu Navier stellte sich einen festen elastischen Körper als stetig mit materiellen Punkten erfüllten Raum vor, der sich anziehen, wenn ihre ursprüngliche Entfernung vergrößert wird, und sich im gegenteiligen Fall abstoßen. Diese Formänderungen gelangt er zu einer linearen Beziehung zwischen elastischer Kraft- und Formänderung, die der Ansicht entspricht, daß diese Proportionalität logisch erschlossen werden.

Naviers Überlegungen haben sofort Widerspruch ernd und keinen Anklang gefunden; überdies kennt er 1821 den Spannungsbegriff noch nicht. Navier behauptet nur mit den elastischen Kräften; über den Eintritt der Elastizitätsgrenze und des Bruches vermag er nichts zu sagen. Man hat heutzutage das Gefüge der Steine und Metalle mit dem Mikroskop untersucht und eine Art zyklischer Mauerwerk von kleinen verschieden orientierten Kristalliten wahrgenommen. Den Kristallen selbst in symmetrischer Gitteraufbau zugeschrieben, die Punkte sind die Zentren kleiner Planetensysteme von Elektronen, der Atome. Die Kristalle werden, wie auch im verformten Zustand, mit Röntgenstrahlen durchdrungen, wobei die Raumgittervorstellung eine Stütze gehabt hat. Trotz der wesentlich erweiterten Erkenntnisse bestände konnte jedoch bis jetzt über die Bedingungen, unter denen bleibende Verformung oder Bruch eintritt, wie über die Art und Stellung der Bruchflächen nichts ausgesagt werden. So ist heute das Proportionalgesetz die einfachste Annahme; seine Gültigkeit muß für jeden einzelnen Werkstoff durch den Versuch nachgeprüft und die Grenze ebenfalls durch Versuche ermittelt werden.

Festigkeits-hypothesen

Die Hypothese über die Bruchgefahr scheint erstmals zuerst um 1680 aufgestellt zu haben. Er sagt sich, wenn der ursprüngliche Abstand zweier Stoffteilchen eine gewisse Größe erlangt, oder in der heutigen Sprechweise, wenn die größte Dehnung einen gewissen Grenzwert erreicht, tritt der Bruch ein. Die Größtdehnungshypothese, die stretch theory, hatten später St. Venant 1837 und Poisson 1839 ausgebaut.

Bei ihnen sind die Formeln entwickelt, die man heute zur Berechnung einer auf Biegung und Drehung wirkenden Welle benutzt und die einen Sonderfall der Beanspruchung eines Flächenstückchens in σ und τ darstellen:

$$\sigma_{\max} = \sigma_m; W = [0,35 M_b + 0,65 \sqrt{M_b^2 + (\sigma_m M_d)^2}] : \frac{\pi}{32} d^3.$$

Der Nachweis durch den Versuch für die Richtigkeit der Hypothese oder eine Prüfung ihres Geltungsbereiches ist nicht unternommen, anscheinend nicht einmal die Folgerung gezogen, daß die Bruchfläche dieser Hypothese zufolge auf der Richtung der größten Dehnung stehen und daß der Bruch durch Trennung erfolgt, während Schiebungsbrüche, die durch Abgleiten der Querschnitte eintreten, aus der Dehnungshypothese nicht erklärt werden können. Die Hypothese ist in Frankreich und Deutschland eingebürgert, wo sie Grasman angenommen hat, von dem sie Bach übernahm.

Grasman, Clapeyron, Maxwell und Hopkinson haben dagegen den Eintritt des Bruches dem Eintritt der Grenzspannung zugeschrieben. Nach ihrer Meinung tritt der Bruch ein, wenn an irgendeiner Stelle die größte Spannung einen dem jeweiligen Werkstoff eigenen Grenzwert erreicht. Auch die Größtspannungstheorie, maximum stress theory, ist nicht durch den Versuch geprüft. Nur Trennungsbrüche können hiermit erklärt werden, keine Gleitungsbrüche. Die Dehnungstheorie ist etwas umfassender als die Spannungstheorie, da auch die Querdehnungen in Rücksicht zu ziehen gelassen werden. Die Spannungstheorie ist besonders in England und Amerika eingebürgert gewesen.

Coulomb befaßte sich 1781 eingehend mit der Reibung fester Körper, d. h. mit dem tangentialen Widerstand beim Gleiten, den er dem Normaldruck proportional fand. Für ihn lag es nahe, den Gleitungsbruch spröder Werkstoffe (Stein, Gußeisen) beim Druck mit dem Auftreten einer Grenzschubkraft in Zusammenhang zu bringen. Mit der heutigen Ausdrucksweise lautet die Coulombsche Überlegung wie folgt: Ist K_s die reine Schubfestigkeit, die in einer von Normalspannungen freien Bruchgleitfläche auftritt, und μ die Ziffer der inneren Reibung, bedeutet ferner $\pm \sigma$ eine Zug-Druck-Spannung, so ist die Grenzschubspannung $\tau_g = K_s + \mu \sigma$.

Bemerkenswert ist bei der Coulombschen Schubhypothese, daß der Gleitungsbruch auch von der gleichzeitig in der Gleitfläche herrschenden Normalspannung σ abhängig erscheint. Der Gleitungsbruch wird durch eine gleichzeitig auftretende Druckspannung erschwert, durch eine gleichzeitig auftretende Zugspannung erleichtert. Zugstäbe aus zähem Werkstoff zeigen eine trichter- oder kraterförmige Bruchfläche; der Trichterrand ist matt seidenglänzend und als Gleitungsbruch anzusehen. Mohr hat diese Theorie 1882 verallgemeinert. Nach Mohr ist der Eintritt des ersten bleibenden Gleitens oder des Bruches von der in der Gleit- oder Bruchfläche herrschenden Spannung abhängig, also von keiner anderen an derselben Stelle auftretenden Spannung, z. B. nicht von der mittleren Hauptspannung. Die Tangentialspannung in der Bruch- oder Gleitfläche ist nach Mohr von der in der Bruch- oder Gleitfläche auftretenden Normalspannung abhängig, ebenso wie dies Coulomb und neuerdings Duguet angenommen haben. Während die beiden letzteren von Reibung in der Bruchfläche sprechen und eine Reibungszahl in die Rechnung einführen, vermeidet Mohr eine physikalische Deutung. Mohr weist dagegen nachdrücklich auf den Sonderfall seiner verallgemeinerten Hypothese, die reine Schubhypothese hin, derzufolge die Bruch- oder Gleitgrenze erreicht wird, wenn die größte Tangentialspannung eine dem Werkstoff und seinem Zustand eigentümliche Größe erlangt. Diese Hypothese, maximum shear theory, ist nur auf Gleitungs-, nicht auf Trennungsbrüche anwendbar.

Nach Beltrami 1885 wird die Streckgrenze erreicht, wenn die von 1 cm³ Werkstoff aufgenommene elastische Arbeit einen bestimmten, vom Werkstoff (und seinem Temperaturzustand) abhängigen Grenzwert erlangt. Aus der Hypothese ergeben sich keine Schlüsse auf die Bruchform, worin man einen Vorzug erblicken kann. Daß die Hypothese tatsächlich zähe und spröde Werkstoffe mit Gleitungs- und Trennungsbrüchen umfaßt, ist freilich nicht wahrscheinlich, da bei Gußeisen die Bruchzerreißarbeit für 1 cm³ klein, die Bruchverwindungsarbeit größer, die Bruchdruckarbeit erheblich größer ist. Der Bruch des Gußeisens tritt also keinesfalls bei einem bestimmten Grenzwert der spezifischen Brucharbeit ein.

Girtler tritt 1907 für die Hypothese von der elastischen Arbeit ein.

T. A. Huber zerlegt 1904 die elastische Arbeit in Kompressionsarbeit oder besser Raumänderungsarbeit A_k , hervorgerufen von der mittleren Spannung $\bar{\sigma} = \frac{1}{3}(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = \frac{1}{3}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz})$ und von der ohne Raum- oder Dichteänderung sich vollziehenden Gestaltänderungsarbeit oder Gleitungsarbeit A_g , hervorgerufen durch Tangentialspannungen allein. Für alle Spannungszustände, $\bar{\sigma} > 0$, die wie z. B. der reine Zug mit Raumvergrößerung verbunden sind, erreicht nach Huber wie nach Beltrami $A = A_k + A_g$ an der Fließgrenze einen dem Werkstoff eigentümlichen festen Grenzwert; dagegen für alle Spannungszustände $\bar{\sigma} < 0$, die wie z. B. allseitiger Druck, mit Raumverkleinerung verbunden sind, ist nach Huber nur A_g maßgebend. Hinzufügen eines allseitigen Drucks zu einem gegebenen Spannungszustand wäre also nach Huber ohne Einfluß auf die Fließgefahr, wenigstens solange der mittlere Druck $\bar{\sigma} < 0$ bleibt.

Schleicher erweitert die Hypothese Beltramis von der spezifischen elastischen Arbeit dadurch, daß er den Grenzwert der letzteren von der mittleren Spannung $\bar{\sigma}$ abhängig sein läßt. Damit wird die Anpassungsfähigkeit der Hypothese von der elastischen Arbeit an die Versuche größer. Aus Versuchen über einfache und zusammenge-

setzte Beanspruchung, die bis zur Fließ- und Quetschgrenze fortgesetzt werden, wird für diese Grenze jeweils A oder eine Vergleichsspannung $\sigma_v = \sqrt{2EA}$ und $\bar{\sigma}$ berechnet und in ein $(\bar{\sigma}, \sigma_v)$ -Achsenkreuz eingetragen. Nach der Ansicht Schleichers ergibt sich für Werkstoffe wie zäh Stahl eine parabelartige Kurve, für halbsprödes Zink und spröden Sandstein und Marmor findet er eine schräge Gerade, also eine Gesetzmäßigkeit, womit der Wert der Hypothese über das Formale hinaus wächst.

Eine mit der Hypothese Schleichers wesentlich gleichlautende Plastizitätsbedingung teilte v. Mises bereits 1925 mit, in Erweiterung einer 1913 von ihm aufgestellten.

G. D. Sandel berichtet in seiner Dissertation 1919 über den Stand der Frage der Festigkeitshypothesen und bringt eine eigene Hypothese in Vorschlag.

Versuche über zusammengesetzte Beanspruchung sind erst in neuerer Zeit angestellt worden. Guest hat 1900 bei umfassenden Versuchen mit dünnwandigen Hohlzylindern, die er auf Zug allein, Drehung allein, inneren Überdruck allein, ferner auf Zug und Drehung, Drehung und inneren Druck, inneren Druck und Zug beanspruchte, gefunden, daß die Streckgrenze eintrat, wenn die Größtschubspannung τ_{\max} einen bestimmten, dem jeweiligen Werkstoff eigentümlichen Grenzwert erreicht, und daß die gleichzeitig in der Fläche von τ_{\max} auftretende Normalspannung keinen merklichen Einfluß ausübt. Die an Flußeisen und weichem Stahl sowie an Messing gemachte Feststellung ist als reine (Größt-)Schubspannungshypothese anzusprechen. Hiernach würde das Festigkeitsproblem auch bei räumlichen Spannungszuständen auf ein ebenes Problem zurückgeführt.

Auf den Bruch übertragen, vermag die Hypothese die Entstehung von Gleitungsbrüchen zu erklären, die sich in der Ebene der größten Tangentialspannung ausbilden; bei anderer Stellung der Bruchgleitfläche muß die Theorie etwa nach dem Vorschlag Coulombs oder Mohrs erweitert werden, nach denen auch die in der Gleitfläche gleichzeitig herrschende Normalspannung auf den Eintritt der Gleitgrenze und die Stellung der Gleitfläche Einfluß nimmt. Guest hat die ersten Versuche über zusammengesetzte Beanspruchung angestellt, um verschiedene Festigkeitshypothesen zu prüfen. Ihm sind andre englische Experimentatoren gefolgt (Scoble, Mason, Smith).

Nach dem Bekanntwerden der Versuche Guests hat Mohr auf seine früher vorgelegte Hypothese erneut hingewiesen. In Deutschland ist Paul Roth in einer von Eugen Meyer angeregten Doktordissertation für die Festigkeitsrechnung auf Grund der Schubhypothese eingetreten; auch A. Föppel stellte sich auf diese Seite, während Bach an der Dehnungshypothese festhielt. Einige als mißglückt anzusehende Versuche zur Stützung der Dehnungshypothese stellte Bonte, Karlsruhe, an. Von Kármán fand bei Versuchen mit Sandstein und Marmor unter allseitigem Druck die Mohrsche Schubhypothese weitgehend bestätigt.

Schon von Kármán machte bei seinen Versuchen Feststellungen, die auf einen Einfluß der mittleren Hauptspannung hindeuten. Letzteres bestätigt Böcker, der die Versuche von Kármáns fortsetzte und erweiterte, und zwar an Marmorzylindern unter Manteldruck und Längsdruck, wobei der Manteldruck so groß gemacht wurde, daß eine axiale Verlängerung eintrat, ferner unter Verdrehung mit Manteldruck mit und ohne Axialdruck, ferner an Zinkzylindern unter Mantel- und Längsdruck, zum Teil auch mit axialer Verlängerung. Auch Lode findet bei Versuchen an dünnen flußeisernen Rohren unter Innendruck und Längszug, daß die mittlere Hauptspannung den Eintritt der Fließgrenze beeinflusst. Die mittlere Hauptnormalspannung hat nach der einfachen und erweiterten Schubhypothese keinen Einfluß auf die Bruch- oder Fließgefahr, auch nicht nach der Größtspannungshypothese, dagegen kommt der Einfluß der mittleren Hauptspannung zum Ausdruck in der Dehnungs- und in den Arbeitshypothesen. Auf dem internationalen Kongreß für technische Mechanik^{3a)} in Zürich 1926 wurden verschiedene Berichte über Versuche betreffend Bruch- oder Fließgefahr erstattet, woraus hervorgeht,

daß das Interesse der experimentellen Forscher für das Festigkeitsproblem im Wachsen begriffen ist.

Die kurzen Hinweise auf die heute vorhandenen Festigkeitshypothesen und ihr Vergleich mit einigen bekannten Brucherscheinungen berechtigen zu der Vermutung, eine für alle Werkstoffe gültige Festigkeitshypothese besteht, daß also die Umstände, die den Eintritt des Bruches oder der Elastizitätsgrenze bedingen, bei verschiedenen Werkstoffen verschieden sind. Bei spröden Stoffen oder im spröden Zustand eines Werkstoffes tritt sich z. B. bei Verdrehung ein Trennungsbruch (schalenförmig verlaufender Bruch bei Gußeisen), bei duktilen Werkstoffen oder im zähen Zustand zeigt sich ein Gleitungsbruch (Flußeisen). Indes sei bemerkt, daß Zähigkeit und Sprödigkeit nicht Grundeigenschaften zweier verschiedener Werkstoffgruppen sind, es kann vielmehr derselbe Werkstoff zäh oder spröde sein, z. B. Eisen im kalten Zustande spröde, im rotglühenden zäh; Stein gewöhnlichem Druck spröde, unter hohem allseitigen Druck zäh; Pech, langsam zerrissen zäh, schnell zerrissen spröde. Zähigkeit und Sprödigkeit, u. a. gekennzeichnet durch Gleitungs- und Trennungsbruch, sind also Funktionen des Temperatur- und Spannungszustandes, auch der Formänderungsgeschwindigkeit.

Welche von den heute in Vorschlag gebrachten Festigkeitshypothesen der Wirklichkeit entspricht, kann schon gesagt, nur durch Versuche entschieden werden, zwar endgültig nur durch Versuche bei zusammengesetzter Beanspruchung. Die Ergebnisse der einfachen Zug- und Verdrehungsversuche können aber auch schon herangezogen werden; durch die jeweilige Festigkeitshypothese ist nämlich das Verhältnis zwischen Zug- und Drehmoment eindeutig festgelegt:

Aus der Größtspannungshypothese folgt $S_z = S_d$
aus der Größtdehnungshypothese $S_z = 2 S_d$
aus der Arbeitshypothese $S_z = 1,6 S_d$
und aus der reinen Schubhypothese $S_z = 0,5 S_d$

Die Streckgrenzen müssen am gleichen Werkstoff konstant sein, und zwar ist die untere Streckgrenze zu benutzen, die dadurch festgestellt wird, daß beim ersten Zurückgehen des Kraftmessers an der oberen Streckgrenze der Antrieb der Prüfmaschine abgestellt und der Versuch wird, bis der Kraftmesser nicht mehr weiter zurückgeht. An der oberen Streckgrenze gerät der Werkstoff in einen labilen Zustand, dessen Eintritt von Zufälligkeiten abhängig ist; die obere Streckgrenze stellt daher keine Werkstoffkonstante dar, ebensowenig wie die Temperatur bei Siedeverzug. Der stabile Zustand ist an der unteren Streckgrenze erreicht, beim Sieden entspricht dem der Siedetemperatur. Die untere Streckgrenze ist die dem Werkstoff und dem Zustand eigentümliche Konstante; sie ist unabhängig von der Streckgeschwindigkeit.

Man erkennt, daß auch das Stehenbleiben des Kraftmessers während des Fließens von der Streckgeschwindigkeit abhängt und die zugehörige Streckspannung S_z auch keine Werkstoffkonstante darstellt. Überdies kann man bei den Streckgrenzbestimmungen Probestabformen verwenden, in denen die Spannungen sich möglichst gleichmäßig verteilen. Das sind bei Verdrehung Hohlstäbe mit genügend dünner Wand. An diesen wird die Streckgrenze erheblich tiefer gefunden als an Vollstäben. Nach Beobachtung des Gesagten erhält man Streckgrenzen, die man zur Klarstellung der vorliegenden Frage benutzen kann. Aus eigenen Versuchen mit Stahl, über die ich eingehend berichten werde, fand ich $S_z = 1,6 S_d$, was die Arbeitshypothese am meisten bestätigt wird⁴⁾.

Zum Schluß soll erörtert werden, ob die zulässigen Anstrengung aus Betriebserfahrungen

⁴⁾ Zur Prüfung der Festigkeitshypothesen wird man auch Versuche von Dauer- oder Ermüdungsversuchen heranziehen. Ist σ_D die Schwingungsfestigkeit bei Zug-Druck-Wechseln und σ_{Dreh} die Schwingungsfestigkeit bei Drehmomenten, so ist an sorgsamst hergestellten Hohlstäben mit möglichst gleichmäßiger Spannungsverteilung ermittelte Drehschwingungsfestigkeit, so der Größtspannungs-, Größtdehnungs-, Arbeits- und Schubhypothese wie oben, $\sigma_D : \sigma_{\text{Dreh}} = 1; 1,3; 1,6; 2$. Die bis jetzt bekannt gewordenen Ergebnisse reichen zu einer Entscheidung nicht aus. Nach M. Kommer ist bei Stahl $\sigma_D = 0,52 \sigma_{\text{Dreh}}$. Die Zug-Druck-Schwingungsfestigkeit ist nach Lehr 10 bis 15 vH höher als die Biegeschwingungsfestigkeit σ_{B} . Prüfverfahren und Probestab, mit denen σ_D wurde, sind mir nicht bekannt.

werden können, und ferner, ob die dem Werkstoff an-
den Mängel eine Hypothesenbildung überhaupt zu-
mit anderen Worten, ob es zur Zeit berechtigt er-
die Festigkeitslehre auf wissenschaftlicher Grund-
aufzubauen.

Betriebserfahrung

Der Gedanke liegt nahe, Werte der zulässigen An-
ang könnten aus Betriebserfahrungen mit bewährten
schadhaft gewordenen Bauteilen gewonnen werden.
falls erlangt man aber aus der Betriebserfahrung
die sich bewährt oder nicht bewährt haben, aber
Werte für die obere Belastungsgrenze. Sodann ist
schaffung von Erfahrungswerten offenkundig um-
schwierig und zum Teil recht unsicher, und ge-
nen Fall, es wären einwandfreie Erfahrungsunter-
gesammelt, so müssen sie nach einem einheitlichen
ren beurteilt werden. Das Ergebnis der Beurteilung
z. B. bei einer Kurbelwelle ganz davon ab, wie die
berechnet wird, ob man sie in den Lagern als durch-
en ansieht oder als kontinuierlichen Balken, ob man
öffnungen oder die Steifigkeit der Ecken berücksich-
er nicht, ob man die größte Spannung oder die größte
ng usw. als maßgebend für die Größe der Werkstoff-
ngung auffaßt.

Die Anstellung planmäßiger Versuche ist der Samm-
von Erfahrungen unvergleichlich überlegen. Man
auch, wenn man von Betriebserfahrungen auszugehen
der Hauptfrage nicht ausweichen: wie soll man rech-
nach welcher Festigkeitshypothese soll man z. B. den
iegung und Drehung einer Welle behandeln? Die
frage muß geklärt werden: Welche Umstände bedin-
ei einem bestimmten Werkstoff den Eintritt des
es oder bleibender Verformung, und es befestigt sich
erzeugung, daß, wo nicht schlimmste Ungleichartiges
Werkstoffes jede Hypothesenbildung von vorn-
als aussichtslos erscheinen läßt, die Aufstellung einer
zeitshypothese für den einzelnen Werkstoff oder für
stoffgruppen als Grundlage einer einheitlichen Festig-
rechnung das Ziel der wissenschaftlichen Behand-
liden muß.

Stellung gegenüber Werkstoffmängeln

Dr. Mohr äußert sich hierzu*) wie folgt: „Im Verkehr
sichtigen Fachgenossen bin ich nicht selten der Mei-
begegnet, es sei ein eitel Bemühen, der Festigkeits-
eine wissenschaftliche Grundlage zu geben. Homo-
körper — so hielt man mir entgegen — kommen in
tur nicht vor, homogene Spannungszustände ebenso.
Ein Elementargesetz aus der Erfahrung abzuleiten,
er unmöglich. Die vorhandenen Unregelmäßigkeiten
on der Art, daß sie jede Gesetzmäßigkeit fast voll-
g verdecken und den halbverwischten Spuren solcher
e weiter nachzugehen, das hat kaum eine erhebliche
ung. Es bleibt nichts anderes übrig, als in jedem
gen Fall besondere Versuche anzustellen und sich
physikalische Deutung nicht zu kümmern.

Man habe jedesmal zugeben müssen, daß sich gegen
Ansichten nicht viel einwenden läßt. Und dennoch
holt sich seit mehr als hundert Jahren der Versuch,

Z. Bd. 45 (1901) S. 740.

in die verwirrende Fülle der Erfahrungen Ordnung zu
bringen. Wenn es gelingen sollte, Regeln zu finden, denen
sich viele Erfahrungen unterordnen, selbstverständlich
solche, denen man Vertrauen schenken darf, so würde da-
mit vielleicht kein Elementargesetz, wohl aber ein Hilfs-
mittel gewonnen sein, um neue Ergebnisse der Erfahrung
auf ihre Wahrscheinlichkeit zu prüfen. In meinen Augen
würde auch dies ein Fortschritt sein. Freilich wird es sich
immer nur um Wahrscheinlichkeiten, nicht um mathema-
tische Übereinstimmungen handeln.“

Es ist entscheidend, wie man sich zu der Frage der
Werkstoffmängel stellt und was man vom heutigen Zustand
und seiner voraussichtlichen Entwicklung hält. Man muß
ohne weiteres zugeben, daß es Werkstoffe mit erheblichen
Mängeln wie Ungleichartigkeit und Eigenspannungen gibt;
das ist vor allem Gußwerkstoff; auch beim Schmieden und
Pressen kann der Werkstoff durch ungeeignete Behandlung
leiden, das Härten gelegentlich zu starken Härtspannungen
führen; andererseits ist Walzstahl von nicht zu großer
Härte in vorzüglicher Güte und innerer Gleichmäßigkeit
erhältlich. Eine Theorien- oder Hypothesenbildung hat
naturgemäß nur bei fehlerfreiem Werkstoff einen Sinn,
und die hierauf bezüglichen Festigkeitsversuche müssen
mit hinreichend fehlerfreiem gleichmäßigen Werkstoff, mit
einwandfreien Probestäben und Prüfeinrichtungen an-
gestellt werden.

Werkstoffe, die offenkundig mit Mängeln oder mit
unübersehbarer Ungleichartigkeit behaftet sind, scheiden
zunächst aus. Solche Mängel, ihre Größe und Häufigkeit
sind durch Werkstoffprüfung festzustellen; hierin liegt
eine besondere Aufgabe der Werkstoffprüfung, deren
Zweck ist, die höchste, geringste und durchschnittliche
Güte des Werkstoffes aufzuzeigen; der Konstrukteur muß
die Beanspruchung entsprechend niedrig halten, und es ist
vielleicht der Rat nicht unnötig, der verantwortliche Kon-
strukteur solle sich darum kümmern, daß der Werkstoff,
den er in der Stückliste nach sachlicher Überlegung vor-
schreibt, auch in der geforderten Güte zur Verfügung
steht. Derjenige, der den Werkstoff erzeugt oder zwischen-
behandelt, ist bestrebt, einen Gütegrad zu erreichen, bei
dem der Werkstoff verkaufsfähig bleibt; werden vom Ver-
braucher höhere Ansprüche gestellt und bezahlt, so steht
kaum etwas im Wege, durch weitgehende wissenschaftliche
Betriebsführung und Überwachung — allerdings zunächst
unter Verteuerung — die Güte zu steigern. Dies scheint
der natürliche Weg der Entwicklung zu sein. Guter Guß
ist eine Preisfrage, sagt man mit Recht; besserer genau
ebenso.

Die Gruppe von Werkstoffen, die schon heute in hoher
Güte und Gleichmäßigkeit erhältlich ist, wird sich dann im
Laufe der Zeit immer mehr erweitern, und die Zahl der
Werkstoffe wird andauernd im Wachsen begriffen sein,
für deren Verhalten man Gesetzmäßigkeiten und klare De-
finitionen aufstellen kann. Der skeptische und abwartende
Standpunkt, auf den man, wie Otto Mohr erwähnt, nicht
selten trifft, mag dazu führen, daß man in der Frage der
Bildung neuer Festigkeitshypothesen die gebotene Vorsicht
walten läßt, der vertrauende und vorwärtstreibende Stand-
punkt wird aber, das war auch Otto Mohrs Meinung, die
Festigkeitsrechnung und die Werkstoffgüte fördern.

[B 612]

Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik

Die Anregung einiger holländischer Fachmänner hat
vorbereitender Ausschuß einen Internationalen Kongreß
Materialprüfungen nach Amsterdam einberufen. Der Kon-
grat in der Zeit vom 12. bis 17. September 1927 in
Amsterdam stattgefunden und war von rd. 500 Teilnehmern
besucht.

Die staatlichen und städtischen Behörden
Großbrianniens hatten das Komitee mit allen Mitteln
unterstützt, und so reihte sich die Veranstaltung würdig an
Vorgänger, die seit 1895 abgehaltenen Internationalen
Kongresse für Materialprüfungen, an. Es lag die Aufgabe
vor, mit dem Jahre 1914 unterbrochene Zusammenarbeit
in den Staaten wieder aufzunehmen.
Die Verhandlungen allgemeiner Art führten zu dem Er-
gebnis, daß auf Grund des ausnahmslos gezeigten Interesses

die Neugründung des Internationalen Verbandes für die
Materialprüfungen der Technik beschlossen und seine
Satzung, die sich eng an die Satzung des alten Verbandes
anlehnt, aufgestellt und angenommen wurde. Danach bilden
die nationalen Materialprüfungsverbände das Gerippe für
den Internationalen Verband, der seine Hauptaufgabe in der
Förderung der stoffkundlichen Forschung und in der Verein-
heitlichung von Prüfverfahren sieht. Die vorbereitenden
Arbeiten für den nächsten Kongreß, der in Zürich stattfin-
den wird, hat als ehrenamtlicher Geschäftsführer Prof.
Dr.-Ing. E. h. Ros, übernommen. Für die Zwischenzeit
wird von jedem Lande ein Vertreter zur Teilnahme an den
internationalen Verhandlungen benannt werden.

Die wissenschaftlichen Verhandlungen während des Kon-
gresses gaben ein Bild davon, wie ungeheuer groß das Ge-
biet der Stoffkunde sich zur Zeit darstellt und wie schnell
sich die vor kaum mehr als einem halben Jahrhundert be-

gonnenen Arbeiten ausgedehnt haben. Aus dem Inhalt der etwa hundert wissenschaftlichen Vorträge des Kongresses läßt sich folgendes zusammenfassend sagen.

Die Bedeutung der Stoffkunde und damit der Materialprüfung für das öffentliche Leben erfordert, daß die Zusammenarbeit zwischen der reinen Wissenschaft, der praktischen Materialprüfung und den Belangen von Handel und Industrie immer mehr vertieft und erweitert wird. Das Bindeglied zwischen den Grenzgebieten bildet die planmäßige Werkstoffprüfung. Um sie zu fördern, bedarf es einmal der gegenseitigen Verständigung über einheitliche Begriffe und Benennungen, zweitens einer Vereinbarung über die auszubildenden Prüfverfahren und drittens einer laufenden gegenseitigen Unterrichtung über die Vorhaben und die Arbeiten auf den verschiedenen Gebieten.

Unter den Arbeitsgebieten werden im allgemeinen die Metalle den weitesten Raum umspannen. Hier befaßt man sich zur Zeit überall mit der Forschung über den Aufbau der Werkstoffe, d. h. mit der Ergründung der physikalischen Gesetze und Eigenschaften, von denen man versucht, auf die technischen Eigenschaften der Stoffe zu schließen. Ein zweites wichtiges Gebiet ist die Erforschung der Vorgänge in plastisch verformten Körpern. Es liegen hier bereits klar definierte Anschauungen vor. Bestimmten Spannungsgrenzen mißt man besondere Bedeutung bei.

Außerordentlich vielseitig ist das Gebiet der methodischen Prüfungen. Die Auswertung der Ergebnisse aus Verfahren, die seit langem festliegen, die Abänderung von Verfahren für besondere Zwecke und die Schaffung und Erforschung neuer Prüfarten werden sowohl von rein wissenschaftlichen Instituten als auch von Prüfanstalten und industriellen Laboratorien bearbeitet. Auf diesem Gebiet ist es besonders die Frage der Kerbzähigkeit, die trotz groß angelegter und an vielen Stellen durchgeführter Versuche noch immer keine restlose Klärung darüber ergeben hat, ob es möglich ist, sie für Abnahmezwecke zu verwenden. Über Dauerversuche und Abnutzungversuche, die beide die Aufgaben der Kurzzeitprüfungen in sich schließen, wird viel gearbeitet. In der Härteprüfung steht man vor der Aufgabe, die neueren Prüfverfahren einheitlich zu gestalten und auszunutzen. Neben der Brinell-Härteprüfung sind Verfahren in Anwendung, die dem Rockwell-Verfahren näher kommen. Die Schlaghärteprüfung und Fallhärteprüfung scheinen selten benutzt zu werden. Für Verschleißuntersuchungen sind keine neuartigen Verfahren bekannt geworden. Man sucht hier Beziehungen zu finden zwischen Werkstoffbeurteilungen und den sich bei dem Verschleißprüfverfahren ergebenden Werten.

Besondere Aufmerksamkeit ist dem Verhalten der Metalle bei ungewöhnlichen Temperaturen zugewandt worden. Hier kommen bei höheren Temperaturen auch Dauerversuche in Frage, und es wurde die Ansicht vertreten, daß man für jeden einzelnen Stoff Kennzahlen bei höheren und niedrigen Temperaturen versuchstechnisch ermitteln müsse.

Die neuen Metallsorten oder Legierungen für Hochbauzwecke, für den Leichtbau und für die Verwendung unter chemischen Angriffen werden weiter erforscht und an vielen Stellen in der Fertigung und im Betrieb geprüft. Bei der Prüfung von Gußeisen dürfte auch die Scherfestigkeit und die Kugeldruckhärte berücksichtigt werden.

Die Anwendung der Schweißung hat in allen Ländern die Aufgabe gestellt, die verwendeten Stoffe auf ihre Eignung zu prüfen und ein Verfahren zu ermitteln, das eine Bewertung fertiger Schweißungen gestattet.

Eine ganze Reihe von Sonderfragen, die in Vorträgen auf dem Kongreß behandelt wurden, zeigen, daß die Entwicklung auf dem Gebiete der Metalle noch im Fluß ist.

Auf dem Gebiet der nichtmetallischen Baustoffe nahmen Zement und Beton und die natürlichen Gesteine das Hauptinteresse in Anspruch. Man kommt durch Auswertung großangelegter Versuche der Lösung statischer Aufgaben im Beton- und Eisenbetonbau näher. Auch hier ist wieder die Frage wiederholter Beanspruchungen, besonders in Deutschland, bearbeitet worden. Als vorläufig nahezu abgeschlossen erscheinen die Arbeiten, die sich auf zweckdienliche Betonmischungen und Zuschläge beziehen. In verschiedenen Ländern sind bereits bestimmte Grundsätze, die man auf den Baustellen beachtet, ausgearbeitet worden. Wenn man auch keine sorgfältige Untersuchung außerhalb der Laboratorien durchführen kann, so bieten doch die ermittelten Kurven für Betonmischungen einen ausgezeichneten Anhalt für die Bauleiter, um die Ausführungen wirtschaftlicher zu gestalten. Über Mittel, um die Wasserdichtigkeit des Betons zu erhöhen, scheint festgestellt worden zu sein, daß das wichtigste Erfordernis richtige Mischung und Verarbeitung ist. Das Ergebnis kann zwar durch Beimengungen und Anstriche noch verbessert werden.

Auch auf dem Gebiete der Bewehrung von Beton neuere Arbeiten vor, die hauptsächlich unter Anwendung von Biegebungsbeanspruchung durchgeführt sind.

Sehr dringend sind Vereinheitlichungsarbeiten dem Gebiete der Zementprüfung. Es ist festzustellen, daß nicht nur die durch die Normenmischungen beeinflussten Festigkeitswerte, sondern auch die Ergebnisse aus Untersuchungen über Wasserbindung, Beginn der Härtung, Abbindezeit, Raumbeständigkeit usw. in den verschiedenen Staaten sehr große Unterschiede zeigen.

Die ungeheure Beanspruchung der Straßen durch Kraftwagenverkehr hat in allen Ländern Arbeit an Straßenbaustoffen veranlaßt. Die Prüfung der natürlichen Gesteine für Straßenbauzwecke weist verhältnismäßige Einheitlichkeit auf. Einige neue Untersuchungen über Kittfähigkeit des Staubes, Glatwerden usw. sind noch in Ausarbeitung. Für die bituminösen Stoffe sind die Untersuchungen über Prüfverfahren noch nicht abgeschlossen. Es dürfte auch notwendig sein, die französischen einheitlichen Bezeichnungen international in Angenommen. Die Prüfung der Gleisbettungs- und Schotterstoffe hat in den meisten Ländern Eingang gefunden. Benutzten Verfahren sind einander zwar ähnlich, doch lassen sich zahlenmäßige Vergleiche aus den Ergebnissen anstellen. Die international bisher einheitliche Prüfung der Mauerziegel dürfte in der nächsten Zeit in der Ausführung abgeändert werden, daß bei höherwertigen Ziegeln die Prüfungen auf Druckfestigkeit an ausgeschnittenen Proben durchgeführt werden. Für die allen Kautschuk- und Gummierzeugnissen gemeinsamen Prüfungen wurden bereits Vorschläge für internationale Vereinheitlichung gemacht. Bei der Prüfung feuerfester Steine ist die Beurteilung nach der chemischen Analyse mehr zu beachten.

In der dritten Gruppe der Vorträge, die verschiedene Stoffe behandelten, wurden Berichte über Holzprüfungen, Schmiermittel und Transformatorenöle, bituminöse Kautschuk und feste Brennstoffe gegeben.

Die Vereinheitlichung von Verfahren zur Festigkeitsuntersuchung von Bauholz macht große Schwierigkeiten. Die Bestimmung der Probentnahme, die sich sowohl auf die Entnahme aus dem Bestand, als auch auf die Form, Größe und Entnahmestelle der Probestäbe sehr schwer zu treffen sind. Untersuchungen über den Einfluß der Zellwand werden die mechanischen Prüfungen erleichtern.

Die Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Kautschuks bewegen sich teilweise in der Linie des künstlichen Aufbaues von Kautschuk, der die guten Eigenschaften natürlichen Kautschuks hat. Die mechanische Untersuchung befaßt sich zur Zeit besonders auch mit Dauerversuchen um die Erscheinung des Alterns zu erforschen. In Zukunft kommt auch die Prüfung bei höheren Temperaturen, besonders bei Fertigteilen in Betracht.

Ausreichende Verfahren für die Prüfung von Schmiermitteln sind noch nicht geschaffen worden. Man ist in der Lage, mit Hilfe einheitlicher Verfahren in kleinen einzuteilen, doch ist das Gebiet der eigentlichen Eigenschaftenprüfung für den Betrieb zur Zeit noch nicht geklärt. Die Wiederaufbereitung der Schmiermittel wird an vielen Stellen bearbeitet. Die gleiche Aufgabe besteht in hohem Maße für die Transformatorenöle, bei denen die Erscheinung des Alterns, besonders durch Oxydation der Luft, sehr eingehend untersucht worden ist.

Bei der Prüfung der festen Brennstoffe, die in allen Staaten bereits zur Festlegung von Richtpreisen und bei der Abnahme verwendet wird, sucht man die Ermittlung des Heizwertes aus der chemischen Analyse durch eingehende Prüfungen über das Verhalten der Steinkohle, Kesselhaus und bei der Gasfabrikation zu ergänzen und zu ersetzen.

Eine Reihe von Vorträgen beschäftigte sich mit den Maßnahmen zu einheitlicher Ausführung von Versuchsverfahren allgemeiner Art. Die im Laboratorium gebrauchten Geräte wie Thermometer u. ä., hat man vielfach vereinheitlicht.

Der allgemeine Eindruck des Amsterdamer Kongresses war, daß in der Zeit seit 1914 besonders die wissenschaftliche Stoffkunde außerordentliche Fortschritte gemacht und daß durch eine große Zahl von Untersuchungen bereits früher geschaffenen Verfahren vielfach ausreichende Unterlagen zur Vereinheitlichung in internationalen Normen geschaffen worden sind.

Von den schweizerischen Fachleuten, die die Veranstaltung des nächsten Kongresses in Zürich übernommen haben, wurde an die Teilnehmer aus den übrigen Staaten die Bitte gerichtet, durch Mitarbeit an der Ausgestaltung des Kongresses und durch sorgfältige Vorbereitung internationalen Materialprüfungsverbänden daran mitzuwirken, eine der wichtigsten Aufgaben durch gemeinsames Vorarbeiten zu fördern. [N 888]

Die Versuchsanstalten in den deutschen Eisenhüttenwerken

Von Dr.-Ing. E. H. Schulz, Dortmund

Entstehung der modernen Versuchsanstalt aus einfachen Anfängen und ihre allmähliche Entwicklung zu großen wissenschaftlichen Arbeitsstätten wird dargelegt. Nach Hinweisen auf die wirtschaftliche Bedeutung der Arbeit der Versuchsanstalten werden drei großen Arbeitsgebiete dieser Institute im einzelnen gekennzeichnet: laufende Überwachung und Untersuchung der Rohstoff-Fertigstoffe, gutachtliche Arbeiten für besondere Fälle und selbständige wissenschaftliche Tätigkeit. Auf die Gemeinschaftsarbeit der Versuchsanstalten und die Auswertung des sich ansammelnden Erfahrungsstoffes wird besonders hingewiesen.

Die Arbeit eines Eisenhüttenwerks bedingt die Ausführung von laufenden Werkstoffprüfungen nach zwei Hauptrichtungen: einmal muß das Werk als Verbraucher großer Mengen von Rohstoffen und allen aller Art diese auf Eignung und Wert prüfen, handelt sich dabei in erster Linie um die zu schmelzenden Erze, die Brennstoffe, die Zuschläge beim Schmelzverfahren, die feuerfesten Baustoffe und Menge Stoffe, die zum Teil auch in anderen technischen Betrieben gebraucht werden, wie Schmieröle, Legierungen usw. Zweitens muß das Hüttenwerk eigenen Erzeugnisse laufend auf ihre Beschaffenheit untersuchen, wobei zum Teil nicht erst die Fertigerzeugnisse der Prüfung unterworfen werden, sondern die Zwischenerzeugnisse, ja sogar die noch in Entstehung begriffenen Werkstoffe, z. B. der Stahl während des Schmelzvorganges im Ofen. Die Begleiter der Entstehung der Werkstoffe durch die Schmelzung hat sich herausgebildet vor allem mit der Entwicklung der großen gemischten Hüttenwerke, in denen nur aus dem Erz das Roheisen gewonnen wird, wozu auch sogleich dessen Umwandlung zu Stahl erfolgt, der dann weiterhin noch im Preßwerk und schließlich geformt und gegebenenfalls vergütet wird. Die einfachsten Anforderungen an die Rohstoffe in der Eisenindustrie lassen sich zum Teil durch die Untersuchung der chemischen Zusammensetzung erfassen, z. B. bei Erzen, beim Roheisen. Bei diesen Stoffen treten neben die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung noch andere Prüfverfahren, so zum Beispiel bei dem Fertigerzeugnis, dem Stahl die mechanischen Untersuchungen, bei den Brennstoffen Heizwertbestimmungen usw.

Seit frühzeitig finden sich auf den Hütten die Einrichtungen zur Durchführung von Untersuchungen nach den erstgenannten Richtungen — ein kleines chemisches Laboratorium und eine „Zerreibbude“. Nomenklatur — wenngleich die hüttenmännische Ausdrucksweise allgemein etwas rauh ist und ihr auch noch alte Begriffe aus der handwerksmäßig arbeitenden Zeit eigen sind, so war doch der Ausdruck Zerreibbude in jenen Zeiten vielsagend und man hätte ihm in der Zerreibbude zur Seite stellen können. Denn zu jenen Zeiten waren beide Keimstätten der neuzeitlichen Werkstoffprüfung mit primitiven Einrichtungen in irgendeinem etwas entlegenen Winkel, und man sah, das sie und die darin waltenden Männer Praktiker des Betriebes hatten, entsprach gar nicht nur zu sehr der Bezeichnung Bude für ihre Werkstatt. Die Erfahrung in der Beurteilung des Bruches durch Betrachten des Bruches und durch einfache mechanische Proben usw., stand erheblich höher im Rang als das Urteil nach der Analyse. Die erfahrungsgemäße Beurteilung sollte zwar auch von der heutigen nicht belächelt werden, aber die Voraussetzung waren einmal die immer noch kleinen, an das praktische erinnernden Verhältnisse des ganzen Werks, ferner die Möglichkeit, fast nur die besten Rohstoffe erkenntlich, zu verwenden und endlich die Möglichkeit, nur wenige Arten von Stahl stets in gleicher Weise herzustellen.

Die Massenfertigung des neuzeitlichen Betriebes, die Möglichkeit der Ausnutzung auch der weniger reichen Rohstoffe, die sich ausbildende Vielseitigkeit des Leistungsprogrammes und vor allem das immer notwendiger werdende Arbeiten auf höhere Gütestufen, diese Art der Beurteilung immer schwieriger und schließlich unmöglich. Die Bedeutung des Laboratoriums sowohl des chemischen wie des mechanischen,

Die Benutzung des Urteils des Laboratoriums für die Brauchbarkeit des Werkstoffes legte diesem aber auch noch eine weitere neue Verpflichtung auf. Was war zu tun, wenn eine Werkstofflieferung trotz des günstigen Urteils des Laboratoriums im praktischen Gebrauch, sei es bei einem fremden Verbraucher, sei es im eigenen Betriebe, versagte, und wenn der erzeugende Betrieb selbst den Grund für das Versagen nicht kannte oder auch nicht kennen wollte. Es lag nur zu nahe, dem Laboratorium die Aufgabe zu stellen, die Klärung zu suchen: aus der einfachen Prüf- und Abnahmestelle wurde ein Versuchslaboratorium; denn jene Klärung verlangte schon eine vielseitigere Untersuchung als die reine Abnahme.

Und die in der gleichen Zeit schnell fortschreitende Entwicklung der Werkstoffkunde, insbesondere in physikalisch-technischer Beziehung, schenkte den Laboratorien auch neue Arbeitsmittel, die Gefügeuntersuchung, die Metallographie begann ihren Siegeszug in den Hüttenlaboratorien, die damit zu den Stellen wurden, die für die Aufklärung von Beanstandungen zuständig waren. Die Erkenntnis aber eines Fehlers im Material stellte auch dem Forscher — denn solche mußten nun den Prüfstellen vorstehen — eine neue Aufgabe: Mittel und Wege finden zu helfen, um jene Fehler zu vermeiden. Und weiterhin fand sich der Drang, auch selbst die Rüstmittel der Werkstoffprüfung und unsere Kenntnisse der Werkstoffe weiter zu verbessern und auszugestalten.

Dieser Entwicklungsgang stellt in idealer Form den Weg dar, den die Werkstoffprüfung in den Hüttenwerken von jener Bude zur neuzeitlichen Versuchsanstalt gegangen ist; sie gibt auch die Arbeitskreise wieder, die diesen Instituten heute noch den Charakter geben: die laufende Prüfung und Abnahme der Rohstoffe und Erzeugnisse, die Aufklärung von Beanstandungen beim Erzeuger und beim Verbraucher und die selbständige Forschung.

Einige Daten mögen die Zeiten angeben, in denen der Hauptteil dieser Entwicklung sich vollzog. Die Firma Krupp war die erste, die den Schritt tat, eine umfassend arbeitende Versuchsanstalt des gekennzeichneten Gepräges zu errichten, die im Jahre 1909 entstand. Es folgte die Dortmunder Union, bei der der Weitblick der leitenden Persönlichkeiten sehr bald darauf im Jahre 1913 ein entsprechendes Institut erstehen ließ, und dann setzte eine ähnliche Entwicklung auch bei fast allen anderen großen Hüttenwerken ein, wobei allerdings leider in manchen Fällen Krieg und Nachkriegszeit hemmend wirkten, wenn auch die Erfordernisse des Krieges und die Rationalisierung der Nachkriegszeit andererseits die Entwicklung in gewisser Weise wieder zwangsweise förderten.

Einen besonderen Anstoß gab ferner in der Nachkriegszeit der Entwicklung der Versuchsanstalten auch die Gemeinschaftsarbeit, die in vorbildlicher Weise der Verein deutscher Eisenhüttenleute betrieb und die in der hier vorliegenden Frage zu der Bildung des Werkstoffausschusses führte, in dem hauptsächlich die Leiter der Versuchsanstalten sich zusammenfanden und der bis heute in den rund sieben Jahren seines Bestehens eine an Zahl und Inhalt überaus beachtliche Reihe von Arbeiten auf allen Gebieten der Werkstoffkunde von Stahl und Eisen hervorbrachte.

In der Organisation der Versuchsanstalten haben sich in der Folgezeit bei den einzelnen Werken naturgemäß Unterschiede herausgebildet insofern, als die Trennung der einzelnen drei großen Arbeitskreise je mehr oder weniger äußerlich betont werden kann: Einerseits können alle drei Gebiete in einer einzigen Anstalt

unter einer einheitlichen Leitung zusammengefaßt sein, es kann aber andererseits auch insbesondere das reine Betriebslaboratorium, das die großen Mengen von chemischen Analysen für den laufenden Betrieb durchführt, von der eigentlichen Versuchsanstalt mit ihrem mehr wissenschaftlichen Charakter getrennt werden. Ferner kann der Zusammenhang mit andern Abteilungen verschieden gestaltet werden, so kann z. B. die für den Verkehr mit den Abnahmebeamten beauftragte Stelle oder die sogenannte Wärmestelle mit der Versuchsanstalt verbunden werden. Auf diese Fragen, deren Lösung im einzelnen von den besonderen Verhältnissen des einzelnen Werkes abhängt, z. T. auch durch hergebrachte Verhältnisse als gegeben betrachtet wird, sei nicht näher eingegangen, betont sei nur, daß es sich zweifellos empfiehlt, nicht eine Zerlegung vorzunehmen, sondern Betriebsuntersuchungen und eigentliches Versuchslaboratorium unter einer einheitlichen Leitung zusammenzufassen.

Dazu steht in keinem Widerspruch, wenn der große Konzern der Vereinigten Stahlwerke A.-G. in jüngster Zeit einen neuen Schritt auf dem Gebiete des metallurgischen Versuchswesens gemacht hat in der Errichtung eines besonderen Forschungsinstituts, das, losgelöst von dem engeren Zusammenhang mit den Werkbetrieben sich auf dem reinen Forschungsgebiet betätigen soll. Dabei behalten nämlich die einzelnen dem Konzern angehörenden Hüttenwerke nach wie vor ihre Versuchsanstalten, das neugegründete Institut soll keineswegs deren Wirksamkeit einschränken, sie vielmehr nach der Seite ergänzen, daß es, befreit von allen betriebsmäßigen Arbeiten, die in den Versuchsanstalten notwendigerweise einen großen Teil der Kräfte binden, den Mittelpunkt für größere Forschungsarbeiten bildet.

Von Bedeutung dürfte sein, über die einzelnen drei genannten Arbeitsgebiete einer größeren Versuchsanstalt Näheres zu erfahren. Bemerkt sei dazu, daß, wie bereits angedeutet, im einzelnen die Verhältnisse häufig unterschiedlich sind, ich muß auch betonen, daß die Betrachtungen zugeschnitten sind auf die Verhältnisse und Bedürfnisse eines großen sogenannten gemischten Hüttenwerkes. Bei einem reinen Edelstahlwerk beispielsweise, das in seiner Arbeitsweise, seinen Einrichtungen und insbesondere auch in dem Umfang und der Art der Kuppelung der Versuchsanstalt mit den Betrieben dem hier betrachteten gegenüber manche Unterschiede aufweist, liegen teilweise eben auch andere Verhältnisse vor⁴⁾.

Die Aufgaben, die der Versuchsanstalt aus der laufenden betriebsmäßigen Untersuchung der eingehenden Rohstoffe, der eigenen Zwischen- und Fertigerzeugnisse des Hüttenwerkes entstehen, werden vielfach etwas unterschätzt, sogar von Stellen, die einen gewissen Einblick in die Verhältnisse haben. Sieht man von den Stoffen ab, die in kleineren Mengen beim Hüttenwerk eingehen, so sind es besonders folgende Gruppen von Stoffen, die laufend zu untersuchen sind: die eingehenden Erze und der Koks für den Hochofenbetrieb, das Gichtgas, das Roheisen der Hochofenabstiche, das Roheisen aus dem Mischer, die im Stahlwerk (Siemens-Martin- und Thomas-Betrieb) erzeugten Schmelzen, die Thomasschlacken, die feuerfesten Baustoffe, die Gase für das Martinwerk und andere Öfen, endlich die fertigen Walz-, Schmiede- und Gußstücke. Die Untersuchungen sind zum größten Teil chemischer Art, bestehen also in der Ausführung von Analysen. Erstes Erfordernis ist die Richtigkeit und Genauigkeit der chemischen Analyse. Hier tritt die große wirtschaftliche Bedeutung des Laboratoriums in Erscheinung.

Die Versuchsanstalt ist ja an sich eine reine Unkostenstelle, sie hat keine tatsächlichen Einnahmen, kann höchstens ihre Kosten auf die Werkabteilungen in irgendeiner Form umlegen, wodurch die Art dieser Kosten als reine Unkosten ohne die Möglichkeit der rechnerischen Feststellung eines Gegenwertes bestehen

bleibt. Und dennoch lassen sich geldliche Leistungen im Laboratorium, wenn auch mehr mittelbar, feststellen. Die Erze für den Hochofen werden nach ihrem Gehalt bezahlt, wobei der Preis für die Einheiten (gegebenenfalls noch unter Berücksichtigung Beimengungen usw.) festgesetzt wird. Es ist üblich, daß von einer Probe jeder Sendung sowohl der Erzlieferant wie das kaufende Hüttenwerk eine chemische Analyse macht, der Mittelwert aus den Bestimmungen gilt, wenigstens solange der Unterschied zwischen den beiden Befunden eine gewisse Grenze überschreitet. Bei der Fehlerhaftigkeit, die jeder chemischen Bestimmung stets anhaftet und der durch die bedingten Streuung der Werte liegt es auf der Hand, welcher Schaden rein geldlich entstehen kann, wenn das Laboratorium nicht den tatsächlichen zur Aufkommenden Gehalt an Eisen feststellt, der auf dem Wege gar nicht ermittelt werden kann.

Eine andre Kennzeichnung der wirtschaftlichen Bedeutung ergibt sich aus folgendem. Das Walzschmiedewerk erhält vom Stahlwerk Blöcke zu bestimmten Abmessungen der bestellten Stücke. Gewiß kann der Stahlwerk auf Grund seiner Erfahrungen den Herstellungsweg so leiten, daß der erzeugte Stahl die vom Abnehmer gewünschten Festigkeitseigenschaften mit einer möglichst großen Wahrscheinlichkeit auch auf dem Wege der Prüfung erreicht. Schwieriger aber diese Eigenschaften zu erreichen, wenn der Werkstoff weniger günstig ist, so wird auch die Möglichkeit, daß die gewünschten Eigenschaften im Einzelfall doch nicht erreicht werden. Wird nun der Block im Walzwerk oder Preßwerk weiterverarbeitet, so entstehen hier auch die Weiterverarbeitungskosten; genügt das Stück dann später den Bedingungen der Prüfung, so ist einmal eine weitere Häufung der Kosten entstanden, zum andern ein Zeitverlust, der ja auch unangenehme Folgen sein kann. Durch die Prüfung des Gusses mittels einer Gußprobe im Laboratorium kann dieser Gefahr weitgehend vorgebeugt werden.

Die Arbeit der Versuchsanstalt geht aber in eine Beziehung noch weiter. Die im Siemens-Martin- und Thomas-Betrieb metallurgischen Umsetzungen, die vorgenommen werden, sind für die Erreichung des Werkstoffes von gewünschter Beschaffenheit, werden heute im Hüttenwerk nicht mehr durch technologische Beobachtung verfolgt, es werden vielmehr laufend dem Schmelzwerk Proben entnommen, die im Laboratorium auf die Bestandteile: Kohlenstoff, Mangan, Phosphor, und Schwefel, geprüft werden. Diese überwachende Arbeit ist eine große Schnelligkeit der Durchführung der Untersuchungen. So tritt an das Laboratorium die Aufgabe heran, einen großen Teil seiner Bestimmungen mit einer Genauigkeit durchzuführen, die weit größer als sonst im Hüttenwerk brauchbar ist. Einmal sind hierfür von den Hüttenwerken selbst besondere Schnellverfahren ausgearbeitet worden, zum andern verlangt diese Aufgabe an dem Leiter eine nicht zu unterschätzende Organisation und Energie.

Man darf nach allem heute zweifellos den Schluss ziehen, daß ein Fortfall des Laboratoriums den Gang der Erzeugung eines neuzeitlichen Hüttenwerkes innerhalb kürzester Zeit unmöglich machen würde. Die meist selbständige Stellung der Versuchsanstalten unmittelbar unter der Werkleitung gibt ihnen den Abnehmerkreisen die Beruhigung, daß der Erzeugungsgang des von ihnen bezogenen Werkstoffes einer Kontrolle steht, die Fehl-Erzeugnisse aus dem Hüttenwerk soweit dies eben bei einer technischen Arbeit möglich ist.

Um einen Anhalt zu geben über die Arbeitslast, die nur in diesem Teil einer Versuchsanstalt zu leisten ist, seien in Zahlentafel 1 einige Zahlen angegeben, die dem praktischen Betrieb eines neuzeitlichen Hüttenwerkes entnommen sind.

Es wäre aber verfehlt, anzunehmen, daß die Aufgabe der Versuchsanstalt seine Aufgabe damit erfüllt wäre, eine große Analysenfabrik zu sein. Ich habe darauf hingewiesen, daß die Versuchsanstalten einen großen Anteil an der Entwicklung der analytischen

⁴⁾ Über das Beispiel der Arbeitsweise einer Versuchsanstalt in einem Edelstahlwerk s. Oertel, Organisation der Abteilung Forschung und Überwachung der Stahlwerke Becker A.-G., Mitteilungen der Stahlwerke Becker A.-G. 1927 Heft 8.

Zahlentafel 1

der analytischen Einzelbestimmung
der monatlichen Erzeugung eines
Hüttenwerks

gegenstand der Untersuchung	Zahl der Bestimmungen
.....	2 500
..... vom Hochofen	1 200
..... Mischer	3 200
..... Thomaswerk	12 500
..... Martinwerk	5 500
..... Gase	800
..... Schlacke	3 000
.....	2 500
Insgesamt	31 200

dadurch haben, daß sie für ihre Sonderzwecke
verfahren ausbilden mußten. Die Beschäftigung
Ausbau der analytischen Chemie geht aber noch
weiter. In welchem Maße die Versuchsanstalten der
werke hierdurch zu Stellen geworden sind, die für
Entwicklung der analytischen Verfahren eine erheb-
liche Bedeutung haben, lassen die überaus zahlreichen
merkant bedeutsamen Veröffentlichungen des
Fachausschusses des Vereins deutscher Eisen-
leute deutlich erkennen, sie legen beredtes Zeugnis
dieser technisch und wissenschaftlich gleich be-
stehen, für die Allgemeinheit der chemischen Wis-
senschaft wichtigen Wirksamkeit der Laboratorien und
weiter.

zu ein anderer bedeutsamer Umstand. Naturgemäß
sich infolge der gekennzeichneten Art der Tätig-
keiten in den Laboratorien im Laufe der Zeit gewaltige
Anzahl von Einzelversuchsergebnissen an. Es ist das
von D a e v e s, darauf hingewiesen zu haben,
die Auswertung dieser Zahlenunterlagen durch die
Hilfsmittel Erkenntnis vermitteln kann, die
Hüttenbetriebe von der größten Wichtigkeit sein
würde zu weit führen, auf diese Auswertungs-
arbeiten näher einzugehen, die noch viel weiter aus-
gewertet werden kann²⁾. Einige Beispiele
des Arbeitsverfahren gab ich vor kurzem an
Stelle³⁾.

vorstehenden ist im besonderen Maße von der
Untersuchung auf chemischem Wege gesprochen worden,
die Rohstoffe fast ausschließlich das Feld be-
deuten, während die Fertigerzeugnisse, wie bereits
erwähnt, in hohem Maß auch Festigkeits- und noch
andere Prüfungen laufend unterworfen werden. So wer-
den Stähle und Transformatorbleche auf ihre
mechanischen Eigenschaften laufend untersucht usw.
Für alle diese Prüfungen gelten naturgemäß ähn-
liche Vorgehensweisen. Die Gefügeuntersuchung nimmt in
den meisten Prüfungen nur einen geringen Raum ein,
in der wird die laufende Untersuchung der Stähle
auf ihre Gleichmäßigkeit durch eine Ätzprobe und die Nach-
prüfung richtiger Wärmebehandlung, insbesondere bei
festen Stücken, durchaus auf breiter Basis durchge-
führt ist ein oft unerlässliches Hilfsmittel geworden.

Die gutachtliche Tätigkeit der Versuchsanstalt bei
den Prüfungen und besonderen Erscheinungen im Be-
trieb der zweiten großen Arbeitskreis, ist ein sehr weites
und etwas verwickelter als die laufende Prüfung.
Dabei darf es schon der Ausnutzung aller Mittel, die
zeitliche Werkstoffkunde ausgebildet hat, und
erheblicher Kenntnisse und Erfahrungen auf
diesem Gebiet, um Ersparnis zu leisten. Dabei fällt
der Versuchsanstalt eine allgemein bedeutsame Aufgabe
zu, nämlich der Mittler zu sein zwischen dem
Hüttenwerk und dem Abnehmer.

Die vielfachen Anforderungen der verbrauchenden In-
dustrie lassen sich heute noch nicht in einfache, klare
Bedingungen fassen, es sei erinnert an die For-

derungen einer leichten Bearbeitbarkeit von Automaten-
stahl, an die Schneidkraft von Werkzeugstahl, an den
Verschleißwiderstand und anderes mehr. Geschehen kann
es — insbesondere wenn der Kunde, wie es leider nur
allzu häufig noch geschieht, keine klaren Angaben über
den Verwendungszweck macht —, daß ein durchaus den
vom Kunden mitgeteilten Forderungen (Zusammen-
setzung, Festigkeitseigenschaften) genügender Werk-
stoff geliefert wird, der aber in jener Sonderrichtung
dann doch nicht befriedigt, so daß er beanstandet wird.
Hier erwächst der Versuchsanstalt die Aufgabe, festzu-
stellen, was es nun mit jener Sondereigenschaft auf sich
hat, wie sie in der Lieferung ausgebildet ist, wie weit
sie hinter dem zu Erwartenden zurückbleibt, wie weit sie
besser zu entwickeln ist und, was auch sehr bedeutsam
ist, wie weit der Verbraucher selbst dazu beitragen
kann, daß er zufrieden ist.

Gerade die Beratung des Verbrauchers ist eine gar
nicht hoch genug einzuschätzende Aufgabe der Ver-
suchsanstalt. Erinnert sei nur an das so große Gebiet
der Wärmebehandlung des Stahles durch Glühen, Ver-
güten, Härten. Immer wieder muß betont werden, daß
in der Ausbildung unserer Maschinenleute auf den Tech-
nischen Hochschulen der Werkstoffkunde noch vielfach
zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet wird oder daß hier
noch nicht die richtigen Bahnen besritten werden. Da
andererseits der Maschinenmann doch auch vielfach in die
Lage kommt, seinen Stahl wärmetechnisch behandeln zu
müssen — und sei es auch nur ein „einfaches“ Schmie-
den —, so kommen die schlimmsten Mißhandlungen des
Stahles in der Praxis vor, und der dann einsetzende
Mißerfolg wird fast stets dem Werkstoff zugeschrieben.
Wenn hier die Hauptaufgabe der Versuchsanstalt ist,
die ungerechtfertigte Beanstandung zurückzuweisen, so
tritt andererseits die Aufgabe hinzu, dem Verbraucher
auch mit Aufklärungen zu dienen. Und nach der andren
Seite hat die Versuchsanstalt selbstverständlich auch die
Pflicht, die eigenen Werkbetriebe nicht zu schonen, sie
nachdrücklich darauf hinzuweisen, wenn Mängel im
Werkstoff vorliegen, die der Fertigung und Verarbei-
tung als solcher zuzuschreiben sind.

Hier ist wesentliches Hilfsmittel die Gefügeunter-
suchung, die Aufschlüsse gibt, die die chemische Analyse
und die Festigkeitsprüfung nie vermitteln können. Die
Ungleichmäßigkeiten im Stahl (Seigerungen), die nicht-
metallischen Einschlüsse, die gesamte Wärmebehandlung
mit ihren Möglichkeiten der Veredelung, aber auch der
Ausbildung von Fehlern — alles das sind die Gebiete,
auf denen die Metallographie ihre Triumphe feiert.

Die einzelnen Fälle solcher gutachtlichen Arbeiten
sind naturgemäß außerordentlich verschieden geartet.
Der Nachweis einer ungenügenden oder zu hohen Er-
hitzung beim Härten von Stahl ist z. B. in den weitaus
meisten Fällen leicht zu führen, eine Gefügeunter-
suchung läßt hier den Fehler meist sehr bald erkennen.
Andererseits muß darauf hingewiesen werden, daß gerade
eine einfache Gefügeuntersuchung in sehr vielen Fällen
eine Erklärung nicht gibt. Man muß sich auch vor einer
Überschätzung insbesondere der Metallographie etwas
hüten.

Wenn weder die chemische Untersuchung noch eine
Gefügeuntersuchung und eine Prüfung der Festigkeit,
Härte usw. einen Aufschluß ergibt, wird es sehr häufig
erforderlich sein, daß in der Versuchsanstalt auch Warm-
behandlungen des Werkstoffes vorgenommen werden, die
entweder grundsätzlich das Verhalten des Werkstoffes
bei einer Warmbehandlung klären sollen, oder aber die
der praktisch angewandten Warmbehandlung nachgeahmt
sind, um festzustellen, ob diese an sich zweckmäßig war
und richtig ausgeführt worden ist. Es gibt immer noch
eine ganze Anzahl von technischen Eigenschaften bei
Stahl und Eisen, die in ihrer Differenzierung mit dem
normalen Werkstoffprüfverfahren nicht erfaßt werden
können. Um nur ein Beispiel anzuführen, sei hingewie-
sen darauf, daß die sogenannte Alterung des Stahles, das
Sprödewerden beim ruhigen Lagern nach einer kleinen
Reckung weder chemisch noch metallographisch im
Werkstoff irgendwie kenntlich wird.

¹⁾ D a e v e s, Großzahlforschung, Fachauschußberichte des Ver-
scheider Eisenhüttenleute, Werkstoffauschußbericht Nr. 43.
3d. 67 (1925) S. 643, Bd. 69 (1925) S. 1542.
²⁾ H. S c h u l z, Über die Organisation der Materialprüfung bei
den „Maschinenbau“ Bd. 6 (1927) S. 812.

Auch die Aufklärung der Beanstandungen wirkt sich aus als Niederschlag von Erfahrungen, die von der größten Bedeutung werden können. Hier ist die Festlegung jeder Einzeluntersuchung in Form von Karteien, wie ich es an anderer Stelle eingehender beschrieben habe, ein wertvolles Hilfsmittel¹⁾. Und ihre Auswertung führt dann auch über zu den selbständigen Forschungsarbeiten der Versuchsanstalten. Was die Versuchsanstalten der deutschen Hüttenwerke auf diesem Gebiet geleistet haben, dafür gibt den besten Aufschluß die Sammlung von Arbeiten, die im Rahmen der Werkstoffausschußberichte des Vereins deutscher Eisenhüttenleute erschienen sind. Von den bislang in dieser Sammlung vorliegenden Arbeiten stammt der überwiegende Teil aus den Versuchsanstalten der Hüttenwerke.

Dabei brachten diese Arbeiten bedeutsame Aufklärungen auf den verschiedensten Gebieten der Stoffkunde von Eisen und Stahl, so die Lösung der Frage nach der Entstehung des Schwarzbruchs, wertvolle Beiträge über den Einfluß des Schmiedens auf Stahl, über den Faserbruch, über den Einfluß verschiedener Legierungsbestandteile auf die Eigenschaften des Stahles. Von sehr großer Bedeutung sind ferner verschiedene Arbeiten über die laboratoriumsmäßige Erfassung des Verschleißwiderstandes von Stahl und letzters, um nur noch ein Gebiet zu erwähnen, liegen eine große Anzahl von Arbeiten insbesondere über feuerfeste Baustoffe vor.

Über die Arbeiten, die die Versuchsanstalten der deutschen Hüttenwerke zur Verbesserung der Arbeitsverfahren der eignen Werke durchführten, dringt naturgemäß das meiste nicht in die Öffentlichkeit. Es sind ja in den selteneren Fällen ganz neue Werkstoffe oder ganz neue Arbeitsverfahren, die ausgebildet werden — meist handelt es sich darum, in zäher, oft langwieriger Arbeit kleine Verbesserungen des erzeugten Werkstoffes einzeln Schritt für Schritt herbeizuführen, Einzelheiten, die in ihrer Gesamtheit große Fortschritte bringen können.

Bereits mehrfach ist die Bedeutung der Versuchsanstalten und ihrer Arbeiten auch für die Technik ganz allgemein gestreift worden. Es ist um so wichtiger, diese

¹⁾ E. H. Schulz a. a. O.

Festigkeit und Gefügebau des Gußeisens

In den letzten Jahren sind in grundlegenden Arbeiten die Bedingungen und Ursachen, die die Festigkeitseigenschaften des Gußeisens beeinflussen, eingehend erforscht worden. P. Bardenheuer¹⁾ gibt eine zusammenfassende Darstellung der bisherigen Untersuchungsergebnisse und kommt auf Grund eigener Versuche zu dem Schlusse, daß die Festigkeitseigenschaften des Gußeisens vorwiegend durch die Form und Verteilung des Graphits beeinflusst werden, und zwar viel stärker als durch das Gefüge der metallischen Grundmasse. G. Neumann²⁾ findet durch seine Versuche diese Annahme vollauf bestätigt. Gußeiserne Bremsbacken für Kraftwagen waren zu weich angeliefert worden; es wurde versucht, durch eine Ölhärtung bei 850° und ein Anlassen bei 600 bis 650° den Werkstoff zu vergüten und ihm eine größere Härte zu verleihen, was auch in einwandfreier Weise gelang.

Im Anschluß hieran untersuchte man eingehend fünf aus derselben Schmelze stammende Probestäbe, um den Zusammenhang zwischen Gefügebau, Härte und Festigkeit nachzuprüfen. Man hatte also ein Gußeisen, dessen Graphit

¹⁾ „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 857; Z. Bd. 71 (1927) S. 683

²⁾ „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 1606/09.

Seite hervorzuheben, als diese Wirksamkeit mehrfach viel zu wenig anerkannt wird. Die Versuche können aus naheliegenden Gründen bei weitem alle Erkenntnisse veröffentlichen, die bei ihnen gewonnen werden, sie sind ja schließlich Stellen zum Vorteil ihres Werkes arbeiten müssen und die Ergebnisse daher in erster Linie auch diesen zufließen und zwar oft allein zukommen müssen. Daher die Bedeutung der Versuchsanstalten als wissenschaftlicher Institute zugunsten öffentlich arbeitender etwas unterschätzt. Der Eingeweihte jedoch wird um nur eins herauszugreifen — eine Werkstoffbeim Stahl kaum möglich gewesen wäre ohne die kräftige Arbeit der Versuchsanstalten und die Nutzung ihrer Erfahrungen. Anerkannt ist ferner, daß es sehr anregend die Arbeiten der Versuchsanstalten Eisenhüttenwerke auf die Fortentwicklung der festen Baustoffe gewirkt haben.

Die vor kurzem stattgefundene Jahresversammlung des Reichsverbandes der deutschen Industrie in Berlin stand im Zeichen des Themas „Qualitätsarbeit“. Die Bedeutung gerade für Deutschland dort nachdrücklich und überzeugend dargetan wurde. Wenn die Tätigkeit der Versuchsanstalten der deutschen Hüttenwerke zusammenfassend betrachtet, ihre Wirkung als Stellen einmal der Überwachung der Anlagen, zum andern der Durchführung von klärenden, fördernden gutachtlichen und forschenden Arbeiten, darf man wohl aussprechen, daß im Ringen um die Verbesserung der Versuchsanstalten mit an erster Stelle stehen zu hoffen, daß die deutsche Eisenindustrie wie auch in Zukunft ihren Anstalten die Entwicklungsmöglichkeit gibt, die sie weiter hineinwachsen lassen. Die Aufgabe, deren Erfüllung ja in erster Linie der Industrie wieder zugute kommt.

Und weitere Kreise der Technik werden durch die vollkommenere Darstellung von Wesen, Art und Tätigkeit der Institute machen können, wenn auf der Versammlung in Berlin eine großangelegte Versuchsanstalt, die in angestrengter Zusammenarbeit der Wissenschaft und Mitarbeiter eben dieser Arbeitsstätten der Eisenindustrie organisiert und aufgebaut worden ist.

nach Gehalt und Ausbildungsform gegeben wurde, ohne weitere Wärmebehandlung, wie Härten und Anlassen, folglich an der Graphitbildung nichts mehr geändert, sondern es wurde lediglich die Grundmasse beeinflusst. Die Stäbe wurden auf 850° erhitzt, in Öl abgeschreckt und darauf bei einer nicht an der Temperatur soweit angelassen, daß Brinellhärten bis 266 erreicht wurden. Ein Stab wurde in eine Packung dreimal auf 900° erhitzt und langsam gelassen, um möglichst eine ferritische Grundmasse zu erreichen. Die Brinellhärte war in diesem Fall gesunken. Die Zerreißfestigkeitswerte schwankten in diesen Fällen nur zwischen 18,0 und 21,7 kg/mm².

Es geht daraus hervor, daß sowohl eine Härte als ein Weichglühen der Grundmasse gegebener Gußstücke in einem Ansteigen oder Abfallen der Brinellhärte zum Ausdruck kommt, daß aber, da die Graphitbildung hierdurch nicht berührt wird, die Brinellhärte nur unwesentlich schwanken kann. Der geringste Graphitgehalt in möglichst feiner Anordnung ist also für ein Gußeisen hoher Festigkeit, erst in zweiter Linie sind die Eigenschaften der Grundmasse von Bedeutung.

Berlin

Dipl.-Ing. M. H. Kraus

Das Verhalten von Stahl bei tiefen und hohen Temperaturen

Von Dr.-Ing. Anton Pomp, Düsseldorf

Einfluß des Faktors Zeit bei der Prüfung der mechanischen Eigenschaften des Stahles bei von Raumtemperatur abweichenden Wärmegraden. Abgekürztes Prüfverfahren zur Ermittlung der Dauerstandfestigkeit. Kugelfallhärte von gehärtetem Werkzeugstahl bei erhöhten Temperaturen. Kerbzähigkeit bei tiefen und hohen Temperaturen. Verhalten von Transformatoreneisen in der Wärme.

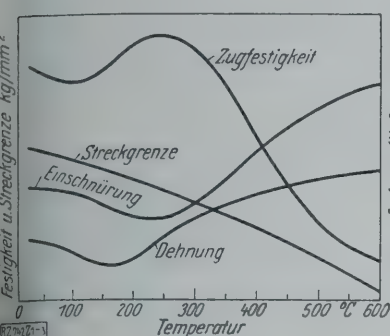


Abb. 1

Festigkeitseigenschaften weichen Stahles in Abhängigkeit von der Temperatur (schematisch)

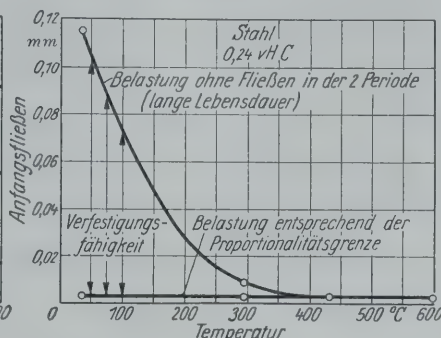


Abb. 2

Anfangsfließen in Abhängigkeit von der Temperatur (French und Tucker)

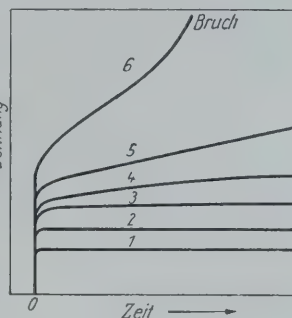


Abb. 3

Dehnung-Zeit-Schaulinien für verschiedene Belastungsstufen (schematisch)

Kenntnis der Eigenschaften eines Werkstoffes bei Raumtemperatur reicht zur Beurteilung seiner Brauchbarkeit im praktischen Betriebe vielfach aus. Zahlreiche Konstruktionsteile müssen bei niedrigen Temperaturen arbeiten, die teils oberhalb, teils unterhalb der Raumtemperatur liegen. Mit der Fortentwicklung des Maschinenbaues sind die Temperaturen, denen die Bauteile ausgesetzt sind, ständig gewachsen und damit die Anforderungen, die an die Werkstoffe, vor allem in der Hinsicht der Festigkeit, gestellt werden. Als von besonderer Bedeutung ist der Zusammenhang der Bau von Hoch- und Niederdruckkesseln, die Ausgestaltung der Heißdampfmaschinen und -turbinen zu nennen. Ferner sind mechanischen Beanspruchungen bei noch höheren Temperaturen zuweilen Druckgefäße für die chemische Industrie ausgesetzt. Andre Konstruktionsteile arbeiten bei niedrigen Temperaturen. Es sei nur an die Kältemaschinen erinnert, ferner an solche Bauteile und Werkzeuge, die ungeschützt bei niedrigen Temperaturen starken mechanischen Beanspruchungen, darunter auch den besonders gefährlichen Stoßbeanspruchungen Widerstand leisten müssen.

Die Eigenschaften der Werkstoffe bei Raumtemperatur bieten keineswegs eine Gewähr für ihre Brauchbarkeit bei niedrigeren Temperaturen. Die allgemeine Erfahrung, daß sich Achs- und Schienenbrüche im kalten Jahreszeit häufen, die vielfach gemacht wurden, daß schwere Zugketten, z. B. Schiffsanker, Förderketten der Braunkohlen-Tagebaue, nach dem Einwandfreien Laufes, bei strenger Kälte zu Bruch gehen, sind mit ihren folgenschweren Belegen dafür. Hieraus erhellt die Wichtigkeit der gründlichen Erforschung der Eigenschaften des Stahles in der Kälte und Wärme für weite Gebiete der Technik.

Die Berücksichtigung dieser Umstände hat auch das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, dem die Erforschung der Temperatur auf die mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe in den letzten Jahren in starkem Maße Aufmerksamkeit geschenkt mit dem Ziel, die notwendigen Unterlagen für die Beurteilung des Verhaltens von Stahl bei Wärmegraden zu schaffen, die von der Raumtemperatur abweichen. Auf die Ergebnisse dieser Untersuchungen wird im folgenden in erster Linie Bezug genommen.

Die Erforschung des Verhaltens der Werkstoffe auf die mechanischen Eigenschaften des Stahles hat man zunächst dadurch befriedigen zu lassen geglaubt, daß man die bei Raumtemperatur übliche

Ausführung des Zugversuches unverändert für die Bestimmung bei höherer Temperatur übernahm. Dieser Weg ist aber nur so lange einwandfrei, wie die Art der Versuchsausführung, insbesondere die Geschwindigkeit seiner Durchführung, als bedeutungslos für das Ergebnis gelten darf, was für Stahl bei der Prüfung bei Raumtemperatur bis zu einem gewissen Grade der Fall ist. Nachdem aber erkannt worden ist, daß verhältnismäßig geringfügige Änderungen der Versuchsgeschwindigkeit bei höherer Prüftemperatur wesentlichen Einfluß auf die erreichten Werte ausüben, können die im normalen Warmzerreißeversuch gewonnenen Festigkeitswerte dem Ingenieur nicht als Berechnungsgrundlage für seine Konstruktion dienen. Es ergab sich so als leitender Gesichtspunkt die Notwendigkeit, den Faktor Zeit bei der Prüfung der mechanischen Eigenschaften des Stahles bei Wärmegraden, die von der Raumtemperatur abweichen, zu berücksichtigen.

Die Aufgabe gliedert sich je nach der Art der Beanspruchung, die für das Werkstück im praktischen Betriebe zu erwarten ist, nach verschiedener Richtung. Als kennzeichnender Unterschied in dieser Beziehung ist die Forderung zu nennen, daß auf der einen Seite der Werkstoff einer verhältnismäßig kurzen, unter Umständen schlagartigen, Beanspruchung gewachsen sein muß, oder daß er auf der andern Seite auch einer langdauernden Belastung standzuhalten in der Lage sein soll.

Statische Beanspruchungen

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Metalle, z. B. beim Kupfer, ist auf Grund von normalen Warmzerreißeversuchen erkannt worden, daß Streckgrenze und Zugfestigkeit, in entsprechender Weise auch die Elastizitätsgrenze mit steigender Prüftemperatur auf niedrigere Werte sinken.

Stahl, besonders in den weichen Sorten, nimmt hinsichtlich der Temperaturabhängigkeit der im Zerreißeversuch gewonnenen Eigenschaftswerte eine Ausnahmestellung ein. Abb. 1 gibt ein Bild dieser Verhältnisse. Die Streckgrenze sinkt unter Verschwinden des Lastabfalles an der oberen Streckgrenze durchaus normal mit steigender Prüftemperatur zu niedrigeren Werten. Dagegen zeigt die Zugfestigkeit zunächst nur einen schwachen Abfall, beginnt aber bei Temperaturen, die je nach dem Kohlenstoffgehalt zwischen + 50 und 200 °C schwanken, zu einem Höchstwert im Temperaturgebiet zwischen 200 und 350 °C wieder anzusteigen; erst bei weiter steigender Versuchstemperatur fällt die Kurve in entsprechender Weise wie bei den übrigen Metallen.

Die Schaulinien der Dehnung und der Einschnürung nehmen einen nahezu umgekehrten Verlauf; dem Höchstwert der Zugfestigkeit entspricht bei fast gleicher Temperatur ein Mindestwert der Einschnürung, ein solcher der Dehnung bei in der Regel etwas niedriger gelegener Temperatur. Diese Abnahme der Dehnung und Einschnürung im Gebiete der sogenannten Blauwärme hat man lange Zeit als Kennzeichen einer verminderten Formänderungsfähigkeit, oder einer ausgesprochenen Sprödigkeit, Blaubruchigkeit, des Stahles in diesem Temperaturgebiet angesprochen; auf diesen Punkt werde ich noch in anderem Zusammenhang näher eingehen.

Eingehende Untersuchungen aus den letzten Jahren haben nun mit aller Klarheit den Nachweis erbracht, daß bei höheren Temperaturen, bei Stahl etwa oberhalb 300°, bereits bei Belastungen erheblich unterhalb der als Beginn beträchtlicher bleibender Formänderung bestimmten Fließgrenze bei genügend langer Dauer eine sehr starke Formänderung, ja sogar der Bruch des Probebestandes eintreten kann. Aus dieser Erkenntnis haben sich eine Reihe von planmäßigen Untersuchungen zur Ermittlung der Grenzbelastung für die verschiedenen Temperaturen entwickelt, oberhalb deren die Dehnung der Probe nicht mehr zum Stillstand kommt, sondern schließlich bis zum Bruch weiterschreitet. An Stelle der Bezeichnung Kriechgrenze (creep limit) sei für diese Grenzbelastung die Bezeichnung Dauerstandfestigkeit gewählt. Abb. 2 veranschaulicht die gewonnenen Erkenntnisse auf Grund von Versuchen von French und Tucker¹⁾. Unterhalb der Linie der Proportionalitätsgrenze findet eine bleibende Verformung auch bei langandauernder Belastung überhaupt nicht statt; zwischen dieser Linie und der Kriechgrenze kommt die zunächst einsetzende Formänderung infolge der in dem Werkstoff vor sich gehenden Kaltverfestigung zum Stillstand, während oberhalb dieser Linie die jeweils eintretende Verfestigung infolge der Kristallerholung oder Rekristallisation wieder aufgehoben wird, so daß die Formänderung weiter fortschreiten kann.

Das unterschiedliche Verhalten des Werkstoffes bei Beanspruchung unterhalb oder oberhalb seiner Dauerstandfestigkeit wird durch Abb. 3 veranschaulicht, die die Dehnung des Werkstoffes in Abhängigkeit von der Zeit für eine Reihe von Belastungsstufen bei einer bestimmten Temperatur zur Darstellung bringt. Während bei den geringeren Belastungen die zunächst in beträchtlichem Ausmaß einsetzende Dehnung infolge Kaltverfestigung des Werkstoffes nach mehr oder weniger kurzer Zeit abklingt und schließlich völlig zum Stillstand kommt (Kurve 1 bis 4), geht von einer gewissen Beanspruchung an infolge der alsdann einsetzenden Kristallerholung oder Rekristallisation die eintretende Kaltverfestigung, wenn zum Teil auch sehr langsam, wieder zurück, so daß eine ständig fortschreitende Dehnung (Kurve 5) beobachtet wird, die bei ausreichend langer Zeitdauer zum Bruch führen wird (Kurve 6).

Infolge der sich über Wochen und Monate erstreckenden Versuchzeiten bei diesen Dauerversuchen

kann diese Arbeitsweise als Prüfverfahren für die Werkstoffprüfung nicht in Frage kommen. Es drängt daher mit zwingender Notwendigkeit die Aufgabe abgekürztes Verfahren zu entwickeln, das ein über das Verhalten des Stahles unter Dauerbelastung höherer Temperatur vermittelt. Die Bemühung Eisenforschungsinstitutes²⁾ in dieser Richtung hat einen Vorschlag geführt, der im Laufe von ein Arbeitstagen zu einer angenäherten Bestimmung nannten Grenzbelastung für eine Prüftemperatur. Dabei muß selbstverständlich auf die genaue Bestimmung der als wahre Dauerstandfestigkeit bezeichneten Belastung, oberhalb deren die Formänderung nicht zum Stillstand kommt, verzichtet werden; diese ist im Dauerversuch zu bestimmen.

Die im abgekürzten Verfahren bestimmte Dauerstandfestigkeit ist vielmehr gekennzeichnet durch ein Grund von größeren Beobachtungsreihen, an nicht ohne eine gewisse Willkür festgesetzten Grenzen der Dehnungsgeschwindigkeit des Stahles in einem gewissen Zeitraume nach dem Aufbringen der Belastung — 0,001 vH/h in der 3. bis 6. Stunde. Das Bestimmungungsverfahren stellt an Meßgenauigkeit und vor allem Temperaturkonstanz der Probe recht hohe Anforderungen, hat aber befriedigend wiedergebbare Werte. Abb. 4 zeigt im Temperaturbereich von 300 bis 500° die Ergebnisse für eine Reihe von Kohlenstoffstählen. Der starke Abfall der Dauerstandfestigkeit mit steigender Prüftemperatur in diesem Gebiete tritt mit aller Deutlichkeit hervor, gleichzeitig der starke Anstieg der Dauerstandfestigkeit mit steigendem Kohlenstoffgehalt. Die tiefe Lage der Kurven für den eutektoiden Werkzeugstahl erklärt sich durch dessen abweichende Gefügeausbildung; dieser Stahl war in weichgeglühtem Zustande mit körniger Ausbildung der Zementite vor, während alle übrigen Proben in lamellarer Form enthielten.

Wenn auch den im vorgeschlagenen abgekürzten Prüfverfahren ermittelten Werten der Dauerstandfestigkeit nicht die Bedeutung einer absoluten Berechnungsgrundlage für den Konstrukteur zukommen kann, steht der damit zu erreichende Fortschritt hinsichtlich der vergleichenden Prüfung der verschiedenen Werkstoffe doch außer Zweifel, und ein Vergleich mit der Festlegung des einzigen Werkstoff im Dauerversuch oder im statischen Betrieb als tatsächlich zulässig erkannt. In welchem Verhältnis die so bestimmten Dauerstandfestigkeit zu der bei der betreffenden Temperatur festzustellenden Elastizitätsgrenze steht, etwa mit genügender Annäherung durch deren Beanspruchung zu ersetzen ist, kann erst auf Grund ausgiebiger Versuchsreihen entschieden werden.

Nach den bisher vorliegenden Ergebnissen beträgt bei 500° die Dauerstandfestigkeit bei Beanspruchung etwa halb der 0,01 vH-Grenze, bei 300° dagegen meist in der Streckgrenze, zum Teil auch beträchtlich darüber, ermittelt. Bis 300° scheint hiernach die Dauerstandfestigkeit die geeignete Berechnungsgrundlage für Konstruktionsteile aus Stahl, die Dauerbelastung ausgesetzt sind, darzustellen, während bei 500° weitaus unterhalb dieser Grenze, auch noch unterhalb der Streckgrenze, bereits dauernd fortschreitende Formänderungen zu erwarten sind, die unter Umständen zum Bruch führen könnten.

Dynamische Beanspruchungen

Im Gegensatz zu diesen Prüfungen für langandauernde Belastungen ist einer Untersuchung der dynamischen Eigenschaften bei erhöhter Temperatur das sogenannte dynamische Verfahren, d. h. mittels kurzer schlagartigen Beanspruchung erfolgt. Auf diesem Wege macht man sich wenigstens bis zu einem gewissen Grade von dem Einfluß des Zeitfaktors bei der Prüfung frei. Aus den spärlichen älteren Untersuchungen zu dieser Frage ging deutlich hervor,

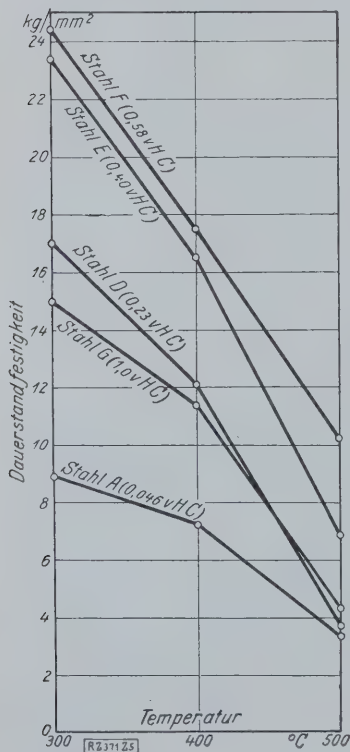


Abb. 4
Dauerstandfestigkeit von
geglühten Stählen in der
Wärme

¹⁾ Techn. Paper Bur. Standards Nr. 296.

²⁾ A. Pomp und A. Dahmen, Mitt. aus dem K.-V. Eisenforschung Bd. 9 (1927) S. 33; vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 10.

itten des Eisens bei höheren Temperaturen gegen-
tatischer, d. h. langsam wirkender und dynamischer
pruchung durchaus verschieden ist, so daß eine
ragung der bei statischer Prüfung festgestellten
schäftsänderungen auf den Fall dynamischer Bean-
ung nicht zulässig ist.

reits vor mehreren Jahren ist im Eisenforschungs-
t eine Prüfung der Härte verschiedener Stahl-
bis zu Temperaturen von 1000° durchgeführt
n³). Benutzt wurde das von Wüst und Bar-
euer⁴⁾ entwickelte Verfahren der Fallhärteprü-
bei dem als Wertmaßstab der Arbeitsaufwand ge-
ist, der beim Aufprall einer belasteten Stahlkugel
die ebene Oberfläche des Prüfkörpers für die
eneinheit des erzeugten Eindruckes nötig ist.
zur Durchführung dieser Fallhärteprüfungen be-
Gerät, Abb. 5, ist vom Losenhausenwerk, Düssel-
trafenberg, ausgebildet. Von den Ergebnissen der
niedenen Versuchsreihen seien nur die in Abb. 6 für
allhärte von gehärtetem Schnelldrehstahl im Ver-
zu Werkzeugstahl und Schneidmetall dargestellten
besprochen. Die chemische Zusammensetzung der
suchten Werkstoffe enthält Zahlentafel 1.

Venn auch aus Gründen, die im Bestimmungsver-
n liegen, die über 1000 Einheiten liegenden Härte-
n ziemlich unsicher sind, so ist aus dem Verlaufe
urven doch zu folgern, daß die hochlegierten Schnell-
tähle auch im Gebiete bis zu 600° ständig weicher
n, wenn auch nicht in dem Maße wie der gehärtete
zeugstahl WS. Die Härteabnahme des Stellites ist da-
im ganzen untersuchten Bereiche sehr viel ge-
r. Aus dem Vergleiche der Kurven ist deutlich zu
en, daß der Werkzeugstahl WS für Schnellschneid-
ke, bei denen Temperatursteigerungen an der
elschneide bis auf Dunkelrotglut auftreten, dem
elldrehstahl weit unterlegen sein muß. Dabei ist je-
zu berücksichtigen, daß die Härte keineswegs die

für die Schneidfähigkeit
eines Werkzeuges allein
bestimmende Eigenschaft
ist. Das folgt ohne weite-
res aus der Härtekurve des
Stellits; obgleich dieser
ausgezeichnete Schneid-
eigenschaften hat, verläuft
seine Härtekurve bis 600°
erheblich tiefer als die der
Schnellstähle. Die hohen
Werte seiner Härte bei
Temperaturen über 700°
deuten aber darauf hin, daß
Werkzeuge aus Stellit bei
besonders starken Bean-
spruchungen solchen aus
legiertem Schnelldrehstahl
gegenüber eine höhere
Schneidleistung erwarten
lassen.

Die Prüfmart, von der
hinsichtlich der Wider-
standsfähigkeit des Werk-
stoffes gegen Bruch bei
einer plötzlichen Beanspru-
chung die besten Auf-
schlüsse zu erwarten sind,
ist der Kerbschlagbiegever-
such, bei dem die zum Bruch
einer eingekerbten Vier-
kantprobe bestimmter Ab-
messungen erforderliche
Schlagenergie als Maß der
Kerzbähigkeit des Werk-
stoffes bestimmt wird.



Abb. 5
Fallhärteprüfer nach
Wüst-Bardenheuer

F. K örber und J. B. Simonsen, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für
orschung Bd. 5 (1924) S. 21.

Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisenforschung Bd. 1 (1920) S. 1.

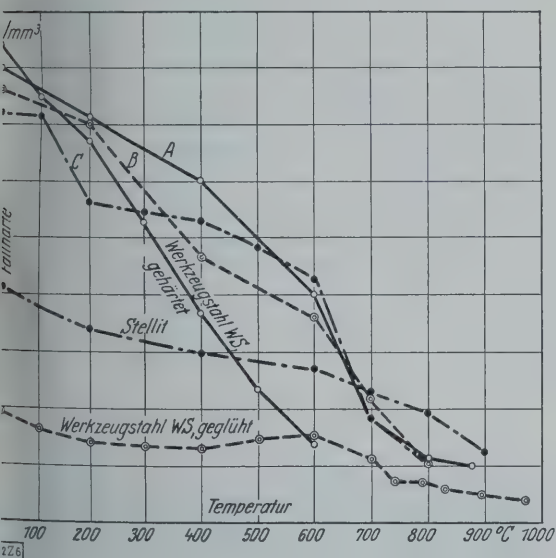


Abb. 6

llhärte von gehärtetem Schnelldrehstahl bei höheren
Temperaturen (s. a. Zahlentafel 1)

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß man viel-
fach in der im normalen Zerreißversuch festgestellten
Verminderung der Formänderungsfähigkeit des Stahles
im Gebiet von 200 bis 300° die Ursache für die Blau-
brüchigkeit des Stahles gesehen hat. Entgegen dieser Auf-
fassung, daß dem Stahl in der Blauwärme eine besondere
Sprödigkeit zuzuschreiben sei, haben die Untersuchungen
der Kerzbähigkeit bei höheren Temperaturen ergeben,
daß dem Stahl in jenem Temperaturbereich im allge-
meinen sogar höhere Kerzbähigkeitswerte eigen sind als
bei Raumtemperatur. Nähere Untersuchungen haben als
das Wesen der als Blaubrüchigkeit gefürchteten Erschei-
nung die bei einer mechanischen Bearbeitung in diesem
Temperaturgebiet infolge der auftretenden schnellen
Alterungswirkungen eintretende starke Verminderung der
Formänderungsfähigkeit ergeben, die sich bei der nach-
träglichen Prüfung bei Raumtemperatur in einer starken
Steigerung der Sprödigkeit kundtut⁵⁾.

Eine Reihe älterer Untersuchungen über die Tem-
peraturabhängigkeit der Kerzbähigkeit hatten zu wenig
überestimmenden Ergebnissen geführt. Stets war aller-
dings festgestellt worden, daß die Kerzbähigkeit bei sehr
tiefen Temperaturen durchweg praktisch verschwindend
klein ist, daß sie mit steigender Temperatur bald bei
höheren, bald bei niedrigeren Wärmegraden einen Höchst-
wert durchläuft und schließlich wieder stark abfällt; ober-
halb 400 bis 500° wurde dann stets ein starker Wieder-

5) F. K örber und A. Pomp, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für
Eisenforschung Bd. 2 (1921) S. 59.

Zahlentafel 1

Chemische Zusammensetzung der Werkstoffe, Abb. 6

Werkstoff	C vH	Mn vH	Si vH	P vH	S vH	W vH	Ni vH	Cr vH	V vH	Mo vH	Co vH
Il- A . .	0,76	0,23	0,19	0,026	0,043	18,85	—	5,22	0,13	0,55	—
id- B . .	0,74	0,57	0,15	0,022	0,006	11,53	—	3,81	0,19	0,90	—
te C . .	0,65	0,63	0,34	0,026	0,008	18,27	0,45	4,21	0,46	0,67	3,89
. . . .	1,06	0,23	0,16	0,003	0,0125	—	—	—	—	—	—
t	1,20	1,52	0,68	—	—	—	—	9,20	—	19,73	55,87

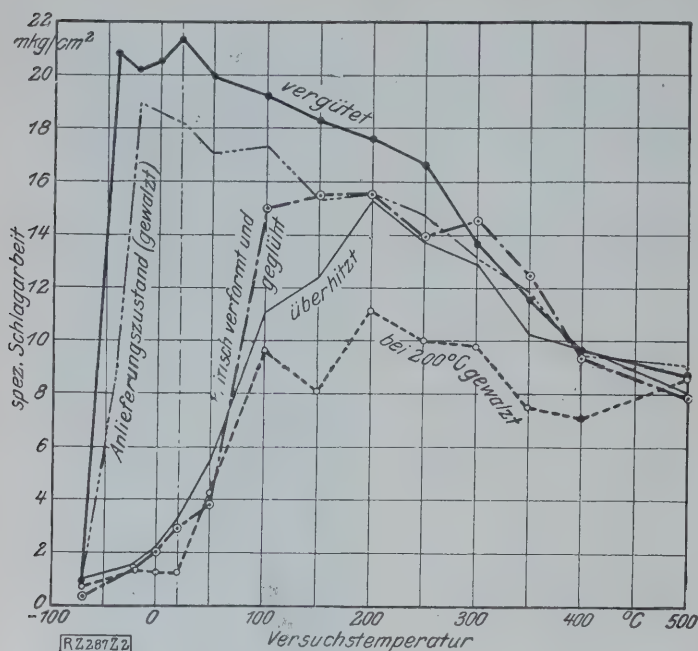


Abb. 7

Kerbzähigkeit von weichem Flußstahl verschiedener Vorbehandlung in Abhängigkeit von der Temperatur

anstieg der Kerbzähigkeitswerte gefunden. Ausgedehnte planmäßige Untersuchungsreihen, die in den letzten Jahren im Eisenforschungsinstitut ausgeführt worden sind⁶⁾, haben wesentliche Aufschlüsse über die noch ungeklärten Punkte gebracht. Über deren Hauptergebnisse sei kurz berichtet und dabei gezeigt, daß sie einige für die Praxis recht beachtenswerte Folgerungen zu ziehen gestatten.

In Abb. 7 sind die Werte der Kerbzähigkeit für einen weichen Flußstahl nach verschiedener Vorbehandlung (gewalzt, vergütet, überhitzt, kritisch verformt und gegülht, in der Blauwärme gewalzt) in Abhängigkeit von der Prüftemperatur zwischen -70 und $+500^\circ$ dargestellt. Bei Raumtemperatur hat der Werkstoff im Anlieferungszustand eine recht gute Kerbzähigkeit, die durch die Vergütung eine nicht sehr bedeutsame Steigerung erfahren hat. In den drei andern Zuständen ist der Werkstoff dagegen ausgesprochen kerspröde; diesen kerspröden Zustand zu erreichen, war gerade das Ziel der durchgeführten Behandlungen. Mit steigender Temperatur sinkt die Kerbzähigkeit des gewalzten Stahles stetig ab, nach tieferen Temperaturen hin bleibt der bei Raumtemperatur gefundene hohe Wert der Kerbzähigkeit bis -20° erhalten, ist aber schon bei -40° auf weniger als die Hälfte herabgesunken, um bei -70° mit etwa 1 mkg/cm^2 praktisch verschwunden zu sein. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den absichtlich in spröden Zustand übergeführten Proben.

Die an sich schon geringe Kerbzähigkeit bei Raumtemperatur sinkt zu tieferen Temperaturen hin noch weiter bis zu praktisch verschwindenden Werten ab, wogegen mit steigender Temperatur, schon bei 50° , ein starker Anstieg zu verzeichnen ist; zum Teil wird von etwa 200° ab die Kerbzähigkeit des gewalzten Flußstahles erreicht. Bei diesen Temperaturen kann also von einer Kersprödigkeit dieser Proben nicht mehr die Rede sein. Es sei betont, daß die Prüfung der auf diese mäßigen Temperaturen erwärmten und wieder erkalteten Proben bei Raumtemperaturen unverändert die niedrigen Kerbzähigkeitswerte ergibt. Die Kurve für die vergüteten Proben verläuft bei steigenden Temperaturen durchaus entsprechend der für den angelieferten Zustand; nach tieferen Temperaturen hin tritt aber der Zähigkeitsabfall erst unterhalb -40° ein.

Von den praktischen Schlußfolgerungen, die sich aus den gewonnenen Erkenntnissen ziehen lassen, seien einige kurz angeführt:

⁶⁾ F. Körber und A. Pomp, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisenforschung Bd. 6 (1925) S. 23.

Bei der Prüfung der Kerbzähigkeit ist auf d halten einer bestimmten Versuchstemperatur bes Wert zu legen. Geringe Unterschiede der Prüftm können bei einem Werkstoff, dessen Kerbzähigke peratur-Schaulinie in der Nähe der Raumtemperatu starken Anstieg zeigt, weit voneinander abwe Kerbzähigkeitswerte ergeben. Eine Kennzeichn Zähigkeit des Werkstoffes ist im Grunde nur du Festlegung der Kerbzähigkeit-Temperatur-Schaulin besondere der Temperatur des Steilanstieges gege

Für Konstruktionsteile, die in der Kälte ge und Schlag widerstandsfähig bleiben sollen, empfi sich, alle im Laufe der Fertigung möglichen Ver terungen durch ein nachträgliches Güthen oberh obersten Umwandlungspunktes, besser noch dur Vergüten wieder aufzuheben. Die Kerbzähigke peratur-Schaulinie folgt dann dem Linienzuge für d güteten Zustand in Abb. 7, d. h. der Werkstoff wei auch noch bei sehr niedrigen Temperaturen einen Widerstand gegen Ribbildung bei stoßweiser Be chung auf.

Als ein Beispiel, bei dem sich diese Erkenntn sonders günstig ausgewirkt hat, seien elektris schweißte Flußstahl-Förderketten in Braunkohl werken genannt. Als Ursache ihrer hohen Neigun Bruch, besonders in der kalten Jahreszeit, wurde folge der Schweißung örtlich eingetretene Über des Werkstoffes erkannt, die sich in dem grob zackig ausgebildeten Gefüge, Abb. 8b, im Gegensatz in Abb. 8a dargestellten feinkörnigen Ausgangsgefü prägte. Die nachträgliche Vergütung der Kette, wie etwa zwei Jahren in einem größeren Hüttenwerke na schlugen des Eisenforschungsinstitutes durchgeführ ergibt eine vollkommene Regenerierung des Werk in dessen feinem Gefüge die Schweißnaht in der kaum noch zu erkennen ist, Abb. 8c. Neben d dieser Gefügeverbesserung verbundenen Behebun Kersprödigkeit des Werkstoffes bei Raumtem und erst recht in der Kälte ist auf Grund länger triebserfahrung eine Festigkeitssteigerung der Ket rd. 15 vH als weiterer Vorteil zu verzeichnen.

Bei den Konstruktionsteilen, die im Betrieb übergehend auf höhere Temperaturen kommen, beo man das Reißen oder Brechen häufig nicht bei Wärmegraden, sondern meist dann, wenn sich di abgekühlt haben. In diesem Falle wird es sich un Stahl handeln, der bei Raumtemperatur geringe zähigkeit hat, bei etwa 200° aber keinen wes niedrigeren Widerstand gegen Schlag- und Stoßbe chung zeigt als ein gesunder Werkstoff. Als E seien Gießpfannengehänge genannt, bei denen wie ein Bruch beim Befördern der leeren Pfanne beo worden ist, nachdem noch kurz vorher die gefüllte anstandslos getragen worden war; die Erklärung lieg daß deren flüssiger Inhalt durch Strahlung d hänge auf die Temperatur des Höchstwertes der Kerz keit erwärmt hatte.

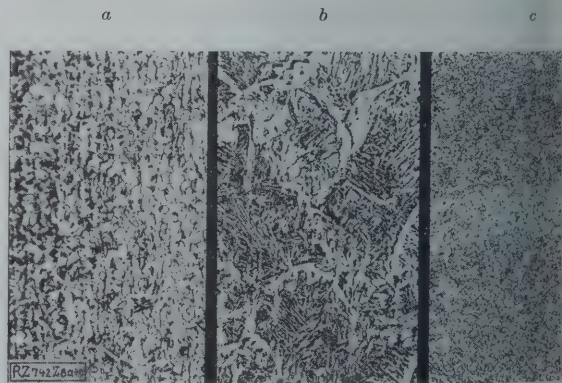


Abb. 8

Gefüge von geschweißtem Flußstahl

a gewalzt b beim Schweißen überhitzt
c geschweißt und vergütet

e besondere Bedeutung kommt den Erkenntnissen lich des Dampfkesselbaues zu. Bei der im all- n bei 200° und höher liegenden Betriebstempa- rat eine durch fehlerhafte Behandlung oder Über- des Werkstoffes im Betriebe bedingte Sprödigkeit a die Erscheinung. Träte bei solchen bei Raum- tur kerbspröden Werkstoffen mit steigender Tem- keine Erhöhung der Kerbzähigkeit ein, erführen sie r, wie man früher vielfach auf Grund unzutreffender ungen über die Blaubrödigkeit anzunehmen geneigt r eine weitere Abnahme ihrer Zähigkeit, so wären der Verwendung des Flußstahles im Kesselbau auf- n Gefahrenmomente gar nicht abzuschätzen.

mit dürfen wir uns aber hinsichtlich der Auswahl selbaustoffe und ihrer Behandlung bei der Kessel- ung nicht in eine gewisse Sorglosigkeit einwiegen und jeder Schritt zur Einschränkung der Mög- en, die Werkstoffeigenschaften zu verschlechtern, n höchstem Werte. Die kürzlich bekanntgewordene klung eines Erzeugungsverfahrens für wenig alte- pfindlichen Flußstahl⁷⁾, mit dem die Gefahren der selbau kaum zu vermeidenden Kaltformgebung auf edestmaß eingeschränkt werden, bedeutet somit einen Schritt zur weiteren Sicherung des Dampfkessel- es gegen unter Umständen katastrophale Schaden-

ch bei höher gekohlten Stahlsorten bis zu 1 vHC die Bedeutung des Gefügestandes infolge unter- cher Warmbehandlung in ganz entsprechender wie bei weichem Flußstahl bestätigt werden⁸⁾. Auf eiten will ich hier nicht eingehen. Ich möchte f die Versuchsergebnisse, Abb. 9 und 10, hinweisen, nen sich die Hochwertigkeit eines mit Nickel und legierten Baustahles gegenüber einem Kohlenstoff- mit ebenfalls 0,23 vHC sowohl im gewalzten und ten Anlieferungszustand, Abb. 9, vor allem aber im ten Zustande, Abb. 10, kundtut, indem er noch 50° Kerbzähigkeitswerte aufweist, die von unlegier- ahl und selbst von einem weichen Flußstahl auch stände der besten Vergütung nicht im entferntesten wurden. Bei hochbeanspruchten Teilen, die im u. U. Kältegraden von -50° und mehr ausgesetzt , z. B. Flugzeugteilen, wird diese Erkenntnis von sein.

nz entsprechende Beobachtungen wie beim ge- a Flußstahl wurden auch bei Stahlgußproben hin- h der Temperaturabhängigkeit der Kerbzähigkeit ⁹⁾; Stahlguß zeigt im Gußzustande bei meist be- nden Festigkeitseigenschaften nur ein recht s Formänderungsvermögen, das in aller Schärfe erbschlagversuch hervortritt. Die Ursache liegt bekannten grobkristallinen Gußgefüge, Abb. 11. eine geeignete Glühbehandlung, bei der die Um- ngstemperaturen des betr. Stahles überschritten müssen und die nachfolgende Abkühlung nicht zu

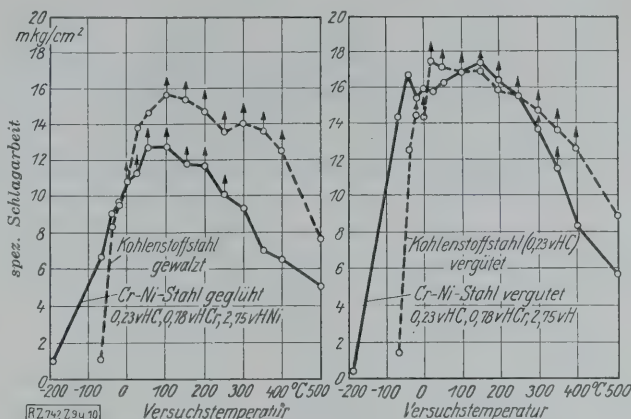


Abb. 9 und 10
Kerbzähigkeit von Chromnickelstahl und Flußstahl in Abhängigkeit von der Temperatur

o—o—o Cr-Ni-Stahl o—o—o Kohlenstoffstahl

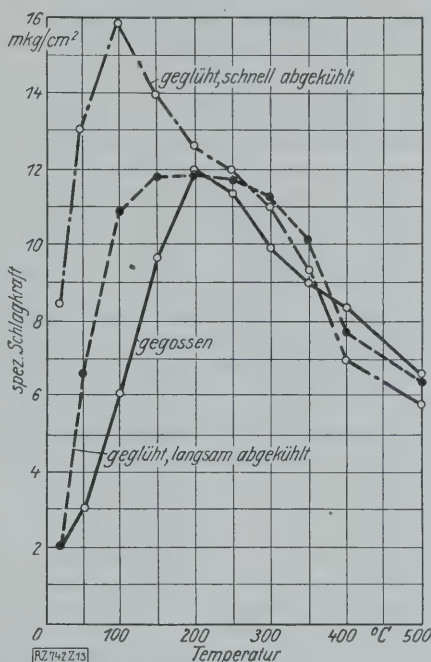


Abb. 13
Kerbzähigkeit von Siemens-Martin-Stahlguß in Abhängigkeit von der Temperatur

Fry, Kruppsche Monatshefte Bd. 7 (1925) S. 185.
Körber und A. Pomp, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisen- r Bd. 7 (1925) S. 43.
Körber, „Stahl und Eisen“ Bd. 44 (1924) S. 1765; F. Körber omp, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisenforschung Bd. 6 1.



Abb. 11 Ungläzht
Abb. 12 Geglzht
Abb. 11 und 12
Gefüge von Stahlguß; Vergr. 100

langsam erfolgen darf, kann man den Gefügestand derartig verändern, Abb. 12, daß eine wesentliche Ver- besserung aller mechanischen Eigenschaften, vornehm- lich aber der Kerbzähigkeit eintritt. Demgemäß muß für alle hochbeanspruchten Konstruktions- und Maschin- teile aus Stahlguß heutzutage unbedingt sachrichtige Glühbehandlung gefordert werden; dabei sollte sich eine Steigerung des im Gußzustande häufig zwischen 1 und 2 mkg/cm² liegenden Arbeitsverbrauches beim Kerbschlag- versuch auf etwa 5 bis 10 mkg/cm² durchweg erreichen lassen.

Die Ergebnisse der Untersuchung von drei ver- schiedenen Stahlgußsorten (Bessemer, Siemens-Martin- und Elektro Stahl), die im wesentlichen übereinstimmen, seien durch Abb. 13 veranschaulicht, die die Kurven der Kerbzähigkeit von Siemens-Martin-Stahlguß in Ab- hängigkeit von der Temperatur darstellt. Zunächst tritt die zähigkeitsteigernde Wirkung einer einwandfreien Glühung deutlich zutage. Im übrigen entspricht das Er- gebnis, besonders ausgeprägt für die spröden Zustände des Werkstoffes im gegossenen und nach dem Glühen langsam erkalteten Zustande, durchaus den bei Fluß- stahl beobachteten Verhältnissen: eine starke Erhöhung

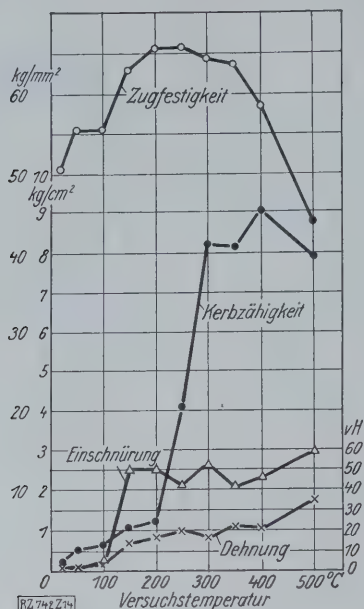


Abb. 14
Festigkeitseigenschaften von
Siliziumstahl (4 vH Si) in Ab-
hängigkeit von der Temperatur

der Kerbzähigkeit mit einem Höchstwert zwischen 100 und 300°. Mit der Verbesserung des Gefügestandes des Stahlgusses durch die vorgenommene Glühbehandlung, Abb. 12, verschieben sich die Höchstwerte nach tiefer liegenden Temperaturen.

Als praktisch wichtige Folgerung ergibt sich aus dieser Untersuchungsreihe, daß der bei Raumtemperatur spröde Stahlguß mit steigender Temperatur eine ganz beträchtliche Steigerung des zum Zerschlagen einer eingekerbten Probe erforderlichen Arbeitsbetrages aufweist.

Bei der Erklärung mancher Betriebsvorkommnisse werden diese Feststellungen neue Gesichtspunkte ergeben können. Es sei hier auf den Fall der Brüche von Stahlgußwalzen hingewiesen, die erfahrungsgemäß vornehmlich nach einem längeren Stillstand eintreten, der eine weitgehende Abkühlung der Walzen mit sich bringt. Zur Deutung der Walzenbrüche hat man in erster Linie Wärmespannungen herangezogen, die durch ungleichmäßige Erwärmung der Walzen im Betriebe hervorgerufen werden. Bei Wiederinbetriebnahme weitgehend abgekühlter Walzen können diese naturgemäß besonders starke Beträge erreichen. Hier spielt aber vielleicht in

stärkerem Maße, als bisher beachtet, die Temperaturabhängigkeit der Kerbzähigkeit des Walzenwerkes eine Rolle. Durch den häufigen Wechsel der Temperaturen der Walze und die dadurch bedingten Wärmungen treten mit der Zeit in jeder Walze kleine Brüche und Haarrisse ein. Solange sich die Walzen länger andauerndes Walzen oder durch sorgsamstmäßiges Anwärmen vor der Wiederinbetriebnahme erhöhter Temperatur befindet, wirkt die hohe Kerbzähigkeit der Ausbreitung dieser Risse und Anbrüche gegen, während nach Abkühlung auf Raumtemperatur infolge der damit eintretenden stärkeren Sprödigkeit des Werkstoffes erhöhte Bruchgefahr besteht.

Schließlich sei noch eine Untersuchungsergebnisse geführt, aus der sich bemerkenswerte Folgerungen für die praktische Weiterverarbeitung eines Sonderwerkstoffes ableiten lassen¹⁰⁾. Siliziumstahl mit etwa 4 vH Si, den man für Transformatorenbleche wegen der geringen Wirbelstrom- und Hystereseverluste verwendet, ist bei Raumtemperatur so spröde, daß eine Kaltumformung, z. B. ein Kaltwalzen oder Kaltziehen, unmöglich ist. Die Temperaturabhängigkeit der mechanischen Eigenschaften dieses Werkstoffes bis zu 500° veranschaulicht Abb. 14. Die Kerbzähigkeit, besonders ausgeprägt die Dehnung und Einschnürung, nehmen mit steigender Temperatur rasch zu; die dadurch angezeigte Steigerung des Umformungsvermögens des bei Raumtemperatur so spröden Werkstoffes lehrt, daß eine nur verhältnismäßige Erhöhung der Arbeitstemperatur auf etwa 250° ebenso leichte Verformung ohne jede Rißbildung ermöglicht, wie bei weichem Flußstahl bei Raumtemperatur. Die Bedeutung dieses Verfahrens, das gestattet, derartige siliziierte Eisenlegierungen in Form von dünnen Blechen, z. B. für Telefonmembrane, oder von Drähten für Krupkabel, Pupinspulen, Widerständen dergleichen herzustellen, liegt auf der Hand.

Zusammenfassung

Das Verhalten des Stahles bei erhöhten Temperaturen wird gegenüber langdauernden Belastungen untersucht und ein abgekürztes Verfahren zur Bestimmung der Dauerstandfestigkeit beschrieben. Weiterhin werden Härteuntersuchungen bei erhöhten Temperaturen und Kerbzähigkeitsuntersuchungen bei tiefen und hohen Temperaturen angeführt. Endlich wird auf die Steigerung des Umformungsvermögens von Transformatoreisenblechen durch Erwärmung auf 50 bis 250° und auf die dadurch ermöglichte Möglichkeit einer Verarbeitung dieses Werkstoffes bei geringer Erwärmung hingewiesen.

¹⁰⁾ A. P o m p, Mitt. aus dem K.-W.-Inst. für Eisenforschung (1925) S. 105.

Verhalten von Flußstahl bei Dauerbeanspruchung unter 300°

Zur Prüfung von Kesselblechen haben Rosenhain und Hanson¹⁾ Dauerversuche bei erhöhter Temperatur vorgenommen, um die Bedingungen des Dampfkesselbetriebes möglichst getreu nachzuahmen. Benutzt wurden Blechstreifen aus Flußeisen von der Zusammensetzung: 0,11 vH C, Si in Spuren, 0,39 vH Mn, 0,05 vH P, 0,75 vH S. (Dies ist ein gewöhnliches weiches Flußeisen, aber mit einem auffallend hohen Schwefelgehalt.)

Eine ganze Reihe dieser Versuchstücke, deren Bruchlast bekannt war, wurde in einem elektrischen Ofen bei einer Temperatur von 300° einer Zugbeanspruchung ausgesetzt von $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ der Bruchlast. Die Dauer des Versuches betrug fünf Jahre und drei Monate. Um weiterhin einen etwaigen Einfluß des Kleingefüges festzustellen, wurden die Proben in vier Gruppen vor dem Versuch verschiedenen Behandlungen unterworfen. Die erste Gruppe erhitze man auf 900° und ließ sie sehr langsam abkühlen; das Schlibbild zeigte Ferritkörner, umgeben mit Korngrenzenzementit. Die zweite Gruppe wurde bei 900° normalisiert und zeigte ge-

wöhnliches ferritisch-perlitisches Gefüge. Die dritte Gruppe wurde nach Kaltbearbeitung vier Tage lang auf 300° erhitzt und innerhalb der vergrößerten Ferritkörner hatte sich der Zementit in Form kleiner Kügelchen ausgeschieden. Die vierte Gruppe wurde nur kaltbearbeitet und zeigte ein in der Matrix verstreutes Ferritkorn mit in Kugelform ausgeschiedenem Zementit. Eigentümlicherweise wurde eine Probe aus der vierten Gruppe überzogen, um zu prüfen, ob dieser Überzug, der bei Versuchstemperatur flüssig ist, einen Einfluß ausübt.

Bei der langen Versuchsdauer ist keine einzige Probe gebrochen, und nur in einem Falle war eine merkliche Dehnung des Werkstoffes eingetreten. Die Bruchlasten der Proben war nur gering. Die Prüfung der Brinellhärten ergab in allen Fällen eine fast ganz geringe Verformung auffallende Härtesteigerungen. Zweifel ist dadurch der Werkstoff widerstandsfähig gegenüber der Dauerbelastung geworden. Die Schlibbilder der Proben zeigten gegenüber den vorherigen Aufnahmen unverändertes Gefüge. Der günstige Erfolg des Versuches erstreckt sich auf vollkommen glatte Bleche. Ein anderes Ergebnis ist zu erwarten von den im Gange befindlichen Versuchen mit gekerbten Probestreifen.

Berlin

Dipl.-Ing. M. H. Kraus

¹⁾ „Iron and Coal Trades Review“ Bd. 115 (1927) S. 442.

Neue Ergebnisse der Edelforschung

Von Dr. Ing. W. Oertel, Willich¹⁾

Stand der Normung der Edelfstähle in Amerika und Deutschland — Werkstoffprüfung — Vergütung von Baustahl — Werkzeugstähle — Werkstoffe für Gesenke — Leistungen von Schnellarbeitsstählen in Abhängigkeit von der Härtetemperatur und Anlaßtemperatur — Zukünftige Aufgaben

Hierzu Textblatt 13 und 14

Unter den Forschungsergebnissen auf dem Edelfstahlgebiet ist legierungstechnisch über den Baustahl wenig Neues ausgearbeitet worden. Um so eher hat man sich im Jahre 1926 mit der Normung Nickel- und Chrom-Nickel-Stähle befaßt. Das Ausmaß ist hier schrittnehmend vorangegangen.

In Amerika gelten heute allgemein die Normen der Society of Automotive Engineers, in England die Normen der British Engineering Standards Association. Die Normen umfassen fast das gesamte Gebiet der Stähle für Kraftwagen und beschreiben ihre Zusammensetzung, Behandlung und Verwendung in allen Einzelheiten. Die amerikanischen Normen erscheinen in der Form eines Handbuchs^{2a)}, das von der Society of Automotive Engineers herausgegeben wird und neben den Normen von Stählen für Kraftwagen auch Normen der Nichteisenmetalle und Legierungen, sowie aller Arten von Zubehörteilen enthält. Die Normenblätter sind nach Stahlsorten geordnet. Die amerikanischen Normen, herausgegeben von der British Engineering Standards Association, erscheinen in einzelnen Bänden. Sie umfassen neben den allgemeinen Stählen für Kraftwagen auch Normen von Sonderstählen sowie für verschiedene Maschinenteile.

In Deutschland sind vorläufig sechs Stähle genormt. Diese sind auf einem Normenblatt zusammengestellt^{1b)}. Dieser sind für alle Stähle sogenannte Erläuterungsblätter angefertigt, auf denen die zweckmäßigste Wärmebehandlung beim Schmieden, Vergüten und Einsetzen und ein besonderes Beispiel die Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften von der Wärmebehandlung angegeben sind. Beachtenswert ist, daß die genormten Normen der Society of Automotive Engineers nur auf die chemische Zusammensetzung eingekauft sind, während für die deutschen Stähle auch die chemischen Zusammensetzung auch bestimmte Normen der physikalischen Eigenschaften festgesetzt sind. Eine Bemerkung sagt ausdrücklich, daß geringe Abweichungen der chemischen Zusammensetzung kein Hindernis zu einer Beanstandung sind, wenn die physikalischen Werte genügen. Wir haben es also hier mit einer reinen Gütenormung zu tun.

Hinsichtlich des Aufbaues der Vorschriften zur Werkstoffprüfung ist den deutschen Normen sicherlich der Vorzug zu geben. Sie enthalten neben den Angaben über die Probegabe und Probemessung auch Hinweise über die zweckmäßige Benutzung der Prüfmaschinen. Bemerkenswert ist, daß die Abmessungen der Probegabe zum Versuch in allen drei Ländern verschieden sind: Deutschland $l=10$ und $5d$, Amerika $l=4d$, England $5d$. Bei der Beurteilung der Dehnung ist diesem Unterschied Rechnung zu tragen.

Eine Ergänzung der Prüfvorschriften der deutschen Normenblätter könnte heute schon dahingehend vorgenommen werden, daß Richtlinien zur Prüfung der Oberflächenhärte eingesetzt Stücke gegeben werden. Bei der Prüfung der Oberflächenhärte zementierter Stähle hat man bisher fast ausschließlich auf die Feile angewiesen. Ein Arbeitsausschuß des Werkstoffausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute hat nunmehr ein gebräuchliches Härteprüfverfahren hinsichtlich ihrer Anwendung zur Prüfung der Oberflächenhärte untersucht²⁾. Das Ergebnis dieser gemeinsamen Untersuchung kann folgendermaßen zusammengefaßt werden: Die Prüfung der Oberflächenhärte zementierter Stücke ist mittels des Härteprüfverfahrens durchaus möglich, wenn der

Forderung nach einer bestimmten Einsatztiefe und dem Vorhandensein einer eutektoiden Randzone Rechnung getragen wird.

Der Kugeldruckversuch nach Brinell 5/750 und 2,5/187,5 ist von einer Gesamteinsatztiefe von mehr als 1,0 mm an brauchbar. Dabei muß auf die verhältnismäßig große Streuung, die bei der Prüfung mit der normalen Kugel bei Härten von mehr als 560 Brinelleinheiten eintritt, Rücksicht genommen werden. Die Härteprüfung mit der 10-mm-Kugel unter einer Prüflast von 3000 kg ist nicht anwendbar, da die Kugel sich durch die Einsatzschicht durchdrückt.

Die Prüfung mit dem Shore-Härteprüfer ist von 0,8 mm Gesamteinsatztiefe an durchführbar. Sie ist wegen der Ungleichmäßigkeit der Geräte und der notwendigen Probendicke von etwa 40 mm jedoch nur bedingt anwendbar.

Die Ritzhärteprüfung nach Martens ergibt von einer Gesamteinsatztiefe von 0,5 mm an vergleichbare Werte. Die Umständlichkeit der Prüfung beschränkt ihre Verwendung jedoch auf die Laboratorien.

Das Gleiche gilt für den Pendelhärteprüfer nach Herbert.

Als sehr brauchbar erwies sich der Rockwellprüfer. Die Streuung der mit dem Diamantkegel ermittelten Härtezahlen war sehr gering, zudem ist die Durchführung der Prüfung einfach, schnell und sicher, so daß der Rockwellprüfer auch im Betriebe mit Erfolg verwendbar ist. Die Prüflast beim Rockwellprüfer beträgt 150 kg. Die Diamantspitze dringt nur 0,06 bis 0,08 mm in den Prüfkörper ein. Die Tiefe ist also so gering, daß dieses Verfahren unbedenklich bei eingesetzten Stücken angewandt werden kann. Die Streuung der Werte ist sehr gering und beträgt nicht mehr als etwa 3 vH. Die Anwendbarkeit der Rockwell-Härteprüfung von 1 mm Gesamteinsatztiefe an kann als ausreichend bezeichnet werden. Eine niedrigere Grenze anzugeben, scheint nicht ratsam, da erst bei rd. 1 mm Gesamteinsatztiefe mit Sicherheit auf das Vorhandensein einer genügend tiefen eutektoiden Randzone zu schließen ist.

Bei dem Bestreben nach Verbilligung der Herstellung sind heute nicht nur legierte, sondern auch viele einfache Kohlenstoffstähle im Gebrauch. Es ist daher vorgeschlagen worden, neben den Normen der Chrom-Nickel-Stähle auch solche der unlegierten zu schaffen. Man hat zunächst Stähle nach DIN 1661, und zwar St C 35.61, 45.61 für Vergütung und 10.61 als Einsatzstahl vorgesehen. Um auch höheren Ansprüchen zu genügen, wurden die Stähle mit einem höheren Reinheitsgrad als die Stähle nach DIN 1661 hergestellt.

In letzter Zeit ist vielfach dem Gebrauch unlegierter Mangan- und Mangan-Silizium-Stähle das Wort geredet worden. Dabei wurde darauf hingewiesen, daß Amerika in erster Linie solche unlegierte Stähle benutze. Zunächst ist dazu zu sagen, daß heute in Amerika außer Ford, alle Fabriken, in denen man Kraftwagen herstellt, wieder in weitem Maße Chrom-Nickel-Stähle verwenden. Die üblichen Festigkeitswerte sollten auch allein nicht maßgebend für die Beurteilung eines Stahles sein. Es gibt eine Anzahl Eigenschaften, die sich heute der genauen zahlenmäßigen Beurteilung noch entziehen, ich denke an den Widerstand gegen Abnutzung, die dynamischen Eigenschaften, z. B. Ermüdungsfestigkeit. Anzunehmen ist, daß solche Eigenschaften bei Chrom-Nickel-Stahl besser sind als bei unlegiertem Werkstoff. Jedenfalls werden wir heute beim Bau von hochwertigen Wagen ohne den Chrom-Nickel-Stahl nicht auskommen. Selbstverständlich wird man auch den unlegierten Stahl an weniger beanspruchten Stellen verwenden können, wenn er in erstklas-

¹⁾ Vorgetragen im Österr. V. d. L., Wien, 9. Mai 1927.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1212.

³⁾ Ausführlicher Bericht über den Stand der Normung im In- und Ausland von Oertel R. D. A., Heft 10 vom 15. Dezember 1926.

⁴⁾ Vergl. Werkstoffausschußbericht V. d. Eisenhüttenleute Nr. 97.

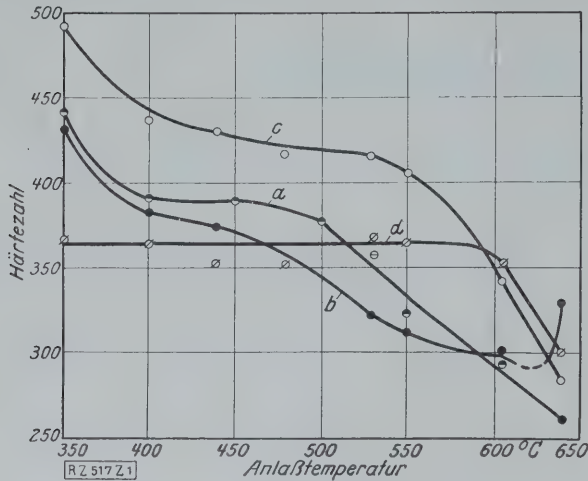


Abb. 1

Härte einiger Baustähle in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur, Anlaßdauer 20 min

a Molybdänstahl b Nickelstahl c Chrom-Vanadinstahl
d Molybdän-Vanadinstahl

siger Güte geboten wird. Mit Rücksicht darauf ist eben vorgeschlagen worden, neben den Chrom-Nickel-Normenstählen auch einige unlegierte Stähle in die Normen mit aufzunehmen.

Die Amerikaner haben neuerdings auch einige Molybdän-Baustähle in ihre Normen mit aufgenommen. Gewiß sind die aus Amerika gemachten Mitteilungen über solche Baustähle z. T. als Anpreisung zu werten. Bei uns liegen bis heute über die Eigenschaften und die Bewährung von Molybdän-Baustählen so gut wie keine Betriebserfahrungen vor. Laboratoriumversuche haben gezeigt, daß solche Stähle bei hoher Festigkeit noch gut zäh sind. Sie härten jedoch bei größeren Querschnitten nicht mehr durch. Auch wissen wir über ihre Verschleißfestigkeit noch zu wenig. Nach den bisherigen Veröffentlichungen ist indessen nicht von der Hand zu weisen, daß sich auch durch Legierung mit Molybdän, vor allem zusammen mit geringen Zusätzen an Chrom und Nickel, gute Baustähle entwickeln lassen, die in der Herstellung vielleicht billiger sind als die entsprechenden Nickel- und Nickel-Chrom-Stähle. Ich hatte Gelegenheit, eine Anzahl von Molybdänstählen zu untersuchen und ihre Eigenschaften mit denen von Chrom-Nickel-Stählen in Vergleich zu setzen. Abb. 1 und 2 zeigen Ergebnisse dieser Untersuchungen. Bei einem Vergleich der Festigkeitseigenschaften verschiedener Baustähle schneiden die mit Molybdän legierten durchaus nicht schlecht ab. Solche Baustähle werden einmal Bedeutung gewinnen, man wird alle Erfahrungen hierüber sorgfältig beobachten, und es empfiehlt sich auch, einmal in praktische Versuche einzutreten.

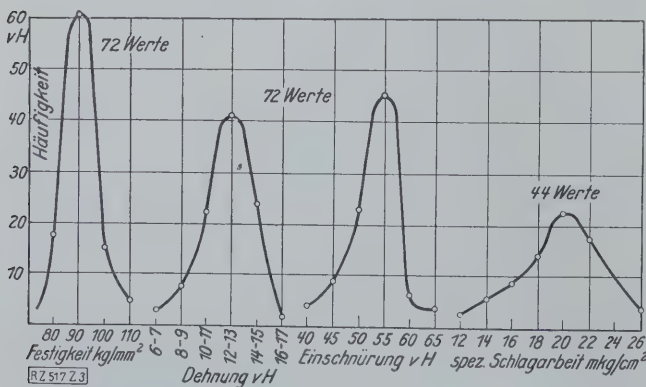
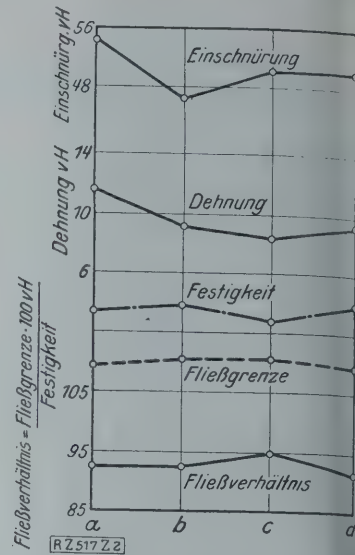


Abb. 3

Häufigkeitskurven eines Mangan-Baustahles. Häufigkeiten der Festigkeitseigenschaften bei gleicher Wärmebehandlung eines Mangan-Baustahles, gemessen am Stab von 10 mm Dmr., $l = 10 d$, Stab gedreht achtkantig, Zerreißstab gehärtet

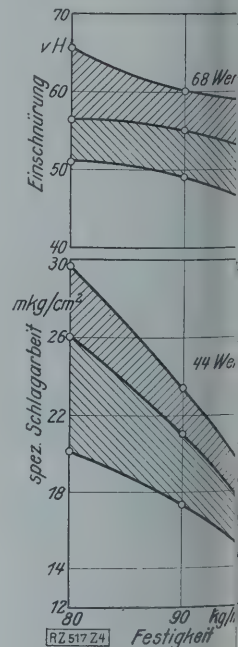
Abb. 2
Gütwerte einiger Baustähle von 115 bis 125 kg/mm² Festigkeit

a Molybdänstahl
b Nickelstahl
c Chrom-Vanadinstahl
d Molybdän-Vanadinstahl



Bevor ich auf die Forschungsergebnisse auf der Seite des Werkzeugstahles zu sprechen komme, möchte ich noch kurz einige Worte über die zweckmäßige Verwendung von Baustahl sagen. Abb. 3 zeigt die Häufigkeiten der Festigkeitseigenschaften eines Mangan-Baustahles. Die Streuung aller Werte ist verhältnismäßig gering. Trotzdem beträgt die Streuung für die Festigkeit 20 kg, für die Dehnung etwa 9 vH und für die Einschnürung etwa 15 vH, wenn man als Streuwerte alle bezeichnet, die unterhalb einer Häufigkeit von 15 vH oft werden aber als Toleranzen nur 3 bis 5 vH Festigkeit und 2 bis 3 vH Dehnung dem Erzeuger schreiben. Ohne weiteres ist es nicht möglich, im den Fabrikationsbetrieb auch bei sorgfältiger Verarbeitung geringe Toleranzen zu halten. Die Häufigkeitswerte der spezifischen Schlagarbeit und der Einschnürung des gleichen Mangan-Baustahles für verschiedene Lagen der Festigkeit zeigt Abb. 4. Die mittlere bedeutet die größte Häufigkeit, die beiden äußeren sind die Werte der Festigkeit bis zu 15 vH der Festigkeit. Die Streuung der spezifischen Schlagarbeit mit steigender Festigkeit ab. In ähnlicher Weise auch die Werte der Einschnürung ein geringstes Maß Streuung bei einer Festigkeit von etwa 90 kg/mm² also, daß ein Baustahl, entsprechend seiner chemischen Zusammensetzung, auch zweckmäßig hoch vergütet werden muß, damit die Streuung der Festigkeitswerte mäßig gering ist. Es gibt keinen Stahl, den man auf be

Abb. 4
Häufigkeit der Festigkeitseigenschaften eines Mangan-Baustahles. Abhängigkeit der Einschnürung und der spezifischen Schlagarbeit von der Festigkeit eines Mangan-Baustahles, vergütet bei 600 °, 1 h lang, Ölkühlung



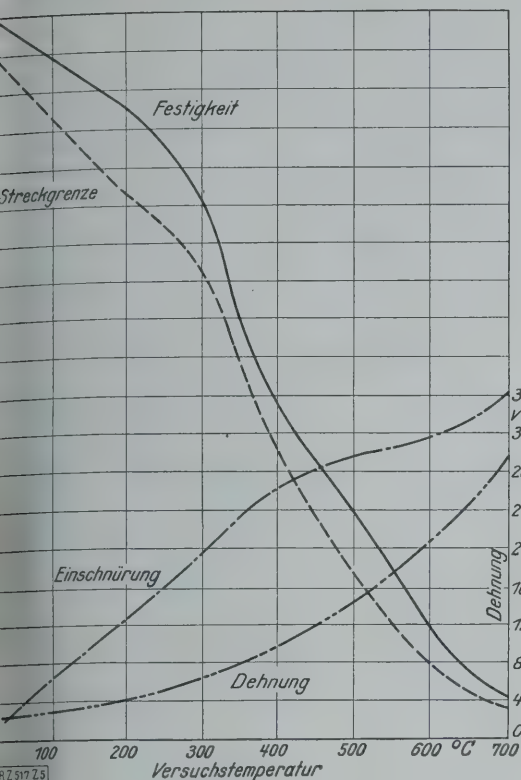


Abb. 5

Festigkeitseigenschaften eines mit Wolfram legierten Stahles (4 vH Wolfram). Zustand: gehärtet von 1200° in Wasser und 1/2 h auf Versuchstemperatur erhalten

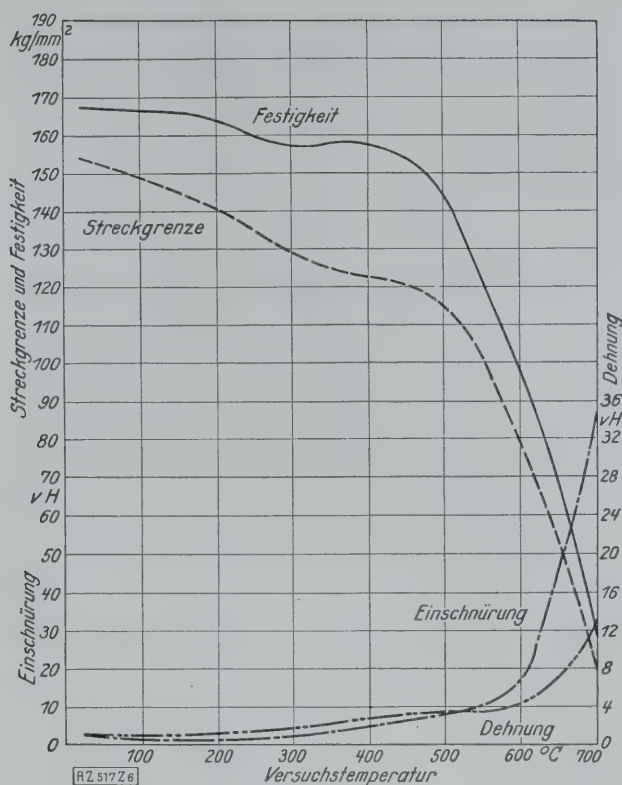


Abb. 6

Festigkeitseigenschaften eines Stahles mit 10 vH W. Zustand: gehärtet von 1200° in Öl und 1/2 h auf Versuchstemperatur erhalten

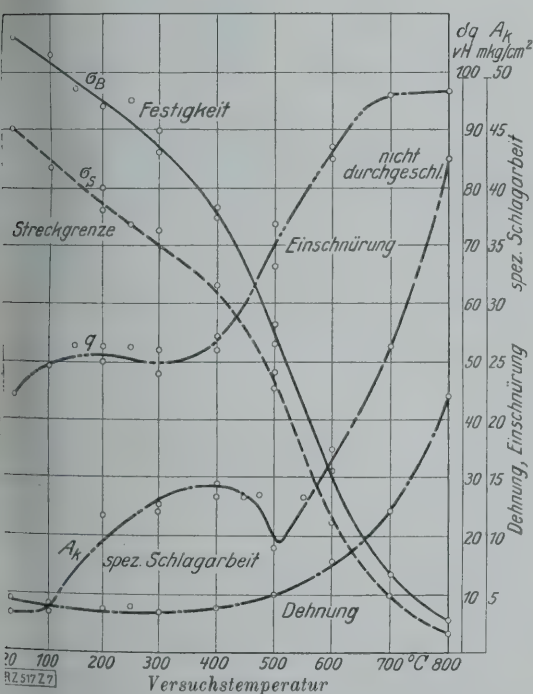


Abb. 7

Festigkeitseigenschaften eines vergüteten rostfreien Baustahles

...eit vergüten kann, man wird vielmehr, je nach der
...nsetzung der Stähle, gewisse für Zähvergütung,
...ür Hartvergütung verwenden.
...f dem Gebiete der Werkzeugstähle sind insbeson-
...veil Gruppen von Stählen von Bedeutung, über die
...inige bemerkenswerte Arbeiten durchgeführt wur-
...e Stähle für Warmarbeit (Gesenke und Matrizen-
...und die Schnellarbeitstähle.

Zur Beurteilung und Auswahl von Stahl für Warm-
gesenke und Matrizen ist die Kenntnis der Art und Größe
der Beanspruchung, der die Werkzeuge während des Ar-
beitens unterworfen sind, erstes Erfordernis.

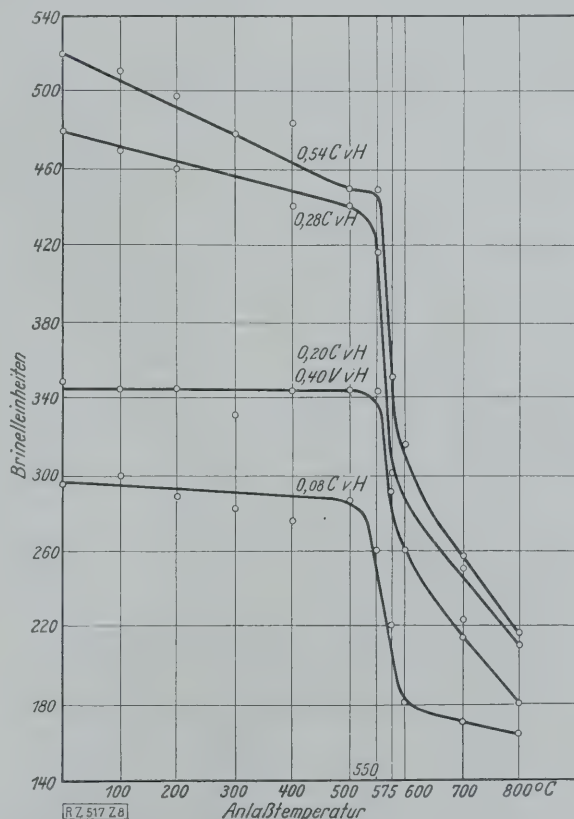


Abb. 8

Einfluß der Anlaßtemperatur auf die Härte von ge-
härteten rostfreien Werkstoffen bei Raum-
temperatur

Solche Beanspruchungen sind z. B. folgende: Örtlicher hoher Druck bei gleichzeitiger Erwärmung durch die Schmiedeteile, starke Beanspruchung der Oberfläche auf Abnutzung, dauernder Temperaturwechsel insbesondere der Kanten und Ecken, hervorgerufen durch die Hitze der Schmiedeteile, der gleichzeitig ein dauernd wechselndes Dehnen und Schrumpfen der am meisten beanspruchten Kanten und vorspringenden Teile bedingt. Damit sind die für einen Gesenkstahl erforderlichen Eigenschaften ohne weiteres gegeben. Neben hoher Festigkeit und Härte bis zu Temperaturen von 400 bis 500 °C und hohem Widerstand gegen Erweichen durch Anlassen muß der Stahl gute Verschleißfestigkeit haben. Er soll auch bei den kritischen Temperaturen der Blauwärme noch gut zäh sein und darf sich bei der Erhitzung auf Arbeitstemperaturen nicht wesentlich verziehen oder sein Volumen ändern, damit die Bildung von Oberflächenspannungen und die Entstehung von Haarrissen tunlichst verzögert wird. Gute Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes wird dabei nützlich sein, damit örtliche Wärmestauungen nicht auftreten.

In erhöhtem Maße haben die Werkzeuge der mechanischen und der Druckwasser-Pressen zur Herstellung von Pressgut aus Metall (Stangen, Formstäbe, Röhren usw.), der Erweichung und dem Verschleiß in der Wärme Widerstand zu leisten. Preßmatrizen, Preßscheiben und Preßdorne werden während des Preßvorganges nicht selten bis auf 600 ° und mehr erwärmt. Die Werkzeuge müssen selbst bei so hohen Temperaturen noch gute Festigkeitswerte haben. Da die Preßwerkzeuge nach dem Preßvorgang häufig zur schnellen Kühlung mit Wasser abgespritzt werden, darf der Stahl auch gegen schroffe Temperaturwechsel nicht empfindlich sein. Dorn und Preßmatrize sind daher die meist beanspruchten Werkzeuge. Der Auswahl des Werkstoffes und der Herstellung dieser Werkzeuge ist besondere Beachtung zu schenken. Die Erwärmung des Dornes während des Arbeitsvorganges kann bei unsachgemäßer Bedienung der Maschine so weit gehen, daß der Dorn beim Ausfahren durch Zugbeanspruchung gedehnt wird, sich einschnürt und schließlich zerreißt. Je höher der Dorn beim Preßvorgang erhitzt war, desto weniger Widerstand setzt er der Zugbeanspruchung entgegen.

Abb. 5 bis 7 zeigen die Änderung der Festigkeitseigenschaften eines schwach legierten Wolfram-Stahles, eines 10 vH-Wolfram-Stahles und eines nichtrostenden Chromstahles, also von Stählen, die für Warmmatrizen vielfach benutzt werden, bei verschiedenen hoher Erwärmung. Während der schwach legierte Wolfram-Stahl und der nichtrostende Stahl bei Temperaturen oberhalb 300 ° ihre Festigkeit schnell einbüßen, behält der Wolfram-Stahl seine guten Festigkeitswerte fast bis zu 600 °.

In dem Härteschaubild einiger nichtrostender Stähle bei Raumtemperatur, Abb. 8, ist bemerkenswert, daß alle Stähle bis zu einer Anlaßtemperatur von 550 ° eine gleichbleibende Festigkeit zeigen, dann aber plötzlich weich werden. Man wird daher Vergütungstemperaturen von mehr als 550 ° auf alle Fälle vermeiden müssen. Zu erwähnen bleibt, daß nichtrostender Stahl der Verzunderung bei hoher Temperatur recht guten Widerstand entgegensetzt. Ergebnisse von Verzunderungsversuchen mit mehreren Chromstählen sind in Abb. 9 bis 14, Textbl. 13, zusammengestellt. Die Stähle waren in Form von Blechen 48 h einer Temperatur von 900 ° ausgesetzt und hatten ungefähr die Zusammensetzung:

Blechtafel Nr.	Cr vH	C vH	Si vH
2	etwa 15	0,08	1,0
3	"	0,40	0,86
18	"	0,10	2,8
4	"	0,36	2,9
11	"	0,14	1,40 Mo
5	"	0,50	1,00 Mo

Der Widerstand gegen Verzunderung von nichtrostendem Chromstahl nimmt mit dem Kohlenstoffgehalt und dem Siliziumgehalt zu und auch hoch molybdänhaltige Stahlsorten widerstehen gut der Verzunderung.

Auch die Kennlinien bringen noch keine Klarheit über die Eignung eines Stahles zur Herstellung von Warmmatrizen und Warmpreßwerkzeugen. Von der Wichtigkeit wäre die Kenntnis des Widerstandes der Abnutzung bei hoher Temperatur. (Arbeitstemperatur). Des Widerstandes gegen Ermüdung und gegen Ziehen und Reißen bei häufigem Temperaturwechsel. Über die letztgenannte Eigenschaft kann man sich mit Hilfe der Vielhärtungsprüfung unterrichten. Unseren Einrichtungen gestatten aber eine zahlenmäßige Erfassung der aufgezählten Eigenschaften bis heute nicht. Die Erfahrung lehrt jedoch, daß der Widerstand eines Stahles gegen Ermüdung und Abnutzung weit von der Höhe seines Formänderungswiderstandes (Grenze) und seiner Zähigkeit abhängig ist. Je höher die Werte liegen, desto weniger schnell ermüdet oder nutzt der Werkstoff ab. Das wird nicht nur für die Beanspruchung bei Raumtemperaturen, sondern in gleicher Weise auch für Beanspruchungen in der Wärme gelten. Nach den mannigfachen Arbeiten des Schrifttums über die Eigenschaften von Stahl in der Wärme wird auch hier legierten, besonders dem hoch mit Wolfram legierten der Vorzug gegeben werden müssen.

Es genügt jedoch nicht allein, daß man zur Herstellung von Gesenken einen geeigneten Werkstoff verwendet. Die Lebensdauer eines Gesenkes wird in gleicher Weise auch von seiner Behandlung und Pflege bestimmt. Gesenkstahl soll stets gut durchgeschmiedet und die Struktur der Rohblöcke restlos durch das feine Gefüge geschmiedeten Stahles ersetzt sein. Der Stahl soll geschmeidig und frei von groben Schlacken und Poren Stellen sein. Schlackenhäutchen an den Kanten lockern das Gefüge und begünstigen das vorzeitige Reißen der Matrizen infolge schnell einsetzender Ermüdung des Werkstoffes. Alle Werkzeuge sollen nach der Fertigung auf eine geeignete und erprobte Temperatur angewärmt werden. Von maßgebendem Einfluß sind dabei Form- und Werkstoffeigenschaften der zu schmiedenden Stücke.

Beim Gebrauch erwärmen sich die Gesenke auf 400 bis 500 °; sie dürfen aus solchen Temperaturen niemals schroff gekühlt werden, es ist vielmehr von Vorteil und wird auch an einzelnen Stellen der Praxis durchgeführt, die Gesenke durch allmähliche Erwärmung mittels Gasbrenner oder elektrischer Heizung auf eine gleichmäßig hohe, der Stahlart entsprechende angepasste Temperatur zu erhitzen. Man wird diese Maßnahme die Lebensdauer der Gesenke bis auf Dreifache erhöht haben. Ein mit 10 vH W legierter Gesenkstahl z. B. könnte bei dieser Art der Verwendung ohne Bedenken dauernd auf 500 ° erwärmt werden, ohne merklich an Festigkeit einzubüßen. Man ist bei der Beurteilung von Warmarbeitstahl heute noch sehr zurückhaltend, die Erfahrung und die praktische Erprobung sprechen dagegen. Fortschritte in der Herstellung und Anwendung geeigneter Gesenkstahlsorten können daher nur durch die Zusammenarbeit von Erzeuger und Verbraucher und einen weitgehenden Erfahrungsaustausch erreicht werden. Nur so wird es möglich sein, die bestehenden Erfahrungen für Stahl weiter auszubauen und für Gesenke nutzbar zu machen.

Auf dem Gebiete des Schnellarbeitstahles sind in den letzten Jahren grundlegende neue Arbeiten über ihre geeignete Wärmebehandlung und Verwendung durchgeführt worden. Insbesondere der Ausschuß für Schneidversuche des stoffausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute hat hier bahnbrechend gearbeitet³⁾. Der Schnellarbeitstahl gehört in die Klasse der sogenannten ledeburitischen Stähle. Sein Gefüge besteht aus einer Grundmasse von einem Gemenge von Eisenkarbid und Eisen und einer Anzahl freier komplexer Karbide. Die Karbide sind in geschmiedeten Stahl in Form kugelförmiger Einschlüsse im gegossenen Stahl in einer dem Ledeburit des Rohstahls ähnlichen eutektischen Anordnung vorhanden. Die Härten des Schnellarbeitstahles mit steigender Temperatur lösen sich zunächst die Eisenkarbide allmählich aus der Grundmasse, bis beim Schmelzpunkt des Ledeburits die komplexen Karbide mit der Grundmasse sich

³⁾ Vergl. Werkstoffausschußbericht Nr. 101 (1926).

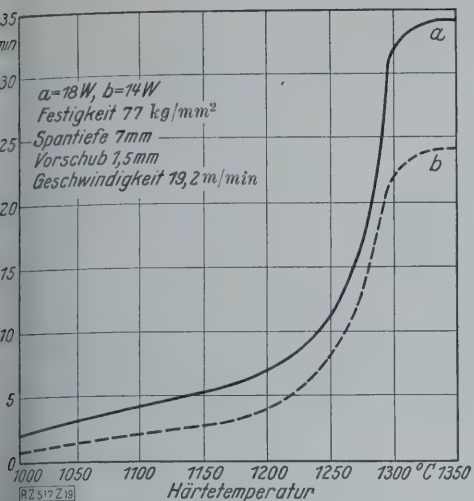


Abb. 19
Schnelldrehstuhl, Härtetemperatur und Drehdauer
(nach Rapatz)

Das Gemisch schmilzt. Zur Erreichung guter Schnittleistung ist es notwendig, daß möglichst viel Karbid sich in der Grundmasse löst. Dabei ist der Stahl bis kurz unter den Schmelzpunkt des Eutektikums zu erhitzen. Das gilt für alle Werkzeuge.

Die sorgfältigste Beobachtung der Härtetemperatur ist notwendig, auch feinzahnige Werkzeuge zu härten, um die Zähne teilweise abschmelzen; die Verwendung von Salzbadern ist dabei dringend zu empfehlen. Genaue Kenntnis der Lösungstemperatur der Karbide ist erforderlich. Sie liegt je nach der Höhe der Legierungsanteile zwischen 1325° und 1360°.

Der Einfluß der Härtetemperatur auf die Gefügeänderung zeigen Abb. 15 bis 18, Textbl. 14. Nach einer Härtung bei 1230° sind Doppelkarbide noch vollkommen zu erkennen. Nach einer Härtung bei 1350° ist das Gefüge deutlich polyedrisch geworden, die Karbide in feiner Verteilung verstreut in der Grundmasse. In einzelnen Stellen hat das Schmelzen schon begonnen. Das Gefüge entspricht dem eines richtig gehärteten Schnelldrehstahls. Bei weiterer Steigerung der Härtetemperatur auf 1375° sind bereits größere Teile der Karbide geschmolzen, und nach einer Härtung von 1400° findet man den neugebildeten Ledeburit, die Gußeisenanteile des Schnellstahls in einer schwarzen Masse von Karbid. Ein solcher Stahl ist überhitzt und spröde. Über die Bedeutung der richtigen Härtetemperatur ist in letzter Zeit in der Schrifttum mehrfach berichtet worden.

Die Leistung eines Schnellarbeitstahles in Abhängigkeit von seiner Härtetemperatur zeigt Abb. 19. Mit steigender Härtetemperatur steigt auch die Leistung des Schnellarbeitstahls, und zwar bis zu einer Temperatur von 1300°, die unter der Schmelztemperatur des Eutektikums liegt. In dieser Weise wie die Leistung wächst mit steigender Härtetemperatur auch die mechanische Härte des Stahles, vgl. Abb. 20. Die beiden Kurven der Brinell- und Rockwellhärte verlaufen jedoch von Härtetemperaturen über 1000° an. Die Kurve der Rockwellhärte steigt weiter an, während die Kurve der Brinellhärte gleich hoch bleibt. Das Abflachen der Härte nach Brinell bei Temperaturen über 1000° ist lediglich auf das Abplatten der Brinellspitze bei der hohen Härte des Prüfstückes zurückzuführen. Die Rockwellhärtezahlfällt dementsprechend zu niedrig aus. Die Rockwellhärte dagegen hält jedem Druck stand.

Der Grund, warum eine hohe Härtetemperatur notwendig ist, wurde in den letzten Jahren Gegenstand zahlreicher Erörterungen; er liegt wohl darin, daß bei höheren Härtetemperaturen gehärtete Stähle größere Anlaßbeständigkeit besitzen. Die den Schnellstahl vor dem Kohlenstoffstahl auszeichnende Eigenschaft ist vor allem seine Anlaßbeständigkeit. Gehärteter Kohlenstoffstahl verliert bei 350° Anlaßtemperatur seine Härte, während ge-

härteter Schnellstahl bis 600° hart bleibt. Je größer seine Anlaßbeständigkeit, desto mehr wird der Stahl im allgemeinen leisten. Ein zu niedrig gehärteter hochlegierter Schnellarbeitstahl leistet noch weniger als ein richtig gehärteter, aber weniger hoch legierter Schnellarbeitstahl. Die Leistung eines Schnellarbeitstahles kann durch Anlassen des gehärteten Stahles auf 550 bis 625° noch gesteigert werden. Dabei wird durch Umwandlung des Polyedergefüges in Martensit der Stahl einmal härter, zugleich aber auch noch zäher. Die Verbesserung durch Anlassen kann aber nur mit Stählen erreicht werden, die bei genügend hoher Temperatur gehärtet wurden. Bei zu niedrig gehärteten Stählen versagt das Verfahren. Die zweckmäßige Anlaßtemperatur verschiebt sich mit der Menge der Legierungselemente im Stahl. Mit steigendem Gehalt an Sonderbestandteilen wächst auch die zweckmäßige Anlaßtemperatur.

Eine hervorragende Eigenschaft des Schnellarbeitstahles ist sein hoher Widerstand gegen Abnutzung (Verschleißfestigkeit), der aus dem günstigen Zusammenwirken der den Schnellarbeitstahl kennzeichnenden Gefügebestandteile herrührt. Ähnlich wie bei einem Lagermetall sind bei Schnellarbeitstahl sehr harte Gefügebestandteile (Karbide) in einer weicheeren, zähen Grundmasse eingebettet. Je zahlreicher und härter die Karbide und je zäher bei guter Härte die Grundmasse, desto verschleißfester und schneidhaltiger wird auch der Schnellarbeitstahl sein, vorausgesetzt, daß seine Beständigkeit der Wärme (bei Arbeitstemperaturen) genügt.

Bei Werkzeugen, wie Fräsern und Bohrern, die unter Verwendung reichlicher Kühlung arbeiten, tritt die Bedeutung der Anlaßbeständigkeit gegen die der Verschleißfestigkeit zurück. Hier wird in erster Linie die Verschleißfestigkeit des Stahles zur Beurteilung seiner Schneidhaltigkeit herangezogen werden müssen. Aus den Werten der Zähigkeit und der Härte eines Werkstoffes läßt sich auch ein Schluß auf seine Verschleißfestigkeit ziehen. Von diesen Überlegungen ausgehend, sind im folgenden die Biegefestigkeit, die nach Stribeck ein guter Maßstab für die Zähigkeit des Werkstoffes ist, die Härte und die Schneidhaltigkeit einer Anzahl mit Kobalt legierter Schnellarbeitstähle verglichen. Die fünf untersuchten Stahlsorten enthalten etwa 18vH W, 4 vH Cr und im Mittel 1,5 vH V. Der Kobaltgehalt wurde von 0,0 bis 10 vH jeweils um etwa 2 vH gesteigert. Drei Sorten wurden ohne Vanadium mit steigendem Kobaltgehalt hergestellt.

Zur Feststellung des Härtebereiches und der besten Härtetemperaturen wurden Proben der einzelnen Stähle zwischen 800 und 1400°, steigend um je 50 bis 100°, aus einem Salzbadofen in Öl gehärtet. Bemerkenswert war hierbei das Ergebnis, daß Stähle mit hohem Kobaltgehalt erst bei höheren Temperaturen zu schmelzen begannen

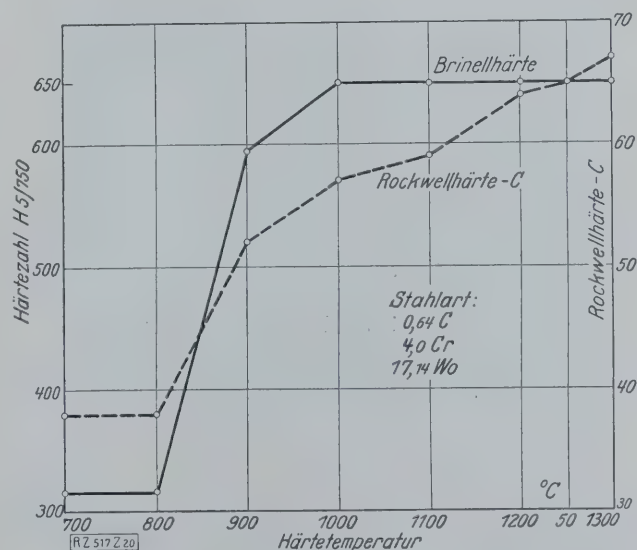


Abb. 20
Brinell- und Rockwell-Härte mit steigender Härtetemperatur

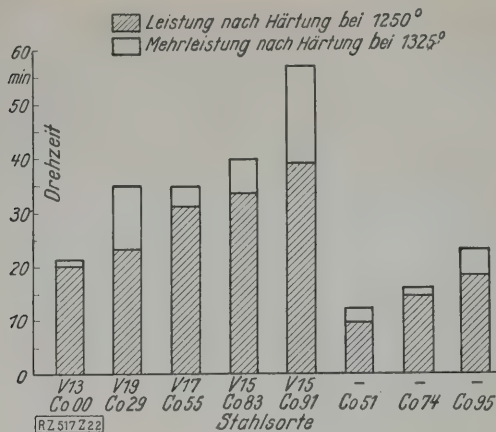


Abb. 22
Mittlere Schnittleistungen einer Reihe kobalthaltiger
Schnellarbeitstähle

als solche mit weniger Kobalt. Abb. 21, Textbl. 14, zeigt drei solche Proben, von denen *a* kein Kobalt, *b* 5,5 vH und die Probe *c* 9,1 vH Co enthält. Während die Probe *a* nach einer Härtung bei 1340° in Öl schon stark abgeschmolzen ist, ist die Probe *b* nur wenig, die Probe *c* noch gar nicht angegriffen. Eine Bestätigung dieses Ergebnisses brachte die Bestimmung der Lösungstemperatur der Karbide durch Feststellung der Umwandlungen aus dem Schmelzfluß. Mit steigendem Kobaltgehalt erhöhen sich die Schmelztemperaturen der Karbide nicht unwesentlich. Der Schmelzpunkt der Karbide eines 9 bis 10 vH Co enthaltenden Stahles liegt sehr hoch, bei 1360°.

Die durch den Kobaltzusatz erreichte Steigerung der Schnittleistung ist wesentlich; sie betrug z. B. 175 vH für den Stahl mit 1,5 vH V und 9,1 vH Co, gegenüber dem gleichen, aber kobaltfreien Stahl. Der starke Einfluß der Härte-temperatur zeigt sich bei allen Stählen, Abb. 22, am deutlichsten bei den hoch kobalthaltigen.

In der Darstellung tritt ferner der Einfluß des Vanadiums deutlich in Erscheinung. Beim Fortlassen des Vanadiums fällt die Schnittleistung stark, sie steigt aber auch bei vanadiumfreien Stählen mit wachsendem Kobaltgehalt. Eine Sonderstellung nimmt der Stahl mit 2,9 vH Co und 1,9 vH V ein. Infolge seines hohen Vanadiumgehaltes ist die Schnittleistung hier wesentlich verbessert; sie erreicht den Wert eines Stahles mit 1,7 vH V und 5,5 vH Co. Die Mehrleistung des 1,9 vH V enthaltenden Stahles durch Härtung bei erhöhter Temperatur ist wesentlich, d. h. daß auch durch Vanadium in schwach kobalthaltigen Stählen der Schmelzpunkt des Eutektikums wesentlich erhöht wird, so daß die Rotwarmhärte eines solchen Stahles erst nach Härtung bei sehr hohen Temperaturen voll wirksam wird.

Um den Einfluß der Härtetemperatur und Anlaß-temperatur auf die Zähigkeit des Stahles zu kennzeichnen, wurden Biegeproben bei Temperaturen von 900 bis 1300° gehärtet, ferner bei 1325° gehärtete Proben bei Temperaturen zwischen 200 und 700° 30 min angelassen. Die Härtung erfolgte wie bei den Drehmeißeln aus einem Salzbadofen. Neben der Biegefestigkeit wurde überall die Härte nach Rockwell gemessen. Schließlich wurde versucht, eine Abhängigkeit der Biegefestigkeit von der chemischen Zusammensetzung, insbesondere von der Höhe des Kobaltgehaltes zu finden. Es wurde geprüft:

1. Die Biegefestigkeit als Maß der Zähigkeit nach der Formel $\sigma = \frac{Pl}{4W}$, wobei *P* die Belastung, *l* die Stablänge und *W* das Widerstandsmoment $= \frac{\pi d^3}{32} = 98,17 \text{ cm}^3$ bedeutet.
2. Die Elastizitätsgrenze der Biegefestigkeit als Maß für den Formänderungswiderstand. Als Elastizitätsgrenze der Biegefestigkeit wurde eine bleibende Durchbiegung des Stabes von 0,01 mm angenommen.
3. Die Gesamtdurchbiegung beim Bruch der Probe.
4. Die Härte nach Rockwell-C.

Recht bemerkenswert sind insbesondere die nisse der gehärteten und bei steigender Temperatur gelassenen Biegeproben, Abb. 23. Die Leistung von zeugen aus Schnellarbeitstahl verringert sich, wenn Werkzeuge auf 200 bis 400° angelassen werden, kann jedoch wesentlich verbessert werden, wenn die Anlaßtemperatur auf 500 bis 600° erhöht wird. Der Einfluß der Biegefestigkeit bietet zu diesem Ergebnis eine Parallele. Die Werte der Biegefestigkeit, die nach einer Härtung bei 1325° und darauffolgendem Anlassen auf 200° nennenswert niedrig sind, steigen nach Anlassen auf 300° v. nennenswert an, infolge eines Ausgleiches von Spannungen, sinken dann

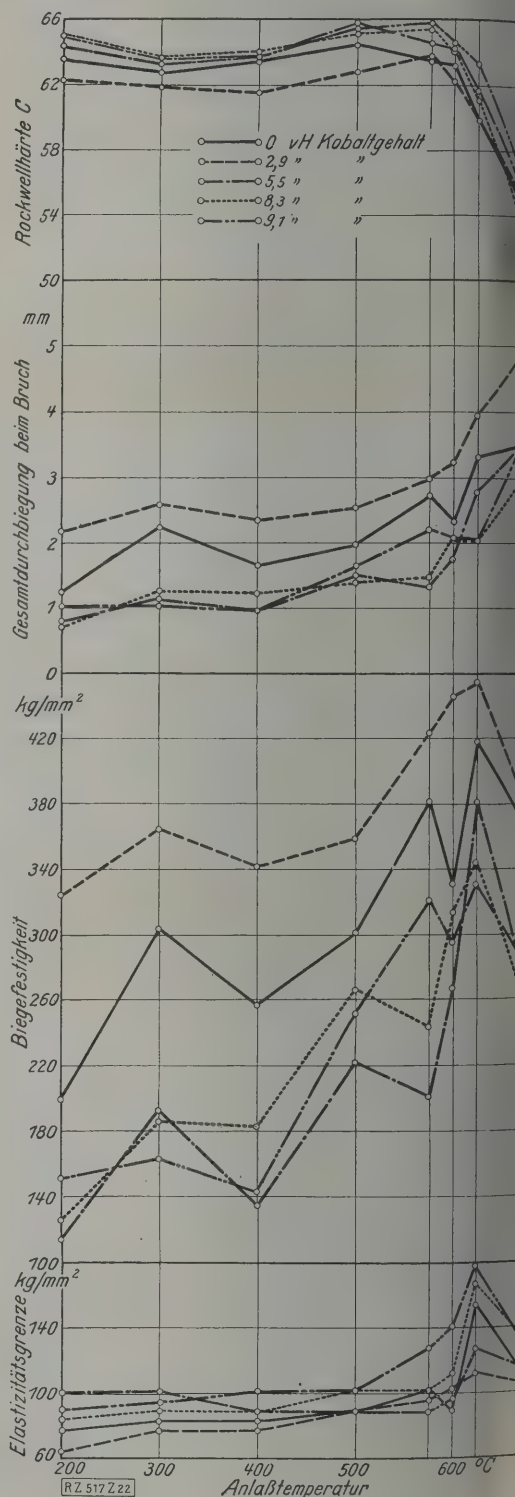


Abb. 23
Biegefestigkeit und Härte gehärteter Schnellarbeitstähle in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur
Härtetemperatur 1325°

W. Oertel: Neue Ergebnisse der Edlstahlforschung

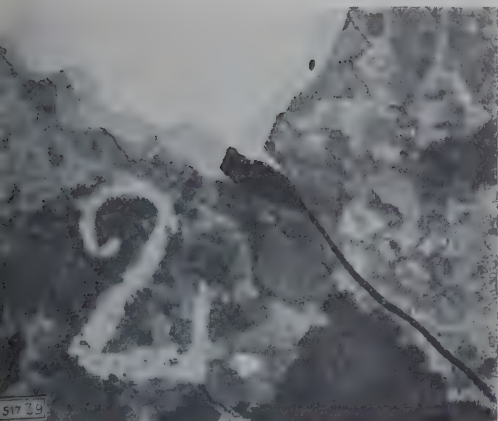


Abb. 9
Zusammensetzung: 0,08 vH C, 1,0 vH Si, 15 vH Cr



Abb. 10
Zusammensetzung: 0,4 C, 0,86 Si, 15 vH Cr

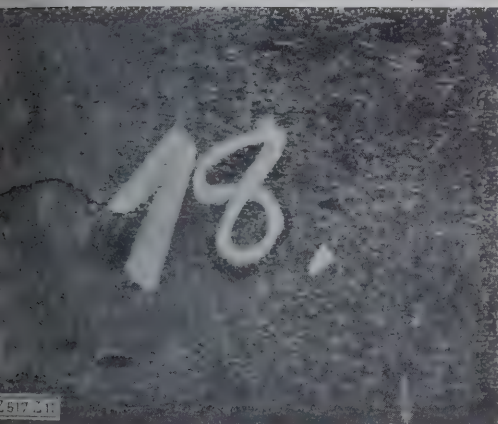


Abb. 11
Zusammensetzung: 0,1 vH C, 2,8 vH Si, 15 vH Cr

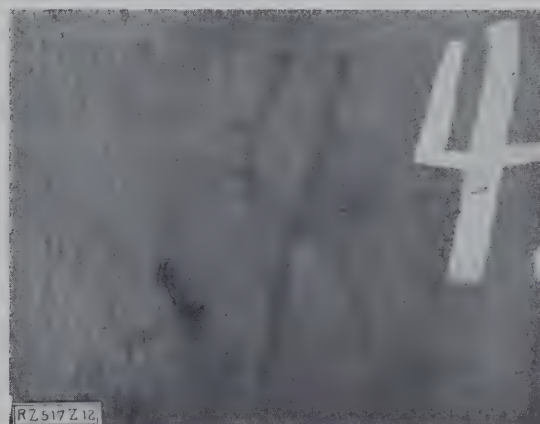


Abb. 12
Zusammensetzung: 0,36 vH C, 2,9 vH Si, 15 vH Cr



Abb. 13
Zusammensetzung: 0,14 vH C, 1,4 vH Mo, 15 vH Cr

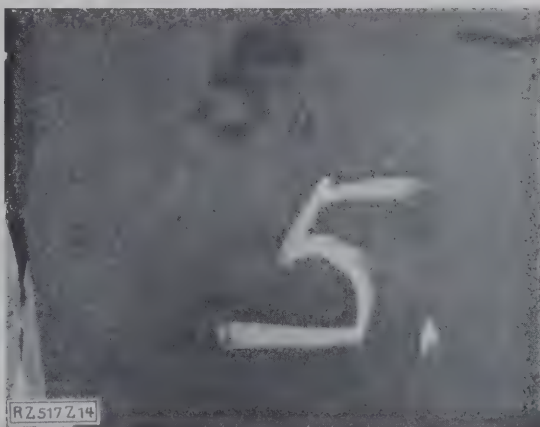


Abb. 14
Zusammensetzung: 0,5 vH C, 1 vH Mo, 15 vH Cr

Abb. 9 bis 14
Verzunderungsversuche mit verschiedenen Chromstählen

W. Oertel: Neue Ergebnisse der Edelstahlforschung

Abb. 15 bis 18

Einfluß der Härtetemperatur auf die Gefügeumbildung im Schnellarbeitsstahl

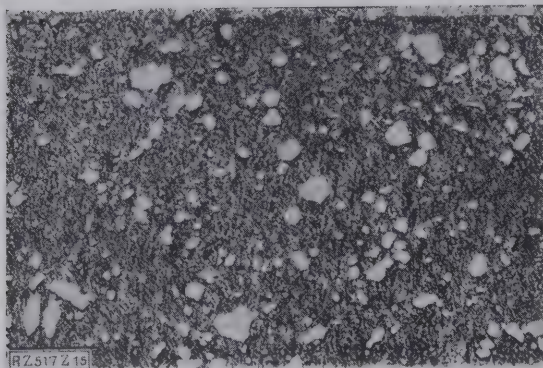


Abb. 15

Nach Härtung bei 1230 ° Doppelkarbide noch vollkommen ungelöst

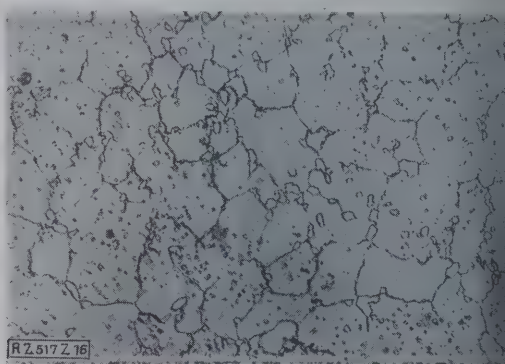


Abb. 16

Nach Härtung bei 1350 ° Karbide in feiner Verteilung verstreut in der Grundmasse

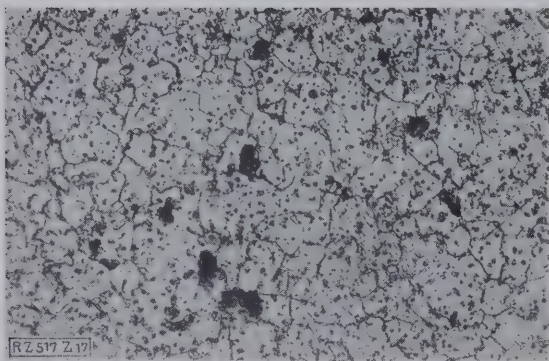


Abb. 17

Nach Härtung bei 1375 ° Teile der Karbide geschmolzen

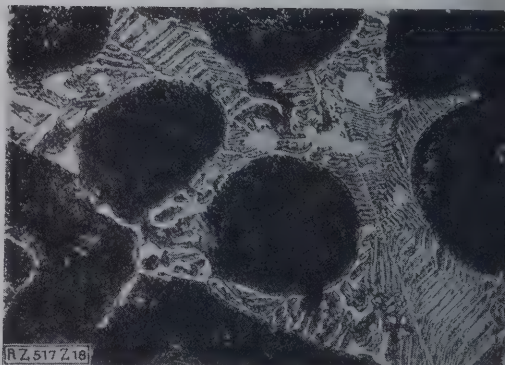


Abb. 18

Nach Härtung bei 1400 ° Ledeburitbildung, Gußstruktur des Schnellstahles in einer schwarzen Masse von Sorbit

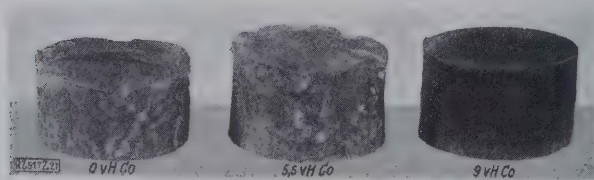


Abb. 21

Schnellarbeitsstähle, gehärtet bei 1340 °

en auf 400 ° deutlich und steigen endlich mit weiterer
ung der Anlaßtemperatur auf 600 ° sehr stark an.
ahl zeigt also bei Temperaturen von 600 bis 625 °
Höchstwert der Zähigkeit. Da bei diesen Anlaß-
turen durch Bildung von sekundärem Martensit
eitig die Härte und die Biege-Elastizitätsgrenze
werte erreichen, hat der Werkstoff nach dem An-
auf 600 bis 625 ° den größten Widerstand gegen
ung.

st alle Linien zeigen bei 300, 400 und 600 ° aus-
e Wendepunkte. Am wenigsten deutlich sind die
unkte bei den Linien der Biege-Elastizitätsgrenze,
geprägte Wendepunkte nur bei 625 ° zeigen. Gut
ragt sind die Wendepunkte bei den Linien der Biege-
eit, der bleibenden Durchbiegung und der Härte. Die
der bleibenden Durchbiegung laufen etwa parallel
en der Biegefestigkeit. Einer Verbesserung der
iegung bei einer Anlaßtemperatur von 300 ° folgt
ringe Verschlechterung bei 400 °, danach ein stetiges
gen mit einer Verzögerung bei etwa 600 °. Die
nimmt mit steigender Anlaßtemperatur den aus dem
tum bekannten Verlauf. Sie fällt zunächst bis zu

300 bis 400 °, steigt dann stetig bis zu einem Höchstwert
bei 600 ° und fällt endlich bei weiterer Steigerung der An-
laßtemperatur infolge Weichwerdens des Stahles.

Weitere Versuche sind notwendig, um die Beziehungen
zwischen Schnitthaltigkeit, chemischer Zusammensetzung
und Biegefestigkeit eindeutig festzulegen. Die vorliegen-
den Versuche haben jedoch gezeigt, daß solche Beziehun-
gen bestehen, und daß die Biegefestigkeit geeignet ist,
einen wichtigen Beitrag zur Klärung der Frage nach dem
Wesen der Schnellarbeitstähle zu geben.

Nicht abzuleugnen ist, daß die Ansprüche, die heute
der Verbraucher an seinen Stahl stellt, ständig größer
werden. Für den Metallurgen ist es oft recht schwer, mit
den gesteigerten Ansprüchen der Verbraucher Schritt zu
halten. Aber auch die Kenntnis von dem Wesen des
Stahles wird sich dank der emsigen Forschungsarbeiten,
die auf allen Erzeugerwerken durchgeführt werden, immer
mehr vertiefen, und weitere Verbesserungen werden möglich
sein. Die Forschungsarbeiten der Stahlerzeuger werden
um so fruchtbarer sein, je weitgehender sie von den Ver-
brauchern durch Erfahrungsaustausch und verständnis-
volle Mitarbeit gefördert werden. [B 517]

Die Bruchproben des Stahlwerkers

Der Stahlwerker pflegt den Schmelzverlauf mit allen
Erscheinungen stets scharf zu beobachten, weil er über
Zusammensetzung sich ständig ändernder Schmelzbäder
nicht schnell unterrichtet sein muß. So zieht der er-
fahrene Praktiker und der alte Meister aus unscheinbaren
Neulinge nicht ohne weiteres als wichtig erschei-
nenden Merkmalen Schlüsse auf metallurgische Vorgänge
und mag dann Schmelzungen in ganz bestimmten An-
ordnungen zu halten. Im Thomas-Werk ist die Bruch-
probe auf Phosphor und im Siemens-Martin-Werk die auf
Kohlenstoff die am meisten verbreitete Prüfmethode. F. Jan-
sen hat nun untersucht, wie weit die aus dem Aussehen
des gefolgerten Ergebnisse begründet sind.

Die Schmelzeisener Löffel mit einem Fassungsraum
von einem Kilogramm Stahl wird durch Eintauchen in
ein mit einer Schlackenhaut überzogenes, damit der flüs-
sige Stahl nachher nicht an ihm ansetzt. Die Farbe des
Stahles und die Schnelligkeit des Erstarrens und des Aus-
flusses aus dem Probefäß dienen zur Bestimmung der Tem-
peratur und können nach längerer Übung durch
ein mit schon gesehenen Schmelzungen zum Schätzen
benutzt werden. Zwar beruht auf dieser
Schätzungsart sicher manch falsche Schmelzföhrung,
denn sie, bei den Schwierigkeiten pyrometrischer Mes-
sungen im Betriebe bis jetzt beim Schmelzen fast allein an-
gewandt.

Thomas-Werk schöpft man für die Phosphor-
probe aus der umgelegten Birne den Stahl meist in
einer runden, zweiteiligen Kokille. Sie wird beim
Durchschlagen durch eine Zange zusammengehalten und gibt beim
Durchschlagen die Probe frei. Die Probe wird unter dem
Hammer zu einer etwa 15 mm dicken Scheibe ausge-
schlagen, dann, damit die Bruchprobe bald ausgekühlt
kann, in Wasser abgelöscht, und nach dem Erkalten
mit dem Hammer gebrochen.

Phosphor vergrößert das Korn so stark, daß man die
verschiedenen P-Gehalte verursachten Unterschiede in
der Korngröße zum Abschätzen der P-Menge benutzen kann.
Solche Bruch läßt besser, als das durch Lichtbilder
feststellbar ist, kennzeichnende Verschiedenheiten hervor-
treten und zeigt bei verschiedenen Proben einer Charge
den vom P-Gehalt abhängigen Abweichungen der
Korngröße noch deutliche Unterschiede in der Färbung. Bei
P und mehr zeigen die Spaltflächen der Körner
hell schimmernde Stellen. Proben mit geringerem
P haben über die ganze Bruchfläche hin gleich-
förmiges, hellglänzendes Korn. Je mehr der Phos-
phor über 0,1 vH steigt, wachsen die fahlschimmernden
Stellen zu immer größeren, länglich geordneten Kristall-
flächen. Schliffbilder solcher Betriebsproben zeigen die
unregelmäßige Anordnung der phosphorhaltigen Bestandteile,
mit steigendem Phosphorgehalte zu immer dickeren
in der Probe zusammenballen.

Die Probe erschmolz in einem Lichtbogenofen zum Ver-
such den Betriebsproben drei Proben mit verschiede-

nem P-Gehalt und fand nach gleicher Behandlung bei ihnen
die gleichen Erscheinungen wie bei den Proben aus der
Thomasbirne, nur hatten seine drei Proben im allgemeinen
feineres Korn und zeigten ihre Schliffbilder nicht so breite
Zeilen. Er konnte in Brüchen mit P-Gehalt zwischen 0,094
und 0,272 vH sehr deutliche Unterschiede feststellen. In
dem Abschnitt von 0,1 bis 0,2 vH P geht das kleine gleich-
mäßige Korn zu grobstahligem, roheisenartigem Bruch
über und wachsen die Körner so stark, daß ein geübtes
Auge zu einer bestimmten Korngröße den zugehörigen Phos-
phorgehalt abschätzen kann. Proben mit weniger als
0,1 vH P und mehr als 0,2 vH P geben durch ihr Aussehen
keine genauen Anhaltspunkte für das Schätzen.

Im Siemens-Martin-Werk ist der Phosphor-
gehalt von geringerer Bedeutung als im Thomas-Werk, da-
gegen ist es wichtig, Schmelzungen mit engen Grenzen für
den Kohlenstoffgehalt abzustecken, z. B. solche, bei denen
die Grenzen des fertigen Stahles nur um 0,05 vH Kohlen-
stoff voneinander entfernt sind. Die Bruchproben gestatten
schnelles Erkennen des C-Gehaltes. Von der Probe wird
zuerst ein kleines Stück für Analysenspäne abgeschlagen.
Das Hauptstück wird zu einer Stange von etwa 20 bis 25 mm
Vierkant und 150 bis 200 mm Länge ausgeschmiedet, dann
in der Schmiedehitze von etwa 800 °C in kaltem Wasser ab-
gelöscht und im Bruchstock mit einem Zuschlaghammer zer-
schlagen.

Der Bruch sieht je nach der Art des Zerbrechens ver-
schieden aus. Beim Drücken ergeben sich fast gerade
Bruchflächen, dagegen entstehen beim Durchschlagen von
Stangen, die außen einen Härtekranz und innen einen we-
icheren Kern haben, häufig an der dem Schlag entgegenge-
setzten Seite Zacken und Vertiefungen. So verhalten sich
Proben mit 0,6 bis 0,9 vH C. Je geringer der C-Gehalt ist,
desto schwieriger lassen sich die Härteproben zerschlagen.
Unter 0,4 vH C bricht die Probe meistens nicht mehr auf
einen Schlag. Bei weniger als 0,3 vH C biegen sich die
Proben vor dem Abbrechen durch und unterhalb
0,25 vH C sind sie ohne vorheriges Einkerbten nicht mehr
durchzuschlagen. Es entsteht ein stark sehniger Bruch fast
ohne Kornausbildung. Sinkt der C-Gehalt unter 0,1 vH, so
lassen sich die Proben um 180 ° umbiegen ohne zu brechen,
steigt er, so wird der körnige Anteil der Probe ständig
größer. Die Haut umschließt dagegen als immer schmaler
werdender heller Grat das grobkörnige, stark ausgerissene
Innere. Bei 0,45 bis 0,5 vH C ist der helle Grat verschwun-
den, die Probe ist über die ganze Bruchfläche hin grob-
körnig, aber zackig ausgerissen. Der Bruchverlauf ist an
den Zacken deutlich erkennbar.

Die ersten Anzeichen einer Härtung zeigen sich am
Rande der Probe bei 0,5 bis 0,55 vH C, bei noch höherem
C-Gehalt entsteht ein Härtekranz, der bis etwa 0,95 vH C
immer breiter wird. Gleichzeitig bricht der weichere Kern
immer weniger grob aus. Über 0,95 vH C sind so genaue
Anhaltspunkte zum Schätzen des C-Gehaltes nicht mehr vor-
handen. Jansen erörtert dann an Hand einer großen Reihe
von Lichtbildern das Aussehen der Härtebrüche von Sie-
mens-Martin-Stahlproben mit verschiedenen C-Gehalten. Alle
Erkennungsmerkmale ändern sich mit geringerem oder
größerem Probenquerschnitt wegen der Art der eintreten-
den Durchhärtung. Für C-Gehalte unter 0,5 vH genügen

Proben von etwa 15 mm Dicke, während bei über 0,5 vH C die Unterschiede verwischt sind.

Zur Begründung des Zusammenhanges von Bruchaussehen und Kohlenstoffgehalt hat Jansen die Bruchflächen geschliffen, mit Pikrinsäure geätzt und den Rohbruch mit dem Schliffbilde verglichen. Aus der umfangreichen Erörterung sei hier nur angeführt, daß bei weniger als 0,5 vH C die ganze Fläche troostitisch und je nach dem C-Gehalt mehr oder minder mit Ferrit durchsetzt ist, dessen Anteil mit Abnehmen des Kohlenstoffes zunimmt.

Bei sonst gleichen Bedingungen bestimmt der Kohlenstoff die Gratbildung bei Proben mit weniger als 0,5 vH C und bei höheren C-Gehalten auch die Menge und das Aussehen des Innenkernes. Diese Einflüsse werden an der Bruchfläche erkannt und dienen zum Abschätzen der Kohlenstoffmenge. Das Aussehen des Bruches kann beeinflusst werden durch verschiedene Temperaturen beim Schmieden und Härten und durch vorheriges Abkühlen der Proben unter den Umwandlungspunkt, ferner durch den Grad der Verschmiedung und durch die Dicke der Probe. Jansen fand, daß ein bei höherer Temperatur abgeschrecktes Probestück in seinem C-Gehalt höher geschätzt wird als ein andres bei niedrigerer Temperatur abgeschrecktes Stück derselben Probe. Bei weniger als 0,5 vH C verringert erhöhte Härtetemperatur die Neigung zur Gratbildung. Das Bruchgefüge wird um so gröber, je höher abgeschreckt wird, und um so weniger Ferrit scheidet sich in der Probe aus. Proben unter 1 vH C, die am häufigsten vorkommen, erscheinen um so härter, je höher die Abschrecktemperatur liegt. Für sichere Abschätzungsmöglichkeit muß man also die Härtetemperatur möglichst gleich halten.

Bei der Untersuchung des Einflusses der Schmiedetemperatur auf das Bruchgefüge fand Jansen, daß er zwar nicht so deutlich wie der der Härtetemperatur ist. Er stellte aber fest, daß bei höherer Temperatur geschmiedete Proben etwas härter aussehen als bei niedrigerer Temperatur geschmiedete. Je niedriger beim Schmieden die Endtemperatur liegt, desto feiner wird das Korn und desto schnelliger der Werkstoff. Am besten kann man den Kohlenstoff an sofort geschmiedeten und in der Schmiedehitze gehärteten Proben schätzen.

Außer der Vorbehandlung beeinflussen neben dem Kohlenstoff noch die übrigen Begleiter des Eisens das Aussehen des Bruches. Die Erhöhung der härtenden Wirkung von Silizium macht sich freilich bei Siemens-Martin-Proben wegen des Fehlens von Silizium nicht geltend. Dagegen hat der Mangan-Gehalt bedeutenden Einfluß. Wie Jansen zeigt, sieht bei zwei Proben mit verschiedenen Mangankonzentrationen die Probe mit mehr Mangan wegen ihres größeren Härterandes kohlenstoffreicher aus. Proben mit C-Gehalten unter 0,5 vH und mit höheren Mn-Gehalten brechen glatter und haben einen schwächeren Bruch als entsprechende mit weniger Mangan. Zur Beurteilung von Bruchproben muß man also den Mn-Gehalt annähernd kennen.

Fertigproben aus der Bessemer-Birne lassen sich wegen ihres hohen Gehaltes an Mn und Si viel schlechter als die bisher besprochenen schätzen. Wegen der hier obwaltenden Verhältnisse sei auf Jansens Erörterungen verwiesen.

Basischer Siemens-Martin-Stahl mit niedrigerem Mn-Gehalt als 0,27 bis 0,3 vH und saurer mit weniger als 0,15 bis 0,2 vH Mn sind schlecht schmiedbar. Zur Prüfung der Schmiedbarkeit dient die Rotbruchprobe. Die Rotbrüchigkeit wird auf Schwefel und Sauerstoff zurückgeführt. Ist der Einsatz nicht allzu schlecht, so wird Schwefel nur sehr selten die Ursache des Rotbruches einer Schmelzung sein. Welcher Überschuß an Sauerstoff schlechte Warmbildbarkeit bewirkt, wird von einer Reihe von Forschern widersprechend beurteilt.

A. Ledebur hält einen Gehalt von 0,1 vH O₂ für schädlich. Nach P. Oberhoffer und K. d'Huart und auch W. Austin läßt sich dagegen Eisen mit 0,14 vH und 0,24 vH Sauerstoff noch gut walzen und schmieden. Andererseits fand H. Monden bei weichen Siemens-Martin-Schmelzen mit weniger als 0,08 vH Sauerstoff schon Rotbruch und schlechte Walzbarkeit und A. Wimmer stellte an Lochbiegeproben mit 0,13 vH Sauerstoff bei einer Biegetemperatur von 950 °C Rotbrüchigkeit fest. Hier bestehen also starke Widersprüche, und es scheint nicht richtig zu sein, wenn man im Sauerstoff schlechthin die Ursache für Rotbruch sieht. Wahrscheinlich hat auch Mangan Einfluß auf die Warmbildbarkeit.

Jansen bestimmte daher in Rotbruchproben Mangan und Sauerstoff und verglich die Analysenergebnisse mit dem Befunde der technologischen Probe. Eine bestimmte Grenze, oberhalb oder unterhalb deren Rotbrüchigkeit eintritt, konnte er weder für Sauerstoff allein noch für Mangan ermitteln.

Er kommt zu dem Schlusse: „die Rotbrüchigkeit jedoch von beiden Elementen gleichzeitig beeinflusst und dann auftreten, wenn das im Bad vorhandene nicht mehr ausreicht, den Sauerstoff als Manganoxogenitgenügender Menge zu binden.“ Je größer die Mengenschüssigen Sauerstoffes ist, desto stärker ist der Rotbruch und umso gröberes Korn wird unter dem Mikroskop beobachtet. Jansen untersuchte dann den Einfluß der Temperatur auf die Rotbrüchigkeit zwischen 700 ° und 1025 °C. Er fand genau umgekehrt wie Monden deutliches Nachlassen der Rotbrüchigkeit mit sinkender Temperatur. Bei 1025 °C den stärksten Rotbruch. [N 896]

Berlin

Dr.-Ing. Martin W. Neun

Hochofenstückschlacke als Gleisbettung

H. Burchartz und G. Saenger¹⁾ berichteten über Versuche, die im Jahre 1917 im Auftrage der preussischen Ministerien der öffentlichen Arbeiten auf Ansuchen des von ihm seiner Zeit gebildeten „Ausschusses zur Untersuchung der Verwendbarkeit von Hochofenschlacken zu Zwecken“ im Staatlichen Materialprüfungsamt, Dahlem, durchgeführt worden sind. Neun verschiedenen Arten von Hochofenschlacken und acht natürlichen Bruchsteine, vier Basalte, ein Granit, ein Grauwacke, ein Melaphyr und ein Sandstein von Piersberg wurden im wesentlichen im Jahre 1917 bis 1920 auf folgende Eigenschaften untersucht: 1. Chemische Zusammensetzung der Schlacken; 2. Gewicht und Dichtigkeits-Verhältnisse der Schlacken (Raumgewichts spezifisches Gewicht, Dichtigkeitsgrad); 3. Wasseraufnahme und -abgabe von Schotter; 4. Frostbeständigkeit; 5. Chemische Einwirkung der Schlacken- und Bruchsteinschotter auf Eisen und Holz; 6. Widerstand der Schotterarten gegen Zerkleinerung nach dem Verfahren von Rudeloff; 7. Kanteneigenschaften und Stoßfestigkeit; 8. Wasseraufnahme; 9. Raumgewicht der Schotterarten; 10. Chemische Einwirkung von dichten und porösen Schlacke auf Eisen und Holz im Vergleich mit einander. Ein Teil der Schlacken war unmittelbar von den Hütten geliefert, ein anderer nach mehrjährigem Gebrauch aus Gleisschotter den Versuchsstrecken entnommen worden.

Das Raumgewicht der Schlacken schwankt zwischen 1,8 und 2,95, bei allen ist das spezifische Gewicht rd. 3,0. Der Schotter wurde das Raumgewicht im Mittel zwischen 1,240 bis 1,450 kg/m³, für Bruchsteinschotter zwischen 1,390 bis 1,520 kg/m³, gefunden. Die Wasseraufnahme der Schlacken schwankt im Mittel zwischen 1,1 und 1,4 und bei Bruchsteinen zwischen 0,4 und 1,3 vH. Der Schotter nimmt Wasser zwischen 0,52 vH und 1,41 vH auf. Bruchsteinschotter zwischen 0,38 und 1,18 vH und 1,82 vH. Nasser Bruchsteinschotter trocknet an der Luft längstens vier Tagen, nasser Schlackenschotter braucht Tage und für nassen Kies sind zwölf Tage notwendig. Die Frostbeständigkeit wurde durch abwechselndes Gefrieren bei -15 °C und durch Auftauen in der Umgebung von Zimmertemperatur ermittelt. Hierbei erlitten die Proben keine Gewichtsverluste und blieben auch sonst unverändert.

Die Versuche über die chemische Einwirkung der Schlackenarten auf Eisen und Holz ergaben nach siebenjähriger Nachprüfung folgendes: Hochofenschlacken begünstigen in den ersten Jahren das Rosten des Eisens, allmählich liert sich ihr Einfluß, wird unwirksam, und nach fünf Jahren ist der Rostansatz bei dem in Schotter aus Bruchsteinen in Stückschlacke gebetteten Eisen gleich. Im Freien verrottet Holz, wird durch Hochofenschlacke nicht stärker geschützt als durch Bruchsteinschotter. Schotter aus Basalt und sogar solcher aus poriger Schlacke wirken wenig schädlich auf Eisen ein. Holz leidet mehr durch porige Schlacke und durch Kies als durch dichte Schlacke.

Von vier Hochofenschlacken wurde die Widerstandsfähigkeit gegen Zertrümmern nach dem Verfahren von Rudeloff mit Basalt- und Granit-Schotter verglichen. Bei zeigte sich: Alle Schlacken verhielten sich gegen Beanspruchung schlechter als Basalt, jedoch besser als Granit. Stetig gesteigertem Drucke widerstand am besten Basalt, und zwei von den vier Schlacken verhielten sich besser als Granit. Die Prüfung auf Kanten- und Stoßfestigkeit von Hochofenschlacken und von natürlichen Gesteinen ergab Kollern in der Trommel zeitig folgendes Ergebnis: Die Schlacke verhielt sich genau wie Melaphyr und Basalt. Alle Hochofenschlacken waren den natürlichen Gesteinen und drei Schlacken waren der Grauwacke überlegen. [N 901]

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. Bd. 1 (1927) S. 177.

Innere Spannungen in Metallen

Von G. Sachs, Berlin-Dahlem

Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung

reißen von kaltverformtem Messing bei Temperaturänderungen und chemischem Angriff — Nachweis der Aufreißgefahr durch Quecksilberprüfung — Wirkung von Glühen und Richten — Messung innerer Spannungen — Versuche an Rohren und Stangen Aufreißgefahr und Größe der Spannungen — Herabsetzung der Elastizitäts- und Streckgrenze durch kleine Verformungen (Bauschinger-Effekt) — Unterschiede zwischen Zug- und Druckkurve bei gezogenem Werkstoff — Versuche an Duralumin — Vorlegung eines Verbundkörpers — Bauschinger-Effekt bei Kristallen — Abhängigkeit der Elastizitätskonstanten von der Behandlung — Verschiedene Arten innerer Spannungen — Rekristallisation und Verfestigung

Verhalten von Metallen bei der Formgebung, Prüfung und im Gebrauch ist von einer so großen Zahl von Faktoren abhängig, daß es bisher nur vollkommen gelungen ist, eine Ordnung in die Vervielfältigung der Vorgänge hineinzubringen¹⁾. Unter verhältnismäßig durchsichtigen Erscheinungen von technischer Bedeutung lassen sich einige aus der weniger klar vorstellbaren Wirkung von inneren Spannungen ableiten. Innere Spannungen bleiben nämlich im Körper stets zurück, wenn er in seinen einzelnen Teilen verschieden große Formänderungen erleidet. Ungleichmäßigen Verformungen können beim Erhitzen und anderen schroffen Temperaturänderungen, bei Lösungsvorgängen und beim Verarbeiten und Prüfen Werkstoffe eintreten.

Unter diesen sind besonders zwei Erscheinungen zum Vorschein gekommen, die in der Anzahl eingehender Untersuchungen gemacht wurden. Das nachträgliche Aufreißen von kaltverformten Stangen aus Kupferlegierungen und die eigenartigen Veränderungen der Elastizitäts- und Streckgrenze nach Verformungen. Das Aufreißen richtet noch heute viel Schaden an, sodaß die großen Werke besondere Vorkehrungen zu seiner Verhütung treffen müssen. Und die im Namen Bauschinger-Effekt bekannte Unsymmetrie der Zug- und Streckgrenze beeinträchtigt stark die Verwertung dieser Kennziffern und ist wesentlich mit schuld an der allgemeinen Verwirrung über ihre tatsächliche Bedeutung.

Folgendes werde ich diese beiden Erscheinungen zusammenfassend beschreiben und einige neue Versuche zur Klärung mitteilen.

Reckspannungen²⁾

Rißbildung und das plötzliche Aufreißen (seasoning) von Messing und andern Kupferlegierungen ist eine bekannte Erscheinung. Stangen, Rohre und gezogene Seile (z. B. Patronenhülsen) neigen besonders häufig zu solchen Rissen. Stangen werden schon unmittelbar nach der Herstellung oder beim Versand. Häufig tritt aber auch Schaden erst nach jahrelangem Lagern oder im Gebrauch ein. Auch bei andern Metallen, wie Stahl und Aluminium, treten ähnliche Fehler auf, wenn auch weit weniger häufig als bei Messing.

Nach den ersten planmäßigen Untersuchungen über die Ursache der Aufreißgefahr³⁾ wurde festgestellt,

daß ein Versuch in dieser Richtung ist in dem Werk „Grundbegriffe der physikalischen Technologie“, Leipzig 1925, unternommen worden. Herr Obering. W. Wunderlich bin ich für Mitteilung einer Anzahl von Tatsachen aus seinem reichen Erfahrungsschatz und für die Unterstützung bei der Auswahl des Versuchsmaterials zu Dank verpflichtet.

Leistner, Z. f. Metallk. Bd. 16 (1924) S. 429; C. Diegel, Ver. Ber. Gewerbefleiß Bd. 85 (1906) S. 177.

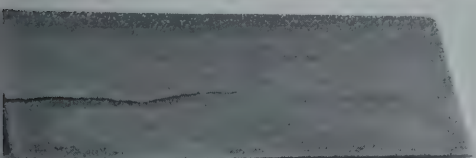


Abb. 1

Stangenabschnitt aus Messing, beim Eingießen von Zink aufgeplatzt



Abb. 2

Rohrabschnitt von Messing, in Quecksilbersalzlösung aufgelöst

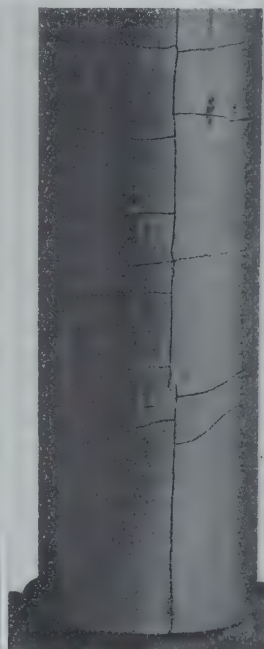


Abb. 3

Stangenabschnitt von Messing, in Quecksilbersalzlösung aufgelöst

daß der schadhafte Werkstoff stets kaltverformt und nicht nachträglich gegläht war, und daß geringfügige Anlässe den Bruchvorgang auslösen.

Der Anlaß kann durch Erschütterungen oder kleine mechanische Verletzungen, wie z. B. beim Abdrehen, gegeben sein. Auch plötzliche örtliche Temperaturänderungen können bei einem Gegenstand, der zum Aufreißen neigt, den Schaden hervorrufen. So zeigt Abb. 1 ein Dreikantrohr aus Messing, das beim Eingießen von Zink aufgeplatzt.

In der Mehrzahl der bekanntgewordenen Fälle ist der Bruch jedoch durch einen chemischen Angriff ausgelöst worden. Das Aufreißen beim Lagern wird auf Oxydation, Witterungseinflüsse oder Gasangriff zurückgeführt. Besonders wirksam sind flüssige Metalle⁴⁾, und bei Messing Ammoniak⁵⁾ und Quecksilbersalzlösungen⁶⁾.

Zum Nachweis der Aufreißneigung bei Messing taucht man den betreffenden Gegenstand heute in Quecksilber oder verdünnte Quecksilbersalzlösungen ein. Der Gegenstand reißt dann, Abb. 2 und 3, nach einiger Zeit auf. Abb. 2 zeigt einen Rohrabschnitt, der in Sublimatlösung (10 vH) nach 3 h, Abb. 3 einen Stangenabschnitt, der nach etwa einem Tag aufgelöst ist. Das Rohr ist der Länge nach aufgeplatzt, auf der Oberfläche der Stange ist ein Netz von Längs- und Querrissen entstanden.

Nur kaltverformter Werkstoff neigt zum Aufreißen. Durch Glühen wird die Gefahr beseitigt; und in den ersten Untersuchungen wurde schon erkannt, daß hierzu Temperaturen ausreichen, bei denen die Härtung durch

⁴⁾ H. J. Miller, Journ. Inst. Metals Bd. 37 (1927) S. 188; H. J. Hartley, Journ. Inst. Metals Bd. 37 (1927) S. 193; R. Genders, Journ. Inst. Metals Bd. 37 (1927) S. 215.

⁵⁾ C. Diegel, a. a. O.

⁶⁾ H. Leistner, a. a. O.

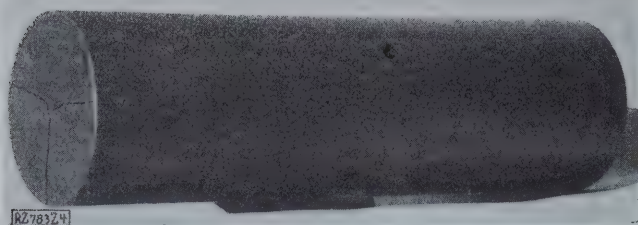


Abb. 4

Abchnitt einer gerichteten Messingstange, in Sublimat-
lösung aufgerissen

die Kaltverformung noch nicht beeinträchtigt wird. Messinggegenstände, bei denen die Aufreißneigung vorliegt, pflegt man heute bei 250 bis 300 °C auszuglühen.

Auch hat sich gezeigt, daß die Aufreißgefahr von Drähten, Stangen und Profilen wesentlich vermindert wird, wenn sie gerade gerichtet werden. Für Stangen verwendet man besondere Richtmaschinen oder Abrollbänke, in denen die Stangen durch schräglauflende Walzen umlaufend eingezogen und dabei um einen geringen Betrag gestaucht werden. Drähte zieht man über eine Anzahl von Rollen oder Nägeln, und Profile kann man durch ein schwaches Strecken in einer Ziehbank richten. Wenn aus irgendwelchen Gründen ein Ausglühen oder Richten unterbleibt, so hilft man sich dadurch, daß man Stangen mit einem Holzhammer abklopft, Drahtlinge auf den Boden staucht oder in irgendeiner andern Weise kleine bleibende Verformungen erzwingt. Aber selbst durch Abrollen wird die Aufreißgefahr nur unvollkommen beseitigt. Wie Abb. 4 zeigt, riß ein Abschnitt von einer abgerollten Stange noch in Quecksilbersalz-Lösung nach einem Tag an den Enden ein.

Schon frühzeitig ist erkannt worden, daß für das Aufreißen innere Spannungen verantwortlich sind, die nach Kaltverformungen im Werkstoff zurückbleiben. Eine klare Vorstellung von der Bedeutung innerer Spannungen (Reckspannungen) für das Aufreißen und ein Verfahren zur Bestimmung ihrer Größe und Verteilung verdanken wir jedoch erst Heyn und Bauer⁷⁾. Durch Abdrehen oder Ausdrehen von Stangen (und Rohren) entstehen Längenänderungen, aus denen die inneren Spannungen berechnet wurden. Andre Forscher haben sich dann ein mehr überschlägliches Bild von den größten Spannungen, die im Werkstoff nach der Verformung zurückbleiben, dadurch zu verschaffen gesucht, daß sie die beim Loslösen von Streifen des Gegenstandes eintretenden Verkrümmungen feststellen⁸⁾. Erwärmen auf niedrige Temperaturen beseitigt die inneren Spannungen⁹⁾, und zwar um so vollständiger, je größer die vorangegangene Kaltverformung war. Durch Richten verschwinden die Zugspannungen an der Außenhaut¹⁰⁾, durch Abrollen werden sie in Druckspannungen verwandelt¹¹⁾.

Einen praktisch vollständigen Einblick in die Spannungsverteilung kann aber auch das Verfahren von Heyn und Bauer nur für Bleche geben, wo hauptsächlich Span-

nungen in der Walzrichtung auftreten. Aber bei und Rohren zeigt es sich, daß ein Aufreißen in den meisten Fällen nicht in der Querrichtung, Abb. 3, in der Längsrichtung, Abb. 2 und 4, eintritt. Daraus, daß die zu solchen Brüchen führen, müssen die Spannungen in Richtung des Querschnittumfanges gerichtet sein.

Die Feststellung solcher Ringspannungen t , der Längsspannungen s , und auch der Radialspannungen r , die den Spannungszustand vervollständigen, kann doch durch Erweiterung des Gedankenganges von Heyn und Bauer leicht vornehmen¹²⁾. Dreht man einen Stab oder Rohrabchnitt vom Querschnitt f_b stufenweise von einem Querschnitt f aus und stellt außer dem Verdrängen dabei entstehenden Längenänderungen λ auch die Dickenänderungen ϑ fest, so können die Spannungen nach folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$s = \frac{E}{1 - \mu^2} \left[(f_b - f) \frac{d(\lambda + \mu \vartheta)}{df} - (\lambda + \mu \vartheta) \right]$$

$$t = \frac{E}{1 - \mu^2} \left[(f_b - f) \frac{d(\vartheta + \mu \lambda)}{df} - \frac{f_b + f}{2f} (\vartheta + \mu \lambda) \right]$$

$$r = \frac{E}{1 - \mu^2} \frac{f_b - f}{2f} (\vartheta + \mu \lambda),$$

worin E den Elastizitätsmodul, μ die Querdehnung des Stoffes bedeutet.

Auf diesem Wege wurde der innere Spannungszustand in Rohren und verschieden behandelten Stangen aus Messing ermittelt¹⁴⁾. Abb. 5 bis 22 veranschaulichen das Ergebnis einiger Versuche, wobei die ermittelten Spannungen über dem sich beim Ausdrehen vergrößerten Hohlquerschnitt aufgetragen sind.

In einem Messingrohr, das in Sublimatlösung 3 h aufriß, waren die Ringspannungen an der Außenhaut gefährdeten Außenhaut wesentlich größer als die Längsspannungen, Abb. 5 bis 7. Dies steht in Übereinstimmung mit dem Verlauf des durch Quecksilbersalz-Lösung hervorgerufenen Risses, Abb. 2. Die Spannungen lagen mit 10 kg/mm² nur in der Hohlraummitte etwa $\frac{1}{4}$ der Festigkeit des Werkstoffes. Die Radialspannungen sind ohne Bedeutung.

Bei einer Messingstange, die auf 33 mm Dmr. gezogen und dann in einem Zuge auf 30 mm herabgezogen wurde, waren die Spannungen mehrfach höher als in Abb. 8 bis 10. Trotzdem riß die Stange erst nach längerem Lagern in Sublimat auf. Die Quecksilbersalz-Lösung gibt also in der Dauer bis zum Aufreißen keine Anhalt über die Größe der Spannungen; kompaktere Gegenstände brauchen anscheinend längere Zeit zum Bruch anzuwenden. Bei der Stange erwiesen sich nach Abb. 11 die Längs- und Ringspannungen an der Außenhaut annähernd gleich groß; daher zeigt die Stange, entsprechend Abb. 3, nach der Quecksilberprüfung ein Netz von Längs- und Querrissen.

Durch Anlassen auf 300°, 1 h, wurden die Spannungen innerhalb der Fehlergrenzen der Messung (± 1 Einheit) vollständig beseitigt. Die Härte ($H_{10/250}$) fiel hier von 139 auf 111 Einheiten. Die Härte des bei 560°C geglühten Stoffes wurde zu 68 bestimmt.

Durch Abrollen wurde der Spannungszustand der Stangen entsprechend Abb. 11 bis 13 gänzlich verändert. Die Zugspannungen an der Oberfläche der unabhöhlten Stange sind bis zu einer Tiefe von etwa $\frac{1}{4}$ der Stangendicke in Druckspannungen verwandelt, und im übrigen

¹²⁾ E. Heyn, Mitt. Mat.-Prüf.-Amt Bd. 35 (1917) S. 1; R. H. Drey und W. E. Ballard, Trans. Faraday Soc. Bd. 17 (1921) S. 1; H. Moore und S. Beckinsale, Journ. Inst. Metals Bd. 13 (1914) S. 149; R. J. Anderson und H. Fahlmann, Journ. Inst. Metals Bd. 32 (1924 II) S. 367.

¹³⁾ G. Sachs, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 352.

¹⁴⁾ Der Werkstoff wurde freundlichst vom Kabelwerk der Reichsanstalt zur Verfügung gestellt.

⁷⁾ E. Heyn und O. Bauer, Int. Z. Metallogr. Bd. 1 (1911) S. 16; „Stahl und Eisen“ Bd. 31 (1911) S. 760; Mitt. Mat.-Prüf.-Amt Bd. 29 (1911) S. 1; E. Heyn, „Stahl und Eisen“ Bd. 32 (1912) S. 2097; Bd. 37 (1917) S. 442 u. f.; Bd. 38 (1918) S. 846; Mitt. Mat.-Prüf.-Amt Bd. 35 (1917) S. 1; Naturwiss. Bd. 9 (1921) S. 321.

⁸⁾ P. D. Merica und R. W. Woodward, Bur. Stand. Techn. Paper Nr. 82 (1917); W. H. Hatfield und G. L. Thirkell, Journ. Inst. Metals Bd. 22 (1919 II) S. 67; A. M. Portevin, Journ. Iron Steel Inst. Bd. 108 (1923 II) S. 71; R. J. Anderson und E. G. Fahlmann, Journ. Inst. Metals Bd. 32 (1924 II) S. 367.

⁹⁾ H. Heyn, Mitt. Mat.-Prüf.-Amt Bd. 33 (1917) S. 1; A. Moore und S. Beckinsale, Journ. Inst. Metals Bd. 23 (1920 I) S. 225; Bd. 25 (1921 I) S. 35; Bd. 27 (1922 I) S. 149; H. Moore, S. Beckinsale und C. E. Mallinson, Journ. Inst. Metals Bd. 25 (1921 I) S. 35; S. Beckinsale, Journ. Inst. Metals Bd. 29 (1923 I) S. 285; G. Masing, Z. f. Metallk. Bd. 16 (1924) S. 257 u. f.; R. J. Anderson und E. G. Fahlmann, Journ. Inst. Metals Bd. 31 (1925 II) S. 271.

¹⁰⁾ G. Masing, Z. f. Metallk. Bd. 17 (1925) S. 183.

¹¹⁾ Ich verdanke diese Angabe, die durch die vorliegenden Versuche bestätigt wird, einer noch unveröffentlichten Untersuchung von Prof. Dr.-Ing. E. h. O. Bauer.

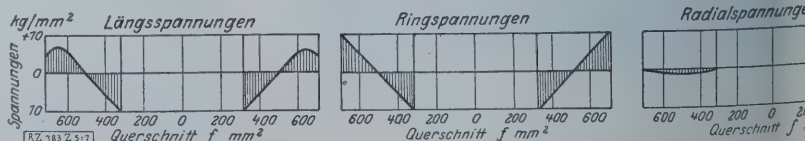


Abb. 5 bis 7. Innere Spannungen in einem Messingrohr

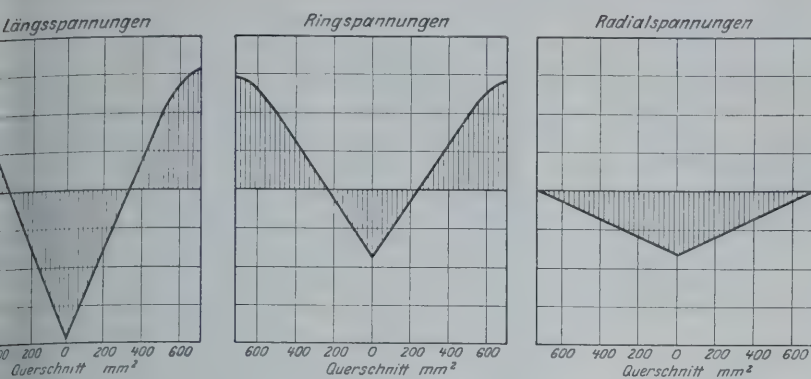


Abb. 10. Innere Spannungen in einer gezogenen Messingstange (58er Messing)

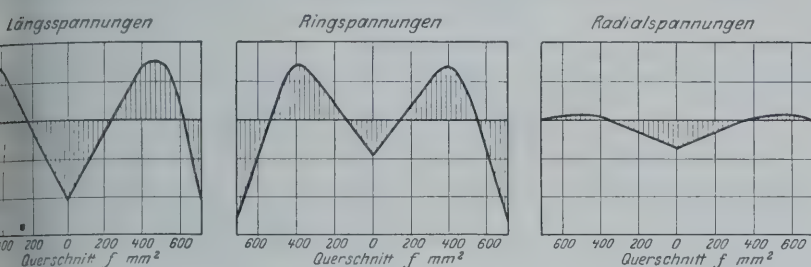


Abb. 11 bis 13

Innere Spannungen in einer abgerollten Messingstange

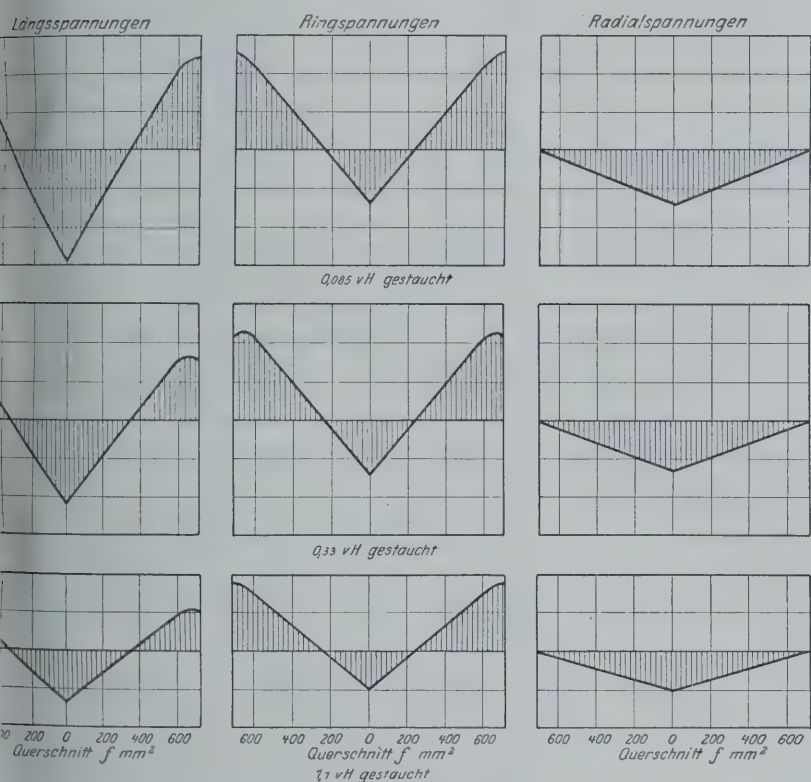


Abb. 14 bis 22

Änderung der inneren Spannungen einer Messingstange durch Stauchen

ist zwar die Verteilung der Spannungen ähnlich, ihre Größe aber etwa auf die Hälfte herab. In Sublimatlösung riß ein Abschnitt der abgerollten Stange jedoch noch, entsprechend Abb. 4, an den auf. Dies erklärt sich dadurch, daß im Schnitt der Stange freigelegt werden, die unter Zugspannung stehen. In einem solchen Falle wird also die Gefahr durch das Abrollen nicht beseitigt. Wirkung des Abklopfens läßt sich auf dem hier dargestellten Wege schlecht verfolgen, da durch die durchsichtige Verformung die Spannungsverteilung ungleichmäßig beeinflusst wird. Die Berech-

nung der Spannungen setzt aber voraus, daß der Zustand der Stangen angenähert rotations-symmetrisch ist. Dagegen dürfte das Strecken in der Ziehbank nicht anders als Stauchen wirken. Es wurden daher Rohrabschnitte um 0,085, 0,33 und 1,1 vH gestaucht. Wie Abb. 14 bis 22 zeigen, bewirkt zunehmendes Stauchen allmählich die erwartete Verminderung der Spannungen, und zwar besonders der Längsspannungen. In Abb. 23 ist die Veränderung der Längs- und Ringspannungen in Abhängigkeit von der Größe der Stauchung aufgetragen. Eigenartigerweise reicht selbst eine Verformung von 1,1 vH noch nicht aus, um die Spannungen vollständig zu beseitigen.

Die Aufreißgefahr von Messing usw. kann also zuverlässig mit der Anwesenheit von Reckspannungen verknüpft werden. Das Zurückbleiben innerer Spannungen nach ungleichmäßigen Verformungen ist durch die Gesetze der Spannungsverteilung gegeben und sogar in einfachen Fällen (Biegen, Verdrehen) rechnerisch faßbar¹⁵⁾. Ihre Anwesenheit ist nicht auf Metalle beschränkt, sondern sie treten bei jedem Stoffe auf, der die Fähigkeit zum Fließen aufweist. Auch bei gebogenen Steinsalz-kristallen können z. B. Reckspannungen durch Formänderungen, die beim Ablösen der Oberflächenschichten entstehen, nachgewiesen werden¹⁶⁾.

Der Zusammenhang zwischen der Aufreißgefahr und der Größe und Verteilung der inneren Spannungen ist jedoch nicht einfach. Der Bruch, der übrigens stets längs den Korngrenzen verläuft, tritt dort ein, wo unter Zugspannungen stehende Teile durch chemischen Angriff geschwächt oder zusätzlichen Beanspruchungen ausgesetzt werden. Risse bilden sich dementsprechend im großen ganzen senkrecht zur Richtung der Zugspannungen aus. Die Größe der Zugspannungen ist jedoch anscheinend nicht allein bestimmend für die Aufreißgefahr.

Bei dem untersuchten Rohr war die Aufreißgefahr, wenigstens nach der Quecksilberprüfung beurteilt, größer als bei der Stange, während die inneren

Spannungen im umgekehrten Verhältnis zueinander standen. Andererseits ist es aber in der Praxis bekannt, daß Stangen stärker als Rohre zum Aufreißen neigen. Danach würde also die zahlenmäßige Ermittlung der inneren Spannungen über ihre Wirkung einen besseren Aufschluß geben als die Quecksilberprüfung. Auch führt diese nur bei einigen Messingorten zum Erfolg, und ihre Wirksamkeit ist von der Zusammensetzung der Legierung abhängig. Die genaue Bestimmung der inneren Spannungen bietet also

¹⁵⁾ Vergl. A. und L. Föppl, Drang und Zwang, Bd. II, München und Berlin 1920, S. 297.
¹⁶⁾ M. Polanyi und G. Sachs, Z. f. Phys. Bd. 33 (1925) S. 692.

nügend hoher Anlaßtempera-
zusammenfallen. Die gemein-
Kurve, Abb. 24 d, zeigt dann
hnliches Aussehen wie die
des geglühten Werkstoffes,
aber, da bei niedriger Glüh-
atur eine etwaige Verfesti-
gung unvollkommen beseitigt
wesentlich höher verlaufen.
Durch das Auftreten der Ver-
formung werden die beschriebenen
Formen etwas verwischt,
nicht so stark, als daß sie
bei jedem bisher untersuchten
deutlich unterscheidbar sind.
Bei einem verformten Stoff
also eigentlich von einer
Elastizitäts- und Streckgrenze gar
gesprochen werden, da sie von
der Beanspruchung stark
abhängig sind. So zeigt Abb. 25
Zug- und Druckkurve von Ab-
tzen eines gezogenen Duralu-
mines. Die Zugkurve läuft zu-
nehmend wesentlich höher als die
Druckkurve. Nehmen wir der
Sicherheit halber eine entspre-
chende Abweichung von der elasti-
schen Geraden (Elastizitätsmodul
7700 kg/mm²) als Maß für die
Verformung an, so finden wir
für Zug oder Druck die Elasti-
zitätsgrenze $\sigma_{0,03}$ (0,03 vH bleibende
Verformung) bei 27 oder 32 kg/mm²,
die Streckgrenze $\sigma_{0,2}$ bei 35 oder
39 kg/mm² und $\sigma_{0,5}$ bei 39 oder
42 kg/mm². Je nach der Richtung der Beanspruchung
treten also Unterschiede bis 20 vH und bei empfindlicheren
Proben, etwa $\sigma_{0,001}$, noch wesentlich größere auf.

Es zu welchem Grade diese Unsymmetrie bei geglühtem
Duralumin unmittelbar nach einer Beanspruchung an-
tritt, zeigen Abb. 26 und 27. Die Versuche wur-
den ausgeführt, daß ein Probestab abwechselnd durch
Zug und Druck um wachsende Beträge (0,1 vH, 0,3 vH,
1,3 vH, 2,4 vH) verformt und jedesmal die Span-
nungs-Verformungskurven verfolgt wurden. Wie beson-
ders deutlich gezeigt haben, ist der Verlauf einer solchen
Kurve in Abb. 26 praktisch der gleiche, wie wenn die
Verformung unmittelbar an geglühtem
Material vorgenommen wurde. Durch einen bestimmten
Verformungsbetrag wird also die Vorbehandlung, wenn

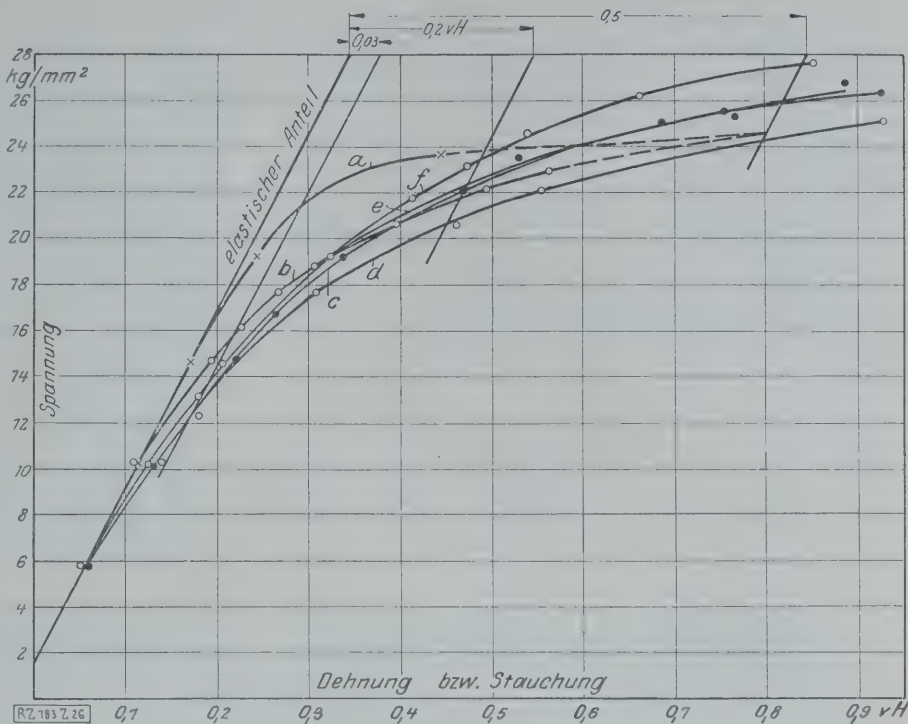


Abb. 26
Verformungskurven von Duralumin bei abwechselnder Zug- und Druckbeanspruchung

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| a Druckkurve des veredelten Stoffes | d Zug nach 0,611 vH Stauchung |
| b Zug nach 0,163 vH Stauchung | e Druck „ 1,29 „ Dehnung |
| c Druck „ 0,292 „ Dehnung | f Zug „ 2,42 „ Stauchung |

sie in erheblich geringeren Verformungen besteht, beseitigt, d. h. nur hinsichtlich des allgemeinen Kurvenverlaufs, nicht aber in bezug auf die Höhe der Verfestigung. Diese schreitet vielmehr entsprechend Abb. 28 und 29 mit jeder Verformung weiter fort; bei Duralumin, Abb. 28, ist dabei im Gegensatz zu Messing, Abb. 29, der Widerstand gegenüber Druck etwas größer als gegenüber Zug.

Den Verformungskurven, Abb. 26, sind dann wieder die entsprechenden Abweichungen von der elastischen Geraden (Elastizitätsmodul ~ 7700 kg/mm²) als Elastizitäts- und Streckgrenze entnommen und in Abb. 27 in Abhängigkeit vom vorangegangenen Verformungsbetrage (der in umgekehrter Richtung erfolgt war) aufgetragen. Zum Vergleich ist in Abb. 27 gestrichelt die Veränderung der Elastizitäts- und Streckgrenze bei gleichgerichteter Beanspruchung eingezeichnet. Abb. 27 ist zu entnehmen, daß die Elastizitätsgrenze $\sigma_{0,03}$ von Duralumin durch eine vor-

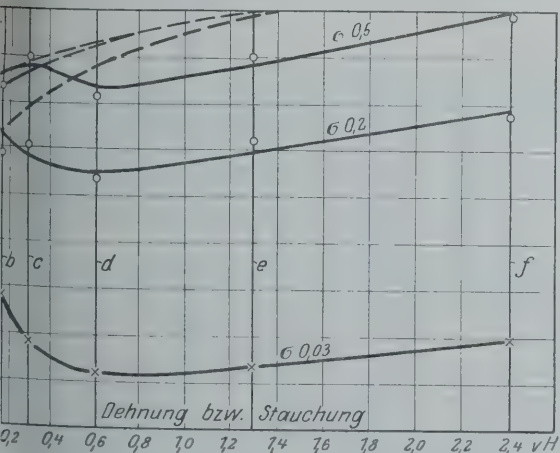


Abb. 27

Verfestigung der Elastizitäts- und Streckgrenze von Duralumin durch vorangegangene Verformungen in entgegengesetzter Richtung. (Gestrichelt ist die Veränderung bei gleichgerichteter Beanspruchung eingezeichnet.)

- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| a veredelt | b Zug nach 0,163 vH Stauchung | c Druck nach 0,292 vH Dehnung |
| d Zug nach 0,611 vH Stauchung | e Druck nach 1,29 vH Dehnung | f Zug nach 2,42 vH Stauchung |

Abb. 28
Verfestigung von Duralumin (681 B) bei wechselnder Beanspruchung

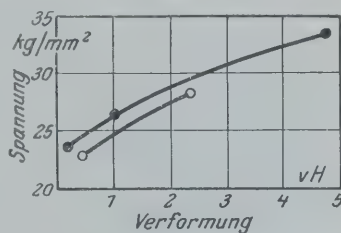
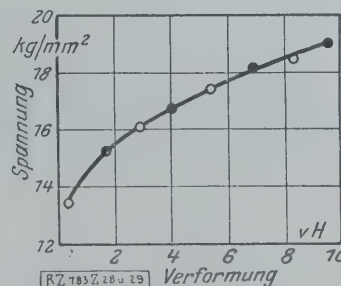


Abb. 29
Verfestigung von Messing (Ms 72) bei wechselnder Beanspruchung



angegangene Verformung in einer der Prüfrichtung umgekehrten Richtung bis unter den halben Wert herabgedrückt werden kann, den sie bei Prüfung in der gleichen Richtung wie vorangegangen annimmt. Die größte Wirkung tritt bei etwa 0,7 vH ein; darüber steigt die Elastizitätsgrenze wieder infolge Verfestigung. Die Streckgrenzen $\sigma_{0,2}$ und $\sigma_{0,5}$ sind weniger beeinträchtigt, verhalten sich im übrigen gleichartig wie die $\sigma_{0,03}$ -Grenze. Niedriger liegende Grenzen können bis auf 0 herabgedrückt werden. Bei Messing wurden noch stärkere Unterschiede als bei Duralumin festgestellt.

Zur Erklärung der beschriebenen verwinkelten Erscheinungen (Bauschinger-effekt) ist Heyn²²⁾ von der Vorstellung ausgegangen, daß jeder wirkliche Stoff aus verschiedenen harten Teilchen besteht. Bei einem solchen Verbundkörper würden zunächst allein die weichen Teilchen fließen, bis die Elastizitätsgrenze der härteren erreicht ist. Wegen der ungleichmäßigen Spannungsverteilung müssen dann bei der Entlastung innere Spannungen zurückbleiben; und bei entgegengesetzter Beanspruchung muß frühzeitig Fließen einsetzen. Die Modellvorstellung (Federn in einer plastischen Masse) von Heyn erklärt also in der Tat das Auftreten des Bauschinger-effektes.

Masing²³⁾ hat dann zur Erklärung des Bauschinger-effektes den Aufbau des Werkstoffes aus einem Haufwerk von Kristallen mit verschiedenen hohen Elastizitätsgrenzen herangezogen. Auf Grund dieser Vorstellung konnte er aus der ursprünglichen Kurve die Kurve bei entgegengesetzter Beanspruchung mit einiger Annäherung berechnen²⁴⁾. Die Versuche ergaben jedoch stets einen größeren Effekt, d. h. einen flacheren Kurvenverlauf als die Rechnung. Als Erklärung hierfür erwägt Masing auch die Möglichkeit, daß sich der einzelne Kristall einseitig verfestige.

Versuche an einzelnen Kristallen von Messing, die ich gemeinsam mit H. Shoji durchgeführt habe²⁵⁾, ergaben nun überraschenderweise ähnliche große Effekte wie bei gewöhnlichen kristallinen Werkstoffen. Hierbei fällt noch besonders ins Gewicht, daß das Fließen bei Kristallen schon bei sehr geringen Spannungen ($\sim 2,5 \text{ kg/mm}^2$) lebhaft einsetzt und die elastischen Formänderungen dann sehr gering sind. Die Bedeutung dieser Versuche liegt darin, daß ein Kristall nicht gut als ein Verbundkörper gedacht werden kann, eine Vorstellung, die für eine Erklärung des Bauschinger-effektes auf Grund innerer Spannungen nicht zu umgehen ist. Auf der andern Seite verhält sich der Bauschinger-effekt gegenüber Temperaturerhöhungen so vollständig gleichartig den Reckspannungen, daß an einem Zusammenhang mit inneren Spannungen kaum gezweifelt werden kann. Eine Klärung dieser Widersprüche dürfte von erheblicher Bedeutung für unsere Vorstellung vom kristallinen Körper werden.

Mit dem Bauschinger-effekt eng verknüpft ist wahrscheinlich auch die Veränderung der Elastizitätskonstanten durch Kaltverformung. Durch Anlassen auf niedrige Temperaturen wird nach den schon vor einiger Zeit abgeschlossenen Versuchen von Kuntze²⁶⁾ ebenfalls ein Anteil der Veränderung beseitigt, in ganz gleichartiger Weise wie beim Bauschinger-effekt. Und zwar ist der Elastizitätsmodul, der auf übliche Weise gemessen wird, in der Regel auffallend niedrig, so daß anzunehmen ist, daß auch bei den kleinsten Belastungen durch die inneren Spannungen bleibende Verformungen hervorgerufen werden.

Die Reckspannungen und die inneren Spannungen, die für den Bauschinger-effekt und die Beeinflussung des Elastizitätsmoduls verantwortlich gemacht werden, sind nicht der gleichen Art. Der Bauschinger-effekt

tritt auch dann nach Kaltverformungen auf, wenn Spannungen fehlen; wenn jedoch Reckspannungen weisbar sind, dürfte damit auch stets ein Bauschinger verbunden sein. Dies erklärt sich dadurch, daß gleichmäßiges Fließen in großen Bereichen, das zu treten der Reckspannungen führt, vermieden werden. Dies ist z. B. bei Zugversuchen der Fall, wo nach Messungen an Messing und Kupfer Reckspannungen nachgewiesen werden konnten. Selbst nach Aus einer schwachen Einschnürung lagen die beim Auftreten des Einschnürungsgebietes auftretenden Formänderungen noch innerhalb der Versuchsfehlergrenzen. Innerhalb gleichmäßigkeiten, wie sie für das Auftreten des Bauschinger-effektes verantwortlich gemacht werden, sind im Mechanismus der Kristallverformung begründet, daher unvermeidlich.

Andererseits haben die Reckspannungen und der Bauschinger-effekt eine sehr gleichartige Temperaturabhängigkeit gemeinsam. Nach größeren Verformungen z. B. bei Messing durch Anlassen auf 300° beide vollständig beseitigt. Dies ist die Hauptstütze der Auffassung, daß der Bauschinger-effekt auf inneren Spannungen beruht. Auch röntgenographisch lassen sich sowohl bei geordneten Kristallen als auch bei gezogenem Draht inneren Spannungen nachweisen, die bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen unterhalb der Entfestigung und der Rekristallisation wieder verschwinden^{26a)}.

Es gibt aber wahrscheinlich noch andere Ursachen, die ebenfalls mit inneren Spannungen zusammenhängen, aber in anderer Weise von der Temperatur beeinflusst werden. So konnten beim Erhitzen eines verdrehten Stabes noch bis zu 700° hinauf Rückdrehungen festgestellt werden²⁷⁾. Dies scheint für die vielfach vertretene Ansicht zu sprechen, daß die Rekristallisation ihren Ursprung ebenfalls in inneren Spannungen hat²⁸⁾. Sie ist jedoch wieder anderer Art sein als die hier besprochene.

Schließlich kann man heute das Verfestigungsproblem so weit als geklärt ansehen, daß die Entstehung von Spannungsflächen infolge der Zerteilung der Kristalle in Schichten und das Zurückbleiben innerer Spannungen infolge der Verkrümmung der Gleitschichten die physikalischen Tatsachen sind, die die Verfestigung erklären herangezogen werden können. Zwischen der Rekristallisation und der Verfestigung stehen zwar zweifellos zahlreiche Zusammenhänge, beide gehen ihre eigenen Wege und lassen sich nicht miteinander verknüpfen²⁹⁾.

Daher muß durchaus betont werden, daß eine befriedigende Deutung der Verfestigung durch die Entstehung von Trennungsflächen oder die Anwesenheit innerer Spannungen vorläufig nicht gelungen ist. Alle Versuche, eine andere Erscheinung aufzufinden, die in ihrer Formungs- und Temperaturabhängigkeit der Verfestigung gleichläuft, sind bisher vergeblich gewesen.

Danach scheint, daß unsere heutige Vorstellung vom Kristallgitter noch einer wesentlichen Ergänzung bedürftig ist, ehe die Verfestigung, und besonders auch noch der Gleit- und Trennungswiderstand der Kristalle gedeutet werden können. Die bedeutende Entwicklung der Mechanik in jüngster Zeit läßt hoffen, daß auf diesem Weg eine Erklärung der bisher ganz rätselhaften Erscheinungen gelingen wird.

Die Ausführung der Versuche lag zum Teil in der Hand von Herrn Böhme, dem für die Unterstützung bestens gedankt sei.

²²⁾ E. Heyn, Festschrift Kaiser-Wilhelm-Ges. (1921) S. 121; vergl. a. H. Hencky, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 4 (1924) S. 223.

²³⁾ G. Masing, Wiss. Ver. Siemens-Konzern Bd. 3 (1924) S. 231.

²⁴⁾ G. Masing, Wiss. Ver. Siemens-Konzern Bd. 5 (1926) S. 135; G. Masing und W. Mauksch, Wiss. Ver. Siemens-Konzern Bd. 5 (1926) S. 142.

²⁵⁾ G. Sachs und H. Shoji, Z. f. Phys. (im Druck).

²⁶⁾ W. Kuntze, Z. f. Metallk., im Druck; W. Kuntze, G. Sachs und H. Sieglerschmidt, Z. f. Metallk., im Druck.

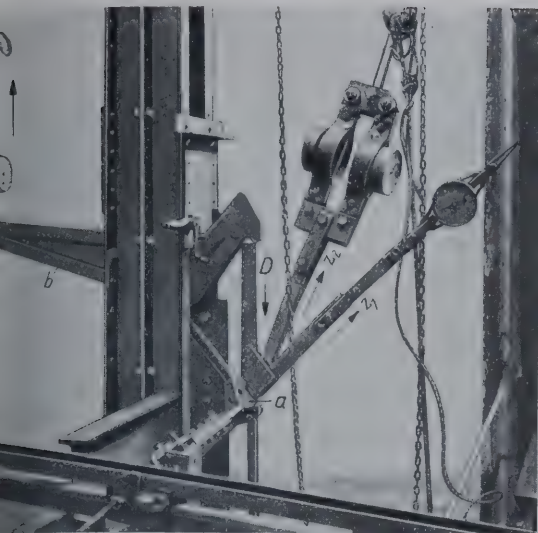
^{26a)} A. E. van Arkel, „Physica“ Bd. 5 (1925) S. 208; F. S. G. Phil. Mag. [7] Bd. 7 (1926) S. 239; K. Becker, Z. f. Phys. Bd. S. 226; Frh. v. Göler u. G. Sachs, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 227.

²⁷⁾ M. Polanyi und G. Sachs, Z. f. Metallk. Bd. S. 227.

²⁸⁾ G. Masing, Z. f. Metallk. Bd. 12 (1920) S. 457; Polanyi, Z. f. Metallk. Bd. 17 (1925) S. 94; G. Sachs, Z. f. Metallk. Bd. 17 (1925) S. 85; Bd. 18 (1926) S. 209; W. Feitk. Journ. Inst. Metals Bd. 35 (1926, I) S. 13.

²⁹⁾ G. Masing und M. Polanyi, Erg. Exakt. Naturwiss. Bd. 2 (1923) S. 177.

³⁰⁾ R. Karnop und G. Sachs, Z. f. Phys. Bd. 42 (1927) S. 177.



H. Steudel: Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, Betrieb und Werkstoffprüfung im Leichtbau

Abb. 1

Festigkeitsprüfung eines Flugzeug-Knotenstückes

Auf das Knotenstück a werden gleichzeitig zwei Zugkräfte Z_1 und Z_2 sowie eine Druckkraft D ausgeübt, alle unter verschiedenen Winkeln. Die Zugkräfte werden unmittelbar mit Flaschenzügen, die Druckkraft unter Zwischenschaltung eines Hebels b ausgeübt, die Kräfte werden durch Dynamometer gemessen.

Abb. 3 (unten)

Prüfung eines Flugzeugflügels auf Stirndruck und Verdrehungsfestigkeit

Der Flügel ist in der Mitte fest eingespannt; die freitragenden Enden sind mit Hebeln, an denen Kasten mit Sandsäcken hängen, bis zum Bruch belastet worden.

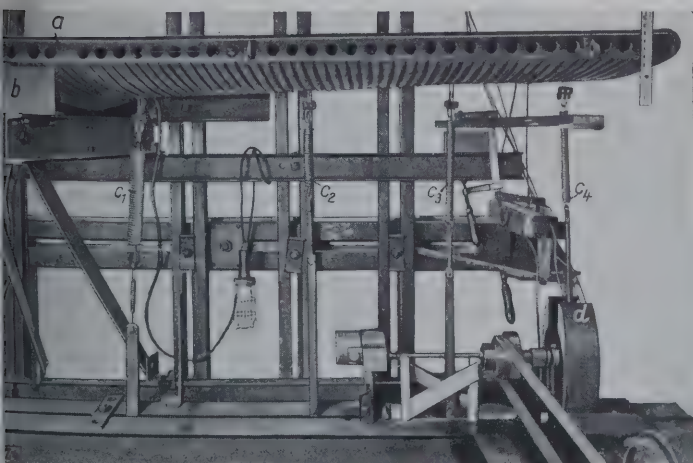
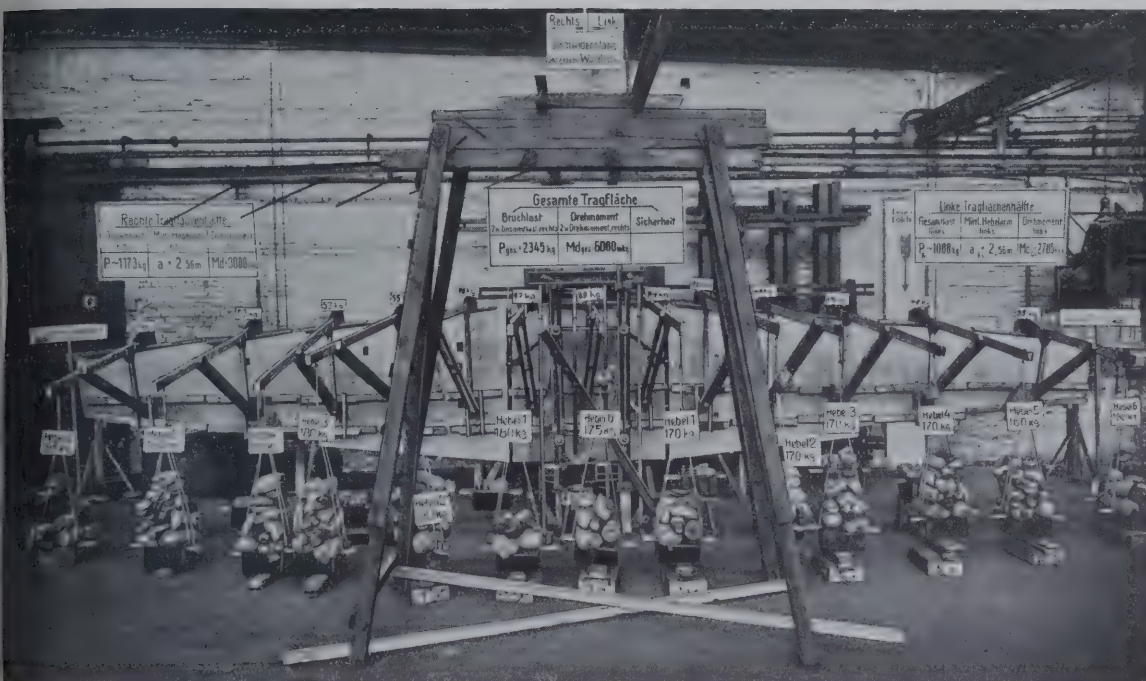


Abb. 4

Prüfung einer Flugzeugfläche auf Schwingungsfestigkeit unter Feststellung der kritischen Schwingungsbereiche

Die Fläche a ist auf dem Bock b befestigt, die freitragenden Enden sind mit Federn c_1 bis c_4 in bestimmter Höhe vorbelastet; die Feder c_4 wird mit einem Exzenter d durch einen Elektromotor auf- und abbewegt, wodurch die ganze Fläche in leichte Schwingungen gerät, die bei den kritischen Schwingungszahlen stärker werden.

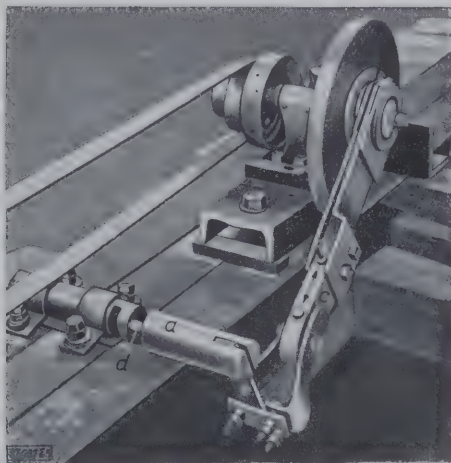


Abb. 5

Dauerbeanspruchungsversuch an einem Kurbelwellen-Modell

An dem in Frage kommenden, hier verkleinerten und vereinfachten Teil der Kurbelwelle a greift über einen federnden Hebel b eine Schubstange c an, die den Kurbelzapfen d gleichzeitig auf Biegung und Verdrehung beansprucht.

H. Steudel: Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, Betrieb und Werkstoffprüfung im Leichtbau

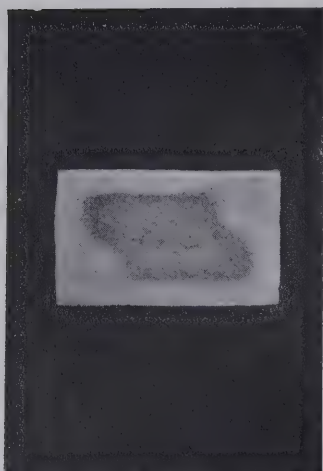


Abb. 8 a
Flußstahl-Walzstange
20 × 34 mm²

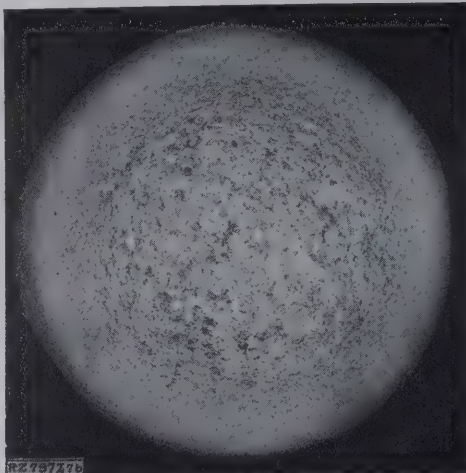


Abb. 8 b
Leichtmetall A, Rundstange
65 mm Dmr.

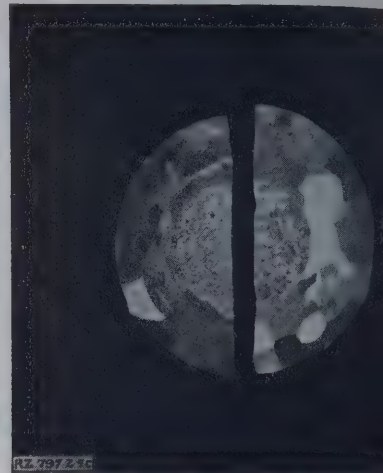


Abb. 8 c
Leichtmetall B, Rundstange
40 mm Dmr.

Abb. 8
Beispiele für Festigkeitsunterschiede einiger Werkstoffe in der Kernzone

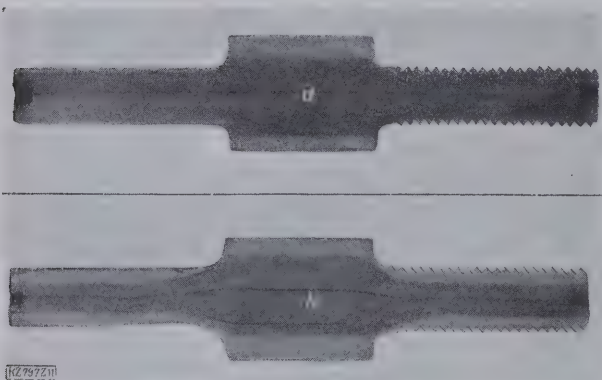


Abb. 12
Ungünstig und richtig hergestellter Bolzen
a) Der Bolzen ist aus dem Vollen herausgearbeitet; die reine Randzone (hell) ist größtenteils fortgedreht, das Gewinde und der glatte Zapfen verlaufen in der spröden Seigerungszone (dunkel).
b) Das Stück ist möglichst weit vorgeschmiedet, die Seigerungszone ist weiter ins Innere gedrückt, das Gewinde verläuft jetzt in der guten Außenzone.



Abb. 13
Stark kaltgezogenes Messingrohr, im Betriebe innere Spannungen ohne äußere Beanspruchung geplatzt
Die durch Kaltbehandlung hervorgerufenen Spannungen lassen sich durch mechanische Nachbearbeitung oder Ausglühen beseitigen.

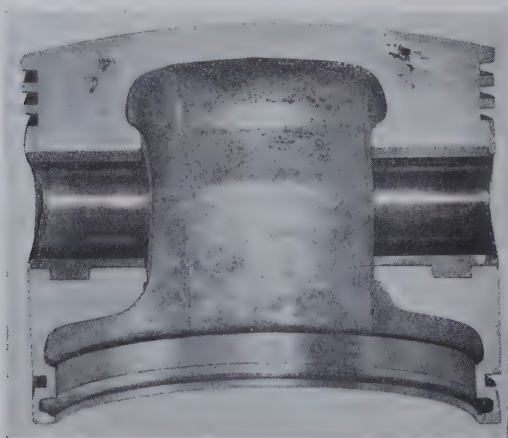


Abb. 14
Poröse Stellen an Querschnittsanhäufungen
Abb. 14 und 15
Aluminiumkolben (Kokillenguß)

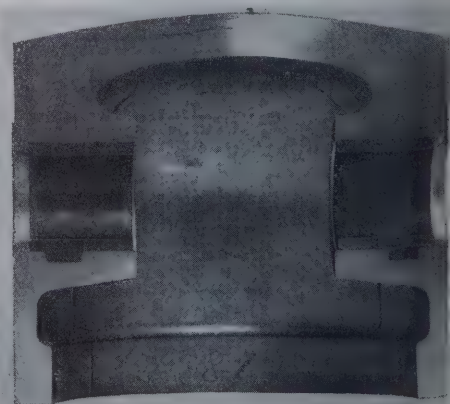


Abb. 15
Poröse Stellen beseitigt durch Verringerung der Querschnittsanhäufungen und Verbesserung des Gießverfahrens

Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, Betrieb und Werkstoffprüfung im Leichtbau

Von H. Steudel, Forschungsanstalt Prof. Junkers, Dessau

anwendung des Leichtbaues und Wege zu seiner Durchführung. — Die Entwicklung der Konstruktion wird durch Vorversuche an Modellen unterstützt, die den Konstruktionsteilen nachgebildet sind. — Der Werkstoffprüfer muß besonders im Leichtbau mit dem Konstrukteur und auch mit dem Werkstoffhersteller zusammenarbeiten. — Durchführung der Werkstoffprüfung und Beispiele.

Hierzu Textblatt 15 und 16

an vielen Zweigen des Maschinenbaues beobachten wir die Entwicklung zum Leichtbau, besonders dort, wo größere Massen häufig beschleunigt und abgerollt werden müssen, wie im Eisenbahnbau, in der Schiffbau und im Kraftwagenbau, am ausgesprochensten im Bau von Luftschiffen und Flugzeugen. Hier ist ein geringes Gewicht des ganzen Fahrzeuges eine Voraussetzung; es muß mit jedem Gramm gespart werden, das durch geschickte Formgebung erspart werden kann.

Um das Ziel größtmöglicher Leichtigkeit zu erreichen, gehen man mehrere Wege, einmal eine höhere Beanspruchung der üblichen Bauelemente, dann die stärkere Verwendung von Sonderstählen und andern hochwertigen Legierungen, die Verwendung von Leichtmetallen und schließlich Übergang vom hergebrachten Maschinenbau zum Leichtbau, der die Ausführung steifer Konstruktionen mit geringsten Wanddicken und damit vollkommenerer Ausnutzung der Werkstoffe gestattet.

Nach für den Gang der Konstruktion entwickeln sich im Leichtbau neue Wege. Während im allgemeinen Maschinenbau gewöhnlich ein neuer Entwurf auf dem Reißbrett vollkommen fertig gemacht wird, dann in die Werkstücke gegeben und schließlich erst nach Fertigstellung der Maschine erprobt wird, fordert der Leichtbau ein anderes Vorgehen. Bei der außerordentlich hohen Beanspruchung der einzelnen Bauteile und der vollen Ausnutzung der Querschnitte versagen mehr oder weniger die üblichen Berechnungsverfahren. Hier muß der Verfertiger, der die Konstruktion schon während ihrer Entwicklung beeinflußt, verbessert und neue Berechnungsverfahren schafft. Dieses Verfahren ist von Junkers bei der Entwicklung seines Metallflugzeuges in großem Maße durchgeführt worden und ist wohl ein wesentlicher Teil seines raschen Erfolges.

Einzelne Bauteile werden so, wie sie dem Konstrukteur am nächsten vorschweben, in natürlicher oder auch veränderter Größe versuchsmäßig hergestellt und auf die nötige Festigkeit geprüft. Zur Ersparnis an Arbeit werden dabei zweckmäßig unwesentliche Teile fortgelassen oder vereinfacht, auch können in manchen Fällen wertvolle Werkstoffe durch weniger wertvolle ersetzt werden. Die Versuchstücke im ganzen oder an einzelnen Stellen werden schwach geratet, so zieht der Konstrukteur seine Erfahrungen daraus und verbessert den Entwurf; verläuft der Versuch sehr günstig, so kann er noch Werkstoff und damit Kosten sparen. Die versuchsmäßige Ausführung hat den weiteren Vorteil, daß dabei sich ergebende konstruktive Schwierigkeiten rechtzeitig erkannt und dadurch entsprechend abgeändert werden können.

Ein Teil für Teil entwickelt, bis schließlich alle einzelnen Bauelemente der Leichtkonstruktion auf die zulässige Beanspruchung und das geringstmögliche Gewicht bei wirtschaftlicher Ausführbarkeit gebracht sind, (Textblatt 15) und Abb. 2. Ist die Konstruktion fertig, z. B. ein Flugzeugflügel, so genügt die Prüfung einzelner Bauelemente noch nicht, es muß das gesamte statisch unbestimmte System, einer Gesamterprobung unterzogen werden, Abb. 3 (Textbl. 15). Neben Festigkeitsprüfungen sind auch häufig andere Untersuchungen notwendig, z. B. Versuche zur Ermittlung kritischer Schwingungen an Bauteilen, Abb. 4 (Textbl. 15). Versuche von Werkstücken bei Dauerbeanspruchungen, Abb. 5 (Textbl. 15), Laufversuche an besonders hoch beanspruchten Lagern und andre mehr. Der Versuch, Abb. 5, zeigt den Einfluß einer äußeren Ölbohrung zu stu-

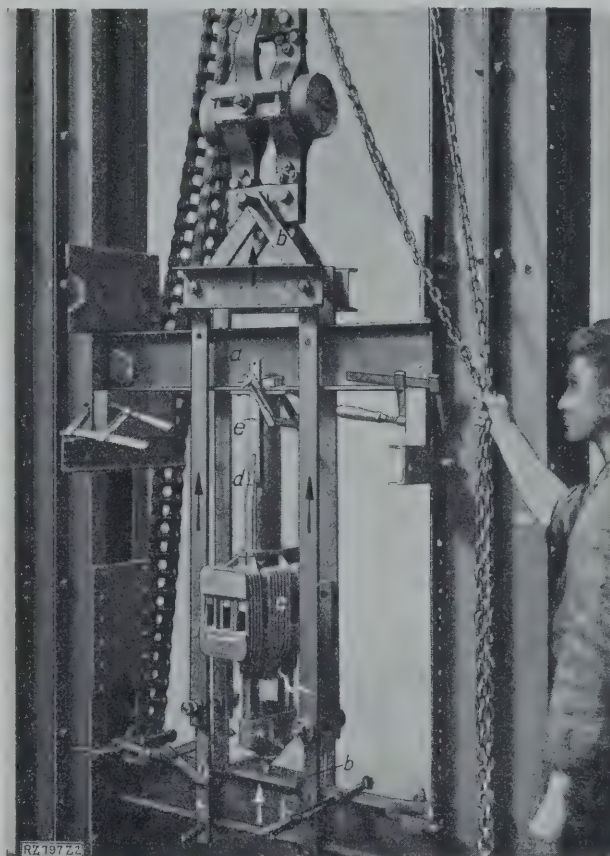


Abb. 2

Prüfung der Arbeitsaufnahme eines Abfederungsbeines für ein Flugzeug-Fahrgestell

Der obere Teil ist gegen einen festen Träger *a* gestützt, der untere wird durch ein Gehänge *b* mittels Flaschenzuges und zwischengeschalteter Dynamometer nach oben gedrückt. Messung der Federung der Gummizüge *c* mit Zeiger *d* an dem Maßstab *e*.

dieren, durch die eine Kerbwirkung befürchtet wurde. Der absichtlich herbeigeführte Dauerbruch begann jedoch nicht an der Bohrung.

Es kann den Anschein haben, als ob der Weg über die Versuchsarbeit umständlich und teuer sei, er ist aber letzten Endes doch der rascheste und wirtschaftlichste, da die Vorversuche an den einzelnen Teilen mit einem recht geringen Aufwand an Zeit und Kosten durchgeführt werden können und die Erprobung des fertigen Erzeugnisses außerordentlich abkürzen. Werden die Versuche in der üblichen Weise an der fertigen Maschine vorgenommen, so werden bei dem Versagen eines Teiles leicht auch die andern in Mitleidenschaft gezogen; die dann nötigen Ausbesserungen erfordern erhöhte Kosten, die eigentlichen Betriebsversuche kommen durch das Stillliegen der Maschine nicht vorwärts und der endgültige Aufwand an Zeit und Geld ist viel erheblicher.

Auch der Werkstoffprüfer, dem die Durchführung der Festigkeitsversuche übertragen ist, muß sich auf den Leichtbau besonders einstellen. Er darf nicht am Gewohnten kleben und alles mit zu großer Peinlichkeit machen wollen. Meistens kommt es auf ein paar Hundert-

teile Genauigkeit nicht an, dafür aber auf Schnelligkeit; denn die Arbeit am Reißbrett muß weiterkommen. Er muß erfinderisch sein in der Schaffung von einfachen Prüf-anordnungen, die, unter Aufwand möglichst geringer Mittel, von Fall zu Fall rasch zusammengestellt werden können¹⁾.

Mit dem Konstruktionsbureau muß der Werkstoffprüfer stets in engster Verbindung arbeiten. Schon beim Entwurf der Leichtkonstruktion soll der Werkstoffsachverständige mit herangezogen werden. Wenn schon im allgemeinen die Kenntnisse der Konstrukteure in Werkstofffragen infolge nicht genügender Ausbildung an den meisten Hochschulen leider recht gering sind, so macht sich dieser Mangel im Leichtbau ganz besonders bemerkbar. Hier müssen alle Eigenschaften der Baustoffe bis aufs äußerste ausgenutzt werden, hier muß der Werkstofffachmann mit seinen Sonderkenntnissen helfend einspringen und die für den jeweiligen Zweck geeignetsten Werkstoffe vorschlagen. Von großem Vorteil ist es hierbei, wenn der Werkstoffsachverständige aus dem Maschinenbau hervorgegangen ist und selbst eine Zeitlang am Reißbrett konstruiert hat. Er hat dann ein besseres Gefühl für die Anforderungen, die an die Baustoffe gestellt werden, und kann auch Vorschläge machen, wie eine Konstruktion mit Rücksicht auf bessere Ausnutzung der Werkstoffeigenschaften gegebenenfalls noch günstiger zu gestalten ist. Er soll dabei auch immer und immer wieder auf die Gefährlichkeit von Kerben, wie scharfen Querschnittübergängen usw., hinweisen, die besonders bei Dauerbeanspruchungen verhängnisvoll werden, Abb. 6 und 7.

Andererseits muß der Werkstoffprüfer eine gute hütten-technische Ausbildung haben, damit er dem Konstrukteur helfen kann, die günstigste Herstellungsart für das entstehende Werkstück zu finden. Die Kenntnis der technologischen Verarbeitung der Werkstoffe durch Gießen, Schmieden, Pressen usw. ist schon beim Entwurf einer Konstruktion von ausschlaggebender Bedeutung; hiernach muß sich die Formgebung in weitestem Maße richten. Die schönste Maschine kann durch irgendeine Kleinigkeit, die der Gießer nicht formen, durch ein Gesenkstück, das nicht gepreßt werden kann, durch falsche Querschnittverteilung,

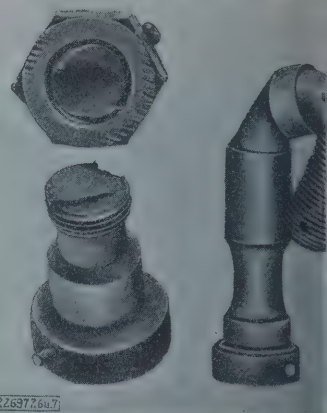
¹⁾ Vergl. Einfache Materialprüfmaschinen, Z. f. Metallk. Bd. 13 (1921) S. 220.

Abb. 6 und 7
Dauerbruch an
einer Schraube

Der Bruch geht nicht durch den schwächeren Schaft, sondern durch den stärkeren Gewindekern, ein Beweis für die starke

Kerbwirkung scharfer Eindrehungen bei Dauerbeanspruchungen.

Der Werkstoff ist an sich sehr zäh, siehe die Biegeprobe, Abb. 7.



die bei der Wärmebehandlung zu Rissen führen, ihrer Ausführbarkeit gefährdet werden. Hier soll der Werkstoffsachverständige rechtzeitig seine Stimme und helfend eingreifen, damit die Schwierigkeiten erst in der Herstellung beginnen.

Auch muß der Werkstoffprüfer den Konstrukteur auf aufmerksam machen, daß die Werkstoffe keineswegs innerlich gleichartig sind, daß sie mit kennzeichnenden Fehlern behaftet sind, die mit ihrem inneren Aufbau der Art ihrer Herstellung zusammenhängen. Es z. B. darauf hinweisen, daß an Gußstücken an bestimmten Stellen Lunkerungen zu erwarten sind, und Vorkehrungen machen können, wie durch geeignete Formgebung Fehler zu vermeiden sind. Der Konstrukteur muß wissen, daß im Werkstoff Fremdeinschlüsse und Rungen, im verarbeiteten Werkstoff Zeilenstruktur treten können, durch die zuweilen in den Festigkeitswerten und damit der Beanspruchungsmöglichkeit an verschiedenen Stellen oder in verschiedenen Richtungen sehr Unterschiede entstehen²⁾, Zahlentafel 1 und 2, (Textbl. 16) und Abb. 9. Er muß sich auch bewußt sein, daß die Wärmebehandlungen, die zur Erreichung höherer

²⁾ Vergl. Einschlüsse in Leichtmetallen und ihre Wirkung auf mechanischen Eigenschaften, Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 129.

Zahlentafel 1

Beispiele für Festigkeitsunterschiede einiger Werkstoffe in der Rand- und der Kernzone

Werkstoff und Verarbeitungszustand	Bruchfestigkeit		Dehnung		Sonstiges		Aussehen der Zonen
	Randzone kg/mm ²	Kernzone kg/mm ²	Randzone vH	Kernzone vH	Randzone	Kernzone	
Flußstahl, Walzstange 20 × 34, Abb. 8a	54,5	57,5	12,0	10,4	Einschnürung vH 59 46 Kerbzähigkeit mkg/cm ² 14,4 8,1		Randzone normal, Kernzone starke Seigerungen
Leichtmetall A, Rundstange 65 Dmr., Abb. 8b	33,0	35,5	19,0	10,0	nicht gemessen		Randzone sehr feinkörnig, Kernzone weniger feinkörnig
Leichtmetall B, Rundstange 40 Dmr., Abb. 8c	38,6	47,4	16,7	14,0	nicht gemessen		Randzone grob rekristallisiert, Kernzone feinkörnig

Zahlentafel 2

Beispiele für den Einfluß der Zeilenstruktur bei warmgereckten Werkstoffen auf die Festigkeitswerte längs und quer zur Faserrichtung

Werkstoff	Verhältnis der Bruchfestigkeiten quer zu längs	Verhältnis der Dehnungen quer zu längs	Verhältnis der Einschnürungen quer zu längs	Verhältnis der Krupp-Dauer-schlagwerte quer zu längs	Grad der Reinheit und Zeilenstruktur
Tiegelstahl, Schmiedestück	rd. 1	rd. 1	0,81	0,90	{ sehr schlackenarm, sehr Zeilenstruktur
Elektrostahl, Schmiedestück	0,93	0,78	0,69	0,71	{ schlackenarm, geringe Zeilenstruktur
Guter S.-M.-Stahl, Schmiedestück	0,92	0,54	0,34	0,45	{ mäßige Schlacken, leichte struktur
Gewöhnlicher S.-M.-Stahl, Schmiedestück	0,65	0,28	0,13	nicht geprüft	{ starke Schlacken, starke struktur
Schweißstahl, Rundstange	0,62	0,14	0,06	0,09	{ sehr starke Schlacken, sehr Zeilenstruktur
Leichtmetall A, Rundstange	0,72	0,39	0,29	0,31	{ erhebliche Zeilenstruktur durch gelöste Einschlüsse

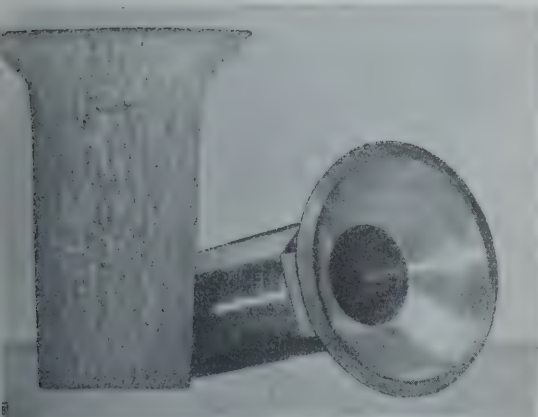


Abb. 9.

Kugelverschraubung für Flugzeugholme

Kennzeichnendes Beispiel für die Anpassung der Konstruktion an die Eigenart des Werkstoffes. Das Auge ist nicht aus dem Vollen gedreht, sondern weitgehend vorgeschmiedet (links), um die feinkörnige Zone zu erhalten; die innere, weniger feste Zone wird durch Herausdrehen entfernt (rechts).

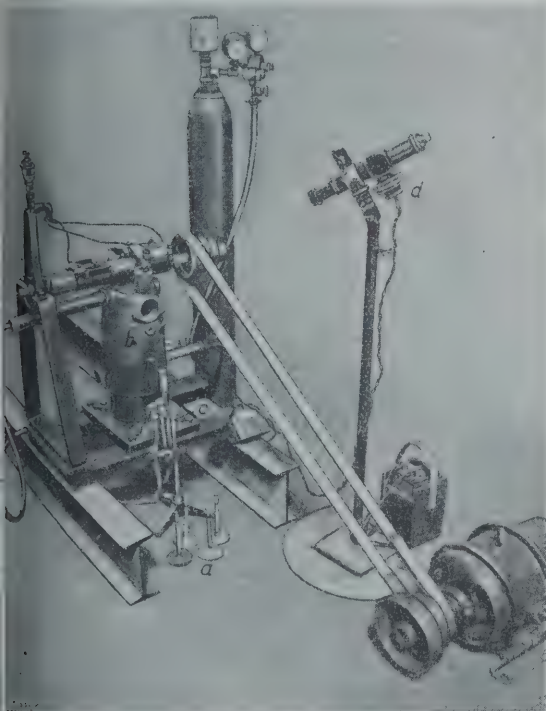


Abb. 11

Ventilkegel-Prüfvorrichtung

Die Ventile *a* werden in einem normalen Motorenzylinder *b* möglichst rasch betätigt. Mit einem Brennpunkt können die Ventile auf verschiedene Glühtemperaturen gebracht werden, die mit dem optischen Pyrometer *d* gemessen werden. Man kann so die geeigneten Ventilwerkstoffe herausfinden.

an Stählen und auch an Leichtmetallen vorgenommen, nicht immer gleich wirksam sind, sondern je nach Schnitt des Stückes oder nach Art seiner Durchdringung mehr oder weniger unvollkommen ausfallen, so daß die erwarteten Gütesteigerungen nicht voll eintreten, Abb. 10.

Die weitere wichtige Aufgabe des Werkstoffprüfers ist dem Konstrukteur neue Werkstoffe in die Hand zu legen, die diesem ermöglichen, weitere Gewichtsparaden oder sonstige Vorteile zu erreichen. Hierzu genügt es, daß er die Fachzeitschriften gründlich durchsieht, er soll unmittelbar an die Quelle gehen und mit den Erzeugern der Werkstoffe engste Fühlung nehmen,



Abb. 10

Zerreißversuch an einem Stangenauge aus veredeltem Leichtmetall

Das Auge zeigte zu geringe Festigkeit, da sich infolge nicht ausreichender Durchschmiedung die Veredelung nicht genügend ausgewirkt hat.

um zu erfahren, was in den einzelnen Werken vorhanden oder an neuen Stoffen in Vorbereitung ist. Weiterhin kann er Wünsche der Konstrukteure nach Werkstoffen mit besonderen Eigenschaften übermitteln und unmittelbar mit dem Hüttenmann besprechen, wie weit die Erfüllung dieser Forderungen möglich ist. Die hiernach gemeinsam entwickelten Werkstoffe müssen dann vom Verbraucher eingehend geprüft werden, und zwar möglichst unter Betriebsbedingungen, da häufig für Sonderzwecke die üblichen Prüfverfahren nicht genügend Aufschluß geben, Abb. 11. Diese persönlichen Beziehungen bringen auch dem Erzeuger Vorteile, da er gewöhnlich viel zu wenig von der Bewährung seiner Werkstoffe im praktischen Betrieb und von den weiteren Wünschen der Kunden erfährt; werden ihm zweckmäßige Unterlagen darüber zur Verfügung gestellt, so kann er an der richtigen Stelle einsetzen und seine Erzeugnisse entsprechend den sich steigenden Ansprüchen des Leichtbaues zu immer höherer Güte entwickeln.

Mit der Zusammenarbeit mit dem Konstruktionsbureau sind jedoch die Aufgaben des Werkstoffprüfers noch nicht erschöpft, auch dem Betriebe muß er helfend zur Seite stehen, damit bei der Ausführung in der Werkstatt der Werkstoff auch seinen Eigenarten entsprechend richtig verarbeitet wird.

Zunächst müssen natürlich alle zur Verwendung kommenden Werkstoffe einer äußerst sorgfältigen Prüfung auf chemische Zusammensetzung, Festigkeitseigenschaften, richtigen Gefügebau usw. mit allen Mitteln neuester Forschung unterzogen werden, damit ungeeignete Werkstoffe von vornherein ausgeschieden werden. Dann muß bei der weiteren Verarbeitung darauf geachtet werden, daß alle Verformungsarbeiten auf kaltem oder warmem Wege dem Werkstoff richtig angepaßt sind. Es muß z. B. überlegt werden, ob man ein Stück aus dem Vollen herausarbeiten darf, oder ob es mit Rücksicht auf mögliche Ungleichmäßigkeiten des Werkstoffes, z. B. Seigerungen, vorgeschmiedet werden muß und wie dies zu geschehen hat, Abb. 12 (Textbl. 16). Bei der Formgebung spielt auch der Faserverlauf des Werkstoffes eine wichtige Rolle; es kann ein Werkstück durch ungünstige Faserrichtung sehr erheblich in seiner Widerstandsfähigkeit herabgesetzt werden. Unsachgemäß gewählte Kaltformung kann zu Spannungen führen, die sich im Laufe der Zeit zu Formveränderungen oder sogar zu Ribbildungen auswirken können, Abb. 13 (Textbl. 16).

Werden einzelne Konstruktionsteile von außen her bezogen, z. B. Gußstücke, Schmiedeteile usw., so muß sich die Überwachung natürlich auch auf diese erstrecken. Auch hier soll sich der Werkstoffprüfer schon vor der Bestellung der Teile mit dem Hersteller in Verbindung setzen, sich von der Geeignetheit des zu verwendenden Werkstoffes überzeugen und sich auch über den Herstellungsgang des Stückes verständigen. Er soll bei wichtigen Gußstücken möglichst beim Einförmigen und auch beim Abguß zugegen sein, um Schwierigkeiten mitzuerleben, die durch ungeeignete Gestaltung auftreten, und diese dem Konstrukteur zur Berücksichtigung mitteilen. Lassen sich derartige Stellen konstruktiv nicht ganz vermeiden, so soll er mit dem Gießer verhandeln, welche gießtechnischen Son-

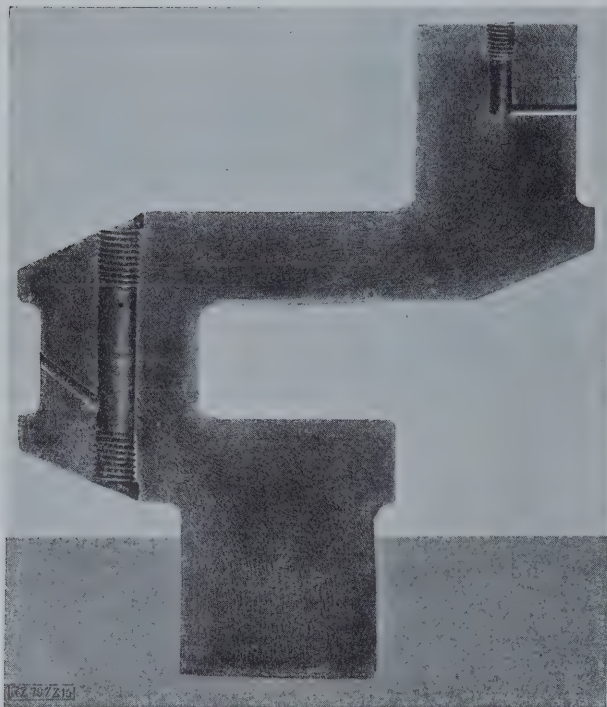


Abb. 16

Kurbelwelle mit günstigem Faserverlauf

Der Schliff zeigt, daß die Welle richtig geschmiedet ist (über dem Sattel gebogen). Die Faser geht annähernd gleichlaufend zur Oberfläche, so daß bei Bieungsbeanspruchungen der Welle Zapfen und Wangen parallel zur Faser beansprucht werden.

dermaßnahmen Abhilfe schaffen könnten, Abb. 14 und 15 (Textbl. 16). Der Werkstoffmann soll wissen, wie der Lieferant ein wichtiges Stück, z. B. eine Kurbelwelle, schmiedet, um beurteilen zu können, ob die zu stellenden Anforderungen an guten Faserverlauf erfüllt sind, Abb. 16 und 17; er soll frühzeitig Verbesserungsvorschläge machen können, falls er glaubt, daß die Herstellungsart den Voraussetzungen der Konstruktion noch nicht gerecht wird. Dem Hersteller wird es manchmal zunächst nicht angenehm sein, dem Kunden einen tieferen Einblick in seine Arbeitsverfahren zu geben; er wird aber doch bald den Vorteil einsehen, der auch für ihn dadurch entspringt, daß er die Ansprüche des Kunden genau kennen und befriedigen lernt und die durch enge Zusammenarbeit gemachten Erfahrungen auch bei andern Lieferungen nutzbringend verwerten kann.

Eine sehr wichtige Aufgabe für den Werkstoffmann ist auch die Überwachung der richtigen Wärmebehandlung im eigenen Betrieb und auch bei den Lieferanten. Je mehr höchstwertige Werkstoffe verwendet werden, um so verwickelter werden auch die thermischen Behandlungsverfahren, je mehr man an die Grenzen der Festigkeit geht, um so genauer müssen die erforderlichen Temperaturen eingehalten werden. Gerade hier kann durch unrichtige Behandlung sehr viel Schaden entstehen, zumal diese Vorgänge meist an schon weit vorgearbeiteten Stücken ausgeführt werden müssen.

Auch nach Fertigstellung des Neuentwurfs in der Werkstatt ist häufig bei der eigentlichen Betriebserprobung noch die Mitarbeit des Werkstoffkundigen erforderlich. Trotz aller vorher aufgewandten Sorgfalt stellt sich hier und da immer noch ein Teil heraus, der den Ansprüchen nicht gewachsen ist. Hier muß eine sorgfältige Prüfung einsetzen, ob etwa ein Werkstoff- oder Herstellungsfehler in dem betreffenden Teil vorliegt oder die Beanspruchung zu hoch ist; oft kann durch Wahl eines höherwertigen Werkstoffs oder richtigerer Verarbeitung der Fehler be-

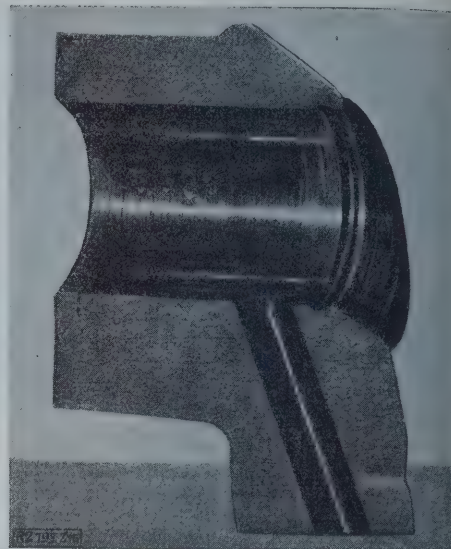


Abb. 17

Kurbelwelle mit ungünstigem Faserverlauf

Die Welle ist nicht gebogen, sondern die Hübe sind ausgestochen. Die Faserichtung geht nur im Zapfen gleichlaufend mit der Oberfläche, in der Wange quer dazu. Gerade an dem am stärksten beanspruchten Übergang von der Wange zum Zapfen wird der Werkstoff quer zur Faser beansprucht und läuft Gefahr, vorzeitig durch Ermüdungsbruch zerstört zu werden.

hoben werden, mitunter muß jedoch auch eine Konstruktionsänderung eintreten.

In den vorstehenden Betrachtungen konnte nur kurz angedeutet werden, wie etwa die technische Geschäftsarbeit zwischen Konstrukteur, Betriebsmann und Werkstoffprüfer sich vollziehen soll. Je nach dem Zeugnis, mit dem der Leichtbau sich beschäftigt, können besondere Einzelheiten in Frage. Grundlegend bleibt die Forderung, alle Kräfte zusammenzuschließen und ständiger Verbindung zu halten, damit die Erfahrungen und Gedanken aller beteiligten Stellen ausgewertet werden können. Hierbei muß auch das rein Menschliche berücksichtigt werden. Erstes Erfordernis ist unbedingtes Vertrauen aller Mitarbeiter zueinander. Eine gute Selbstkritik und das Bewußtsein, daß der einzelne alles beherrschen kann, die Erkenntnis der eigenen Grenzen, wird dazu führen, möglichst oft den Rat des Kollegen einzuholen und seine Sondererfahrungen auszuwerten, wenn alle sachlichen und persönlichen Fähigkeiten meinsamer, selbstloser Arbeit zusammengeführt werden kann die technische Leistung auf die Höhe gebracht werden, die alle Möglichkeiten der Konstruktion und des Stoffes erschöpft.

Es wäre zu wünschen, daß auch an unseren Schulen in der Ausbildung der jungen Ingenieure neuen Erfordernissen des Leichtbaues Rechnung getragen würde, auf den sich unter dem Druck der wirtschaftlichen Notwendigkeiten ein großer Teil des Maschinenbaus mächtig umstellen muß. Der experimentelle Teil der Ausbildung bedarf einer erheblichen Förderung, die mit einfachsten Versuchsmitteln grundlegende Fragen klären, sollte mehr gelehrt, der technologische Unterbau weiter ausgebaut und die Fühlung mit der Praxis gepflegt werden. Weiterhin sollte der Ausbildung dem Ingenieur einen umfassenderen Überblick über die Bereiche der Technik mitgeben und weniger Sonderwissen da er sonst Gefahr läuft, in einseitigem Spezialismus die großen Zusammenhänge zu verlieren und die Möglichkeit, sich auf die rasch wechselnden Anforderungen der Entwicklung technischer Aufgaben umzustellen.

[B]

Prüfung von Fahrzeugfedern

Von Dr.-Ing. G. Gerber, Düsseldorf

Verknüpfung des technischen Fortschrittes mit der Kenntnis der Werkstoffeigenschaften — Feststellung der Ermüdungsbeständigkeit, Einteilung der Prüfmaschinen für dynamische Belastung — Anforderungen der Reichsbahn — Wirkungsweise, Konstruktion und Verwendung einer Federprüfmaschine

Seiner Zeit hat sich bei der Prüfung von Werkstoffen insofern ein Wandel vollzogen, als bei der physikalischen Untersuchung des Werkstoffes die Beanspruchung mit ruhender Last (statischer Versuch) als genügend erachtet wird. Die Erfahrung hat gelehrt, daß der Werkstoff des öfteren auch dann den gestellten Anforderungen nicht gewachsen war, wenn seine statische Festigkeit als ausreichend angesehen wurde. Die Erklärung dieser Erscheinung mit zunehmenden Beanspruchungen, die in der Eigenart des Beanspruchungsgegenstandes liegen, konnte auf die Dauer nicht befriedigen. Es erwies sich, daß solche zusätzlichen Beanspruchungen im voraus ihrer Größe und Wirkung nachschätzen und vorbeugend in Rechnung zu stellen. Versuche, bei denen der Werkstoff einer ständigen wechselnden Belastung unterworfen wurde (dynamische Beanspruchung), ergaben, daß schon ganz geringe Oberflächenveränderungen, Veränderungen der chemischen Zusammensetzung an einzelnen Stellen, Ungleichmäßigkeit des Werkstoffes, nichtmetallische Einschlüsse, Randblaseneigenschaften u. ä. die Festigkeit wesentlich zu beeinflussen vermögen; aber außerdem hat sich gezeigt, daß die Dauerbeanspruchung selbst vollkommen einwandfreie Werkstoffe angreift, daß deren Eigenschaften sich erheblich ändern — der Werkstoff ermüdet. Solche Dauerbeanspruchungen treten im Maschinenbau ständig durch Erregungen, Resonanzschwingungen und dergl. auch voll auf.

Als Folge dieser Erkenntnis sind in den letzten Jahren Prüfmaschinen für dynamische Beanspruchung entwickelt worden, die sich allgemein in zwei Gruppen einteilen lassen: Die erste dieser Gruppen befaßt sich mit der Prüfung von Werkstoffen bezüglich ihrer Beständigkeit gegen Ermüdung durch möglichst vielseitige Beanspruchung. Es handelt sich dabei um statische Versuche, deren Wichtigkeit besonders dort zur Geltung tritt, wo der Werkstoff einer kalten Verformung unterworfen wird. In zahlreichen Fällen ist jedoch eine die Struktur beeinflussende Behandlung des Werkstoffes während und nach der Verformung erforderlich. Hier setzt das Verwendungsgebiet der zweiten Gruppe von Prüfmaschinen ein. Sie suchen den in der Praxis auftretenden Belastungsverhältnissen möglichst nahe zu kommen und auf diese Weise im dynamischen Dauerversuch die Geeignetheit nicht nur des Werkstoffes, sondern ganzer Konstruktionsteile festzustellen. Verständlich kann es sich dabei immer nur um Teile handeln, bei denen die Häufigkeit der Verformung den Aufwand an Kosten rechtfertigt. Ein kennzeichnendes Beispiel dieser Art bilden die Maschinen zur Prüfung von Fahrzeugfedern.

Bekanntlich hat die Reichsbahngesellschaft für die verwendeten Lokomotiv- und Wagenfedern nicht nur die Abmessungen vorgeschrieben, sondern auch die Prüfbedingungen erlassen, nach denen die Federn zu prüfen sind. Einer eingehenden technologischen Prüfung des Werkstoffes folgt die physikalisch-mechanische; sie besteht in einer dynamischen Versuchsreihe, der jede einzelne Feder unterzogen werden muß.

Nach der Vorschrift muß das federharte Versuchsstück einer Presse zunächst einmal gerade gemacht werden, Abb. 1 bis 4, entlastet und die Pfeilhöhe gemessen werden. Sodann ist die Probe unter einer Federprüfmaschine 60mal in etwa 1 min bis zur wagerechten Lage zu drücken, wobei keine bleibende Änderung der Form eintreten darf. Das Schlagmoment ist hierbei so zu wählen, daß sowohl die für die jeweilige Feder vorgesehene Höchstprüflast als auch die dafür angedachte Pfeilhöhe erreicht wird, wobei jedoch jeder Hub der annähernd gänzlichen Entlastung der Feder

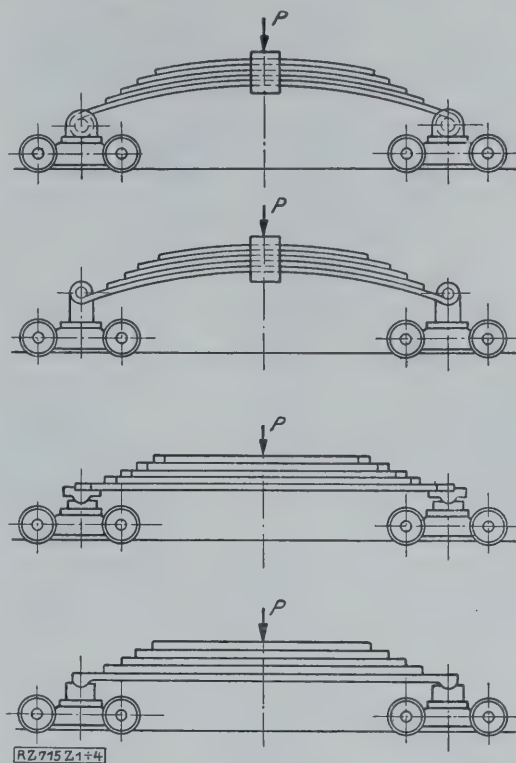


Abb. 1 bis 4

Wagenfedern mit verschieden geformten Bünden und ohne Bund auf Rollböcken gelagert in unbelastetem und gestrecktem Zustand

führen soll. Unelastische Schläge sind zu vermeiden. Außerdem dürfen weder Feder noch Bund zum Aufsetzen auf die Unterlage kommen. Die Auflagevorrichtung für die Enden des Federblattes muß daher beweglich und so beschaffen sein, daß das Federblatt während des Versuches ohne Reibung aufliegt. Die Prüfmaschine muß eine Hubablese- und eine Schreibvorrichtung haben, die die Durchbiegung der Feder im Verhältnis zur Belastung aufzeichnet.

Die Reichsbahngesellschaft verlangt, daß der Erzeuger während der Fertigung sämtliche Federn nach den gegebenen Richtlinien prüft; sie überprüft durch ihre Abnahmebeamten 5 vH der gefertigten Federn vor der Lieferungsannahme an der Erzeugungsstätte mittels Einrichtungen des Erzeugers. Auf diese Weise ist der Erzeuger gezwungen, sich eine Maschine anzuschaffen, mit der eine Prüfung nach den gegebenen Richtlinien durchführbar ist.

Die Anforderungen, die an eine solche Maschine zu stellen sind, gehen aus den Vorschriften selbst hervor. Es ist jedoch zu beachten, daß die gestellten Bedingungen Mindestforderungen sind, die jederzeit eine Erweiterung erfahren können, und daß, veranlaßt durch das Beispiel der Reichsbahn, auch die Privatindustrie die für den Wagenbau verwendeten Federn gleichen oder zum Teil noch schärferen Prüfungen unterzieht. Eine der Prüfung von Wagenfedern dienende Maschine muß also innerhalb gewisser Grenzen eine Universalmaschine sein, weil die Hersteller von Lokomotiv- und Wagenfedern sehr häufig auch Kraftwagen- und sonstige Fahrzeugfabriken beliefern werden.

Der Grundsatz, nach dem eine solche Federprüfmaschine arbeitet, sei zunächst an einer schematischen Darstellung, Abb. 5, erläutert. Die zu prüfende Feder a

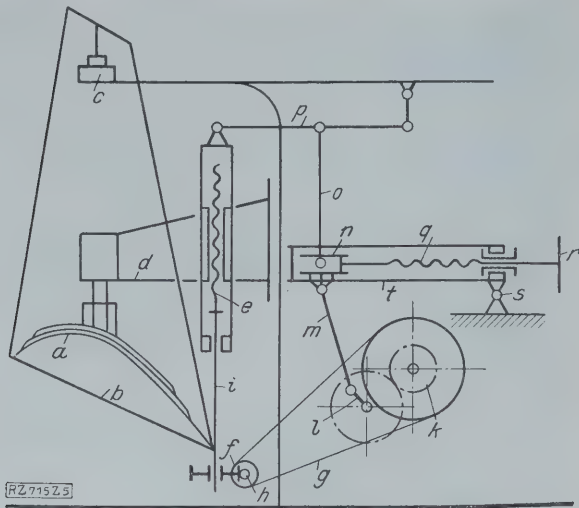


Abb. 5
Schema einer Federprüfmaschine

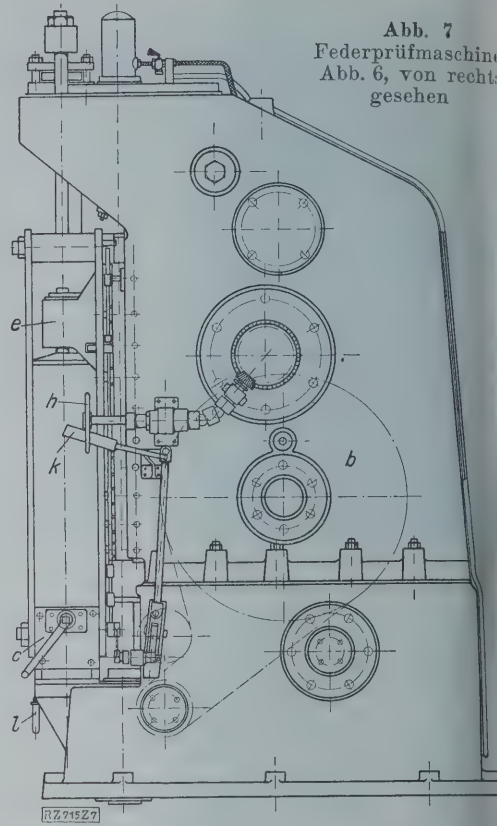
- | | | |
|------------------------------|---------------------|--------------------|
| a Feder | f Schneckengetriebe | n Kulissenstein |
| b Prüftisch (Einspannkörper) | g Riemenantrieb | o Hubstange |
| c Meßdose | h Antrieb | p Gelenkhebel |
| d zweiter Einspannkörper | i Führung | q Schraubenspindel |
| e Kraftspindel | k Vorgelege | r Handrad |
| | l Kurbeltrieb | s Gelenk |
| | m Kurbeltrieb | t Kulissenführung |

ruht auf einem als Einspannkörper ausgebildeten Prüftisch *b*, der an der Kolbenstange des Kolbens einer die Kraftmeßeinrichtung darstellenden Druckflüssigkeits-Meßdose *c* aufgehängt ist. Der zweite Einspannkörper *d* ist durch eine Kraftspindel *e* unter Vermittlung eines Schneckengetriebes *f* von einer Antriebvorrichtung *h* aus bewegbar. Die Kraftspindel *e* hat eine Führung *i*, längs der der Einspannkörper *d* mittels einer Hubvorrichtung auf und nieder verschoben werden kann; die Bewegung wird ebenfalls von der Antriebvorrichtung *h* aus bewirkt, und zwar mittels des Riemenantriebes *g*, eines Vorgeleges *k*, eines auf einen Kulissenstein *n* einwirkenden Kurbelbetriebes *l, m*, einer Hubstange *o* und eines Gelenkhebels *p*. Der Kulissenstein *n* läßt sich durch eine Schraubenspindel *q* mittels des Handrades *r* in der um ein feststehendes Gelenk *s* schwenkbaren Kulissenführung *t* verstellen, wodurch im Betrieb eine Änderung des Kurbelbetriebes *l, m* und damit auch des Hubes des Einspannkörpers *d* längs der Führung *i* erreicht werden kann.

Bei der ruhenden Belastung der Blattfeder *a* wird der Einspannkörper *d* durch die Kraftspindel *e* bewegt, während er bei der wechselnden Belastung der Blattfeder mitsamt der Führung *i* der Kraftspindel *e* verschoben wird. Die Antriebvorrichtung *h* bewirkt die ruhende Beanspruchung der Blattfeder mittels des Schneckengetriebes *f*, die wechselnde Beanspruchung mittels des Vorgeleges *k*, des Kurbelbetriebes *l, m* und des Gestänges *o, p*. Damit aber diese Wechselbewegung während des Betriebes geändert werden kann, ist zwischen das Kurbelgetriebe und das Gestänge die Kulissensteuerung *n, q* eingeschaltet.

Die zu untersuchende Feder kann also sowohl einer ruhenden, als auch einer zusätzlichen Wechselbelastung unterworfen werden, wobei beide Belastungen durch ein- und denselben Einspannkörper übertragen werden, während der zweite Einspannkörper die Übertragung der Kräfte auf die Meßeinrichtung bewirkt. Abb. 6 und 7

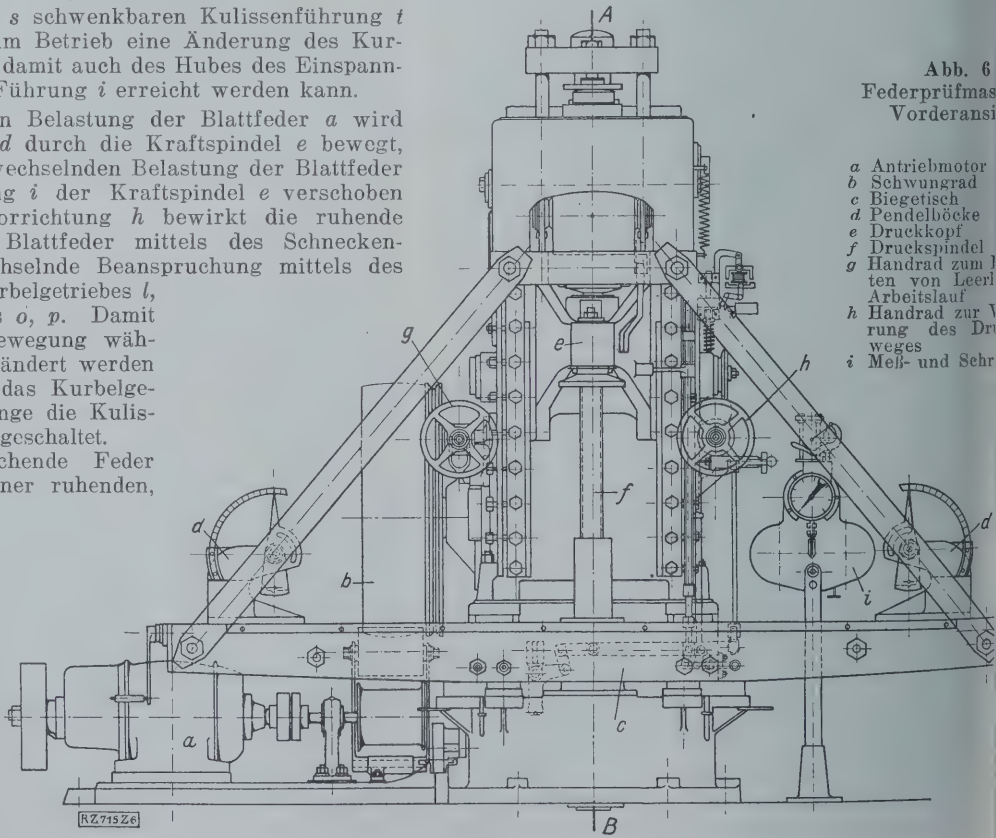
Abb. 7
Federprüfmaschine
Abb. 6, von rechts
gesehen



- | | |
|--|---|
| b Schwungrad | k Hebel zum Heben und Senken des Druckkopfs |
| c Biegetisch | l Entlastungsvorrichtung den Biegetisch |
| e Druckkopf | |
| h Handrad zur Veränderung des Druckkopfweges | |

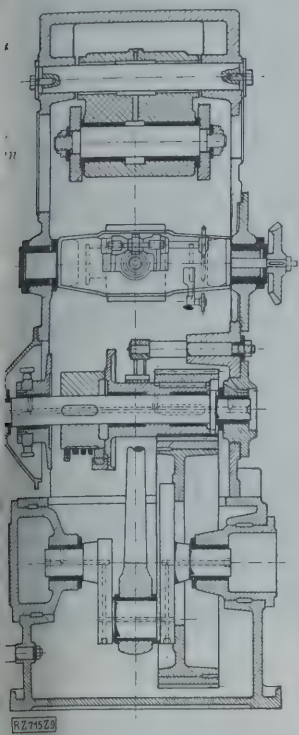
zeigen Vorder- und Seitenansicht einer Federprüfmaschine in konstruktiver Durchbildung. Der Ständer ist zweiteilig und so kräftig gehalten, daß er die wirkenden Kräfte aufzunehmen vermag. Seitlich mit dem Ständer

Abb. 6
Federprüfmaschine
Vorderansicht



- | |
|--|
| a Antriebmotor |
| b Schwungrad |
| c Biegetisch |
| d Pendelbocke |
| e Druckkopf |
| f Druckkopf |
| g Handrad zum Verändern des Druckkopfweges |
| h Handrad zur Veränderung des Druckkopfweges |
| i Meß- und Schraub |

Abb. 8
durch Leerlaufvorrichtung
und Kurbeltrieb



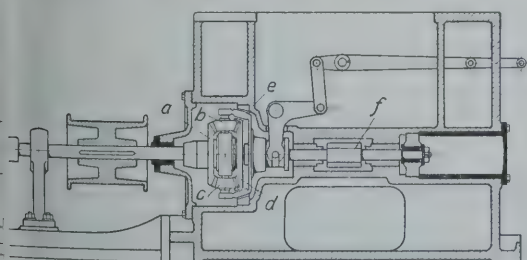
verschraubt ist die Grundplatte für den Antriebmotor.

Der Antriebmotor ist mit einer Riemenscheibe gekuppelt, die gleich dem Motor 960 Uml./min macht. Von dieser Riemenscheibe aus wird die Drehbewegung im Übersetzungsverhältnis von etwa 4:1 auf das Schwungrad übertragen. Der Riemen liegt durch eine Spannrolle fest an. Über die Welle des Schwungrades schiebt sich eine Hülse, die an dem einen Ende einen Ritzel trägt, während sie am anderen Ende mit einer Schraubenband-Reibkupplung ausgerüstet ist, Abb. 8. Ein Handrad betätigt die Mitnahme des Ritzels über die Kupplung. Bei Bewegung dieses Handrades wird die Kupplung zunächst gelüftet. Ein Weiter-

bewirkt gleichzeitig das Anziehen einer Backen- wodurch die Maschine stillgesetzt wird.

s Ritzel hat zum Zwecke einer möglichst geräusch- übertragung der Bewegung Schrägverzahnung. Es Drehbewegung im Verhältnis 4:1 auf ein Zahn- er, das auf der Kurbelwelle sitzt. Zahnrad und laufen in Öl. Von der Kurbelwelle aus wird die ng auf eine einseitig drehbar gelagerte Schwin- gen, die einen mit Hilfe einer Spindel bewegbaren opf hat, Abb. 9. Der Kreuzkopf wird durch ein d verschoben. Er kann bis in den Drehpunkt der ge gezogen werden und macht dann nur noch eine wegung, aber keine lineare Bewegung mehr. Die e Stellung des Kreuzkopfes nach rechts gestattet uf- und abgehenden Ausschlag von etwa 200 mm. n Kreuzkopf ist durch ein Gestänge eine gleich- Wippe verbunden. Diese trägt an ihrem andern ie Druckspindel, an der wiederum der Druckkopf hraubt ist. Infolgedessen bewegt sich auch der opf mit einem durch den Kreuzkopf einstellbaren ag von 0 bis 200 mm auf und ab. Die wirksame Bed- des Druckkopfes wird von dem unten an der Druck- angreifenden Schneckengetriebe abgeleitet, das der ber ein Wendegetriebe, Abb. 10, antreibt.

nmach dreht die Schnecke f, Abb. 10, das am Ende uckspindel befindliche Schneckenrad, Schnecken- n, Abb. 9, wodurch der Druckkopf gehoben oder wird. Der Druckkopf wird durch einen Hebel k, eingestellt. Eine Abwärtsbewegung bedeutet Sen-



Wendegetriebe zwischen Antriebmotor und Schnecke
c, d Kegelräder e Kupplungsscheibe f Schnecke

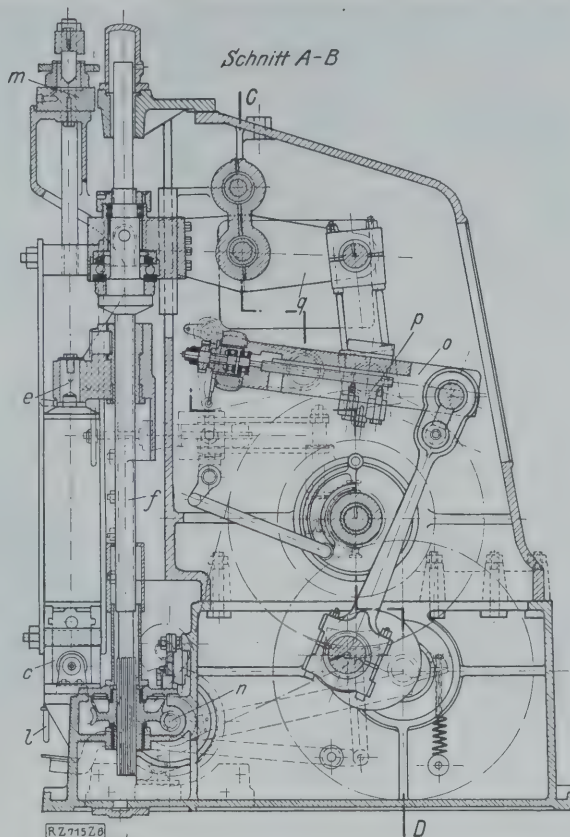


Abb. 9
Längsschnitt durch die Federprüfmaschine, Abb. 6
(Schnitt A-B, von rechts gesehen)

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| c Biegetisch | n Schneckengetriebe zum Ver- |
| e Druckkopf | stellen des Druckkopfes |
| f Druckspindel | o Schwinde |
| l Entlastungs- | p Kulissenstein |
| vorrichtung für den | q Wippe zum Auf- und Abwärts- |
| Biegetisch | bewegen der Druckspindel |
| m Melldose | |

ken, eine Aufwärtsbewegung Heben des Druckkopfes. Beide Bewegungen, sowohl Heben als auch Senken des Druckkopfes, können während des dynamischen Prüf- ganges ausgeführt werden, so daß die dynamische Prüfung je nach Bedarf mit mehr oder weniger großer Vorspannung erfolgt.

Von der Vorderseite aus wird die Maschine in Betrieb gesetzt und angehalten, der Hub geregelt, der Druckkopf gehoben oder gesenkt. Der Übergang von einer Art der Prüfung auf eine andere bedarf keiner weiteren Vorberei- tung, so daß der Bedienungsmann weder die Meßgeräte noch die Probe aus dem Auge zu lassen braucht. Von der gleichen Seite aus werden auch die Federn auf den Biegetisch aufgebracht und befestigt.

Der Biegetisch ist wie die ganze Konstruktion kräftig gehalten und durch zwei Paare von Rollen geführt, um Ausweichen nach rechts und links, vorn und hinten zu verhindern. In der Längsrichtung ist der Tisch mit einer drehbaren Spindel versehen, mit denen die Pendelböcke, an denen die Feder aufgehängt wird, bewegt werden können. Zur Feststellung der Neigung des Gehänges sind die Gehängebolzen jedes Pendelbockes mit einer besonderen Anzeigevorrichtung ausgerüstet, Abb. 6 und 11. Abb. 1 bis 4 zeigten bereits, daß man an Stelle der Pendelböcke auch Rollböcke verwenden kann, deren Ausgestaltung sich danach richtet, ob man Federn mit oder ohne Bund prüft. Bei der Prüfung von Puffer- oder ähnlichen Federn werden

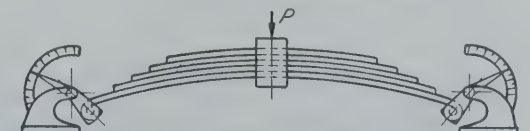


Abb. 11. Pendelbockaufhängung mit Streckwinkel- Anzeigevorrichtung

die Böcke abgenommen oder in ihre Endstellung verfahren. Abb. 12 bis 15 geben einige besondere Anwendungsbeispiele.

Der Biegetisch ist an einer Meßdose aufgehängt, Abb. 5 bis 9. Der Druck wird durch ein Manometer angezeigt und durch ein Schreibgerät aufgezeichnet. Damit jedoch die Meßeinrichtung bei Nichtgebrauch entlastet werden kann, sind Platten angeordnet, die zwischen den Biegetisch und einen Ansatz am Ständer eingeschwenkt werden können, um den Biegetisch gegen den Ständer abzustützen, so daß keine Kraftübertragung auf die Meßgeräte mehr stattfindet und diese geschont werden.

Abb. 16 zeigt die Maschine in Arbeitstellung. Nach dem Einlegen der Feder wird mittels des rechts sichtbaren Handrades der Druckkopf in Ruhestellung gebracht, so daß keine Hubbewegung erfolgt. Durch Herabdrücken des neben dem Handrade sichtbaren Hebels wird nunmehr der Druckkopf langsam gesenkt, bis die vorgeschriebene Streckung der Feder

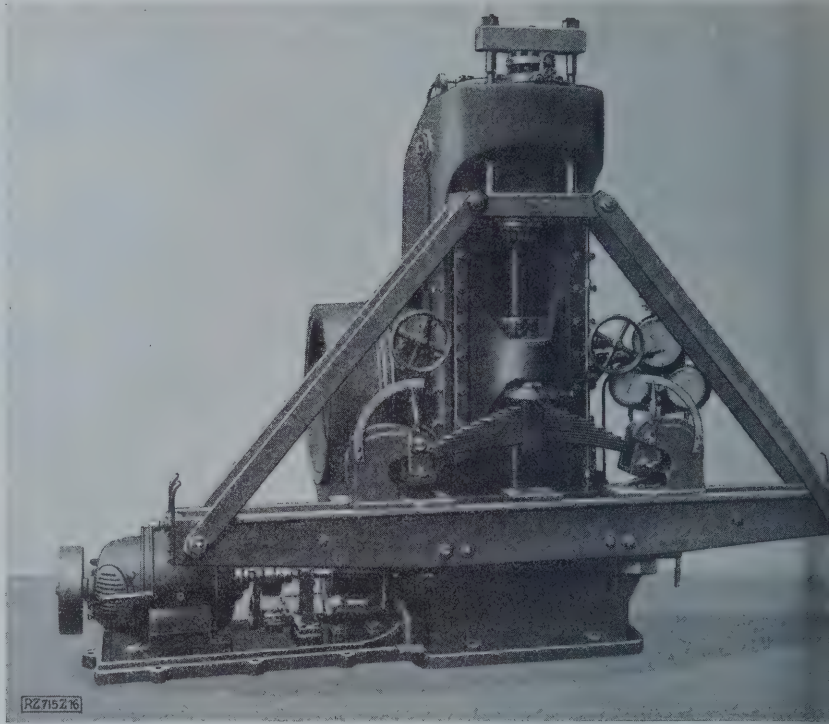


Abb. 16. Federprüfmaschine in Arbeitstellung

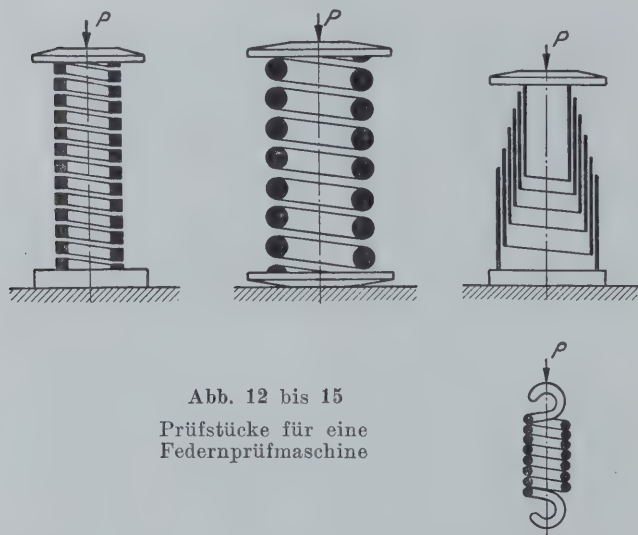


Abb. 12 bis 15
Prüfstücke für eine
Federnprüfmaschine

eingetreten ist. Die Größe des dazu erforderlichen Druckes kann an dem Manometer, die Winkelstellung des Gehänges an den Aufhängeböcken abgelesen werden. Nachdem der Druckkopf durch entsprechende Hubbewegung wieder aufwärts bewegt worden ist, kann durch Drehen des rechten Handrades die Größe des Hubes eingestellt werden, mit dem die Feder etwa 1 mm (60 Hube) geprüft wird.

Der dynamische Bewegungsprüfvorgang wird durch das linke Handrad eingeschaltet. Damit sich der Druckkopf bei seiner Abwärtsbewegung nicht an der Spindelfassung festklemmen kann, ist eine elektrische Vorrichtung angebracht, mit der der Druckkopf in jeder beliebigen Höhe festzustellen ist. Zur jederzeitigen Überprüfung des Gebrauchsmanometers ist ein Prüfmanometer und ferner ein weiteres Manometer angebracht, um die Höchstbelastung, die dem zehnten Teil der für diese Maschine vorgesehenen Höchstbelastung entspricht, um auch für kleine Drücke eine gute Kraftanzeige zu haben. Abb. 16 zeigt eine Federprüfmaschine für 20 t Druck. Die üblichen Bauarten umfassen einen Druckbereich von 5, 10, 20 und 30 t, es steht jederzeit eine Erweiterung auf noch höhere Drücke nicht gegen.

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

	Seite		Seite
Werkstoff. Von C. Matschoß (hierzu Kunstbeilage 1 und 2)	1481	Verhalten von Flußstahl bei Dauerbeanspruchung unter 300°	1481
Die Festigkeitsaufgabe und ihre Behandlung. Von M. Enßlin	1486	Neue Ergebnisse der Edelstahlforschung. Von W. Oertel (hierzu Textblatt 13 und 14)	1486
Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik	1491	Die Bruchproben des Stahlwerkers	1491
Die Versuchsanstalten in den deutschen Eisenhüttenwerken. Von E. H. Schulz	1493	Hochofenstückschlacke als Gleisbettungsstoff	1493
Festigkeit und Gefügebau des Gußeisens	1496	Innere Spannungen in Metallen. Von G. Sachs	1496
Das Verhalten von Stahl bei tiefen und hohen Temperaturen. Von A. Pommer	1497	Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, Betrieb und Werkstoffprüfung im Leichtbau. Von H. Steudel (hierzu Textblatt 15 und 16)	1497
		Prüfung von Fahrzeugfedern. Von G. Gerber	

Heft 44 folgt als Fachheft „Werkstofftagung II“ mit Beiträgen über Normung, Gleit- und Reißwiderstand sowie Eisen und Stahl, Nichtmetalle und Isolierstoffe als Werkstoffe der Elektrotechnik

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFÜHRER: C. MATSCHOSS ★

SONNABEND, 29. OKTOBER 1927

NR. 44

Werkstofftagung II

Zehn Jahre deutscher Normung

Von W. Hellmich, Berlin

Gründung des Normenausschusses und Wesensinhalt der deutschen Normung — Organisation und Grundsätze der Normungsarbeit — Übersicht über das Geschaffene

Gründung und Wesensart

Die Tatsache des zehnjährigen Bestehens einer Körperschaft ist an sich nicht von wesentlicher Bedeutung, und ebensowenig kann die Entwicklung, die Einrichtung und Zubehör während dieser Zeit gehabt hat, Anspruch auf allgemeine Beachtung erheben. Dinge gehören sozusagen ins Hausarchiv. Insofern eine Körperschaft der sichtbare organisatorische Ausdruck einer geistigen Bewegung ist, die auf eine richtige Seite der Betätigung eines Volkes maßgebenden Einfluß gewonnen hat, können aus einer rückwärtigen Betrachtung gerade der ersten Jahre ihres Bestehens wertvolle Aufschlüsse über Vergangenes und die Zukunft gewonnen werden.

Die ersten Bewegungen mit lebendiger Auswirkung kamen nicht über Nacht; unbemerkt bereitet sich ihr Fortschritt vor, bis er reif wird, dem Keim die Wurzel zu schlagen. In fast instinktiver Vorahnung der kommenden Dinge hatte der Verein deutscher Ingenieure in seiner Hauptversammlung im Jahre 1913 das „Wissenschaftliche Betriebsführer“ zur Erörterung amerikanischer Fachgenossen gestellt. In der Versammlung des Vereines deutscher Ingenieure im Jahre 1914 behandelte Hr. Neuhaus, der spätere Präsident des Deutschen Normenausschusses, in einem Vortrag die Vereinheitlichungsgedanken in der deutschen Industrie und gab einen Überblick über die in den bekannten technischen Maß- und Liefernormen. Infolge der dort vorgetragenen Gedanken errichtete der Verein deutscher Ingenieure in seinem Lesesaal eine Ausstellung für Werknormen. Noch fehlte aber der Anstoß, der den halberwarteten Trieb zu lebenskräftiger Bewegung emporriß.

Der Weltkrieg kam, und jäh versank fast alles, was in die Geister beschäftigt hatte, in Bedeutungslosigkeit. Auch die Auslagestelle für Werknormen beim Verein deutscher Ingenieure geriet in Vergessenheit.

Je länger sich die Entscheidung durch die Waffen krieg, desto mehr wurde klar, daß sie nicht mehr im Namen von Mann gegen Mann, sondern von Maschine zu Maschine ausgefochten werden mußte. Damit wurde die Bedeutung der Technik für den Krieg arg vergrößert. Technik vor immer gewaltigere Aufgaben gestellt, ließ sich schließlich durch das Hindenburgprogramm zu einer einheitlichen dagewesenen Kraftanstrengung gezwungen, für die leider auch nur im entferntesten vorbereitet

ist eigenartig, daß die verantwortlichen Stellen, die Struktur und Ausbildung des Heeres die Grundgedanken der Vereinheitlichung für die Zwecke der Massenproduktion bis fast zur äußersten Grenze angewandt haben. Diese Grundsätze für die Kriegsvorbereitung der mechanischen Heeresausrüstung während des Friedenszeitens werden vernachlässigt haben. Die Gerechtigkeit

erfordert, anzuerkennen, daß die maßgebenden Stellen während des Krieges, die an jener Vernachlässigung wohl kaum noch schuldig waren, entschlossen handelten, um nachzuholen, was noch zu erreichen war. In Spandau wurde ein Betriebsbureau für die gesamte Heeresausrüstung geschaffen, das „Fabrikationsbüro“ (Fabo), dessen Leiter, Oberingenieur Schächterle, sofort die Notwendigkeit einer großzügigen und planmäßigen Vereinheitlichung für die Rüstungsindustrie erkannte und unverzüglich die notwendigen Vorarbeiten einleitete. Leider nahm der Tod nur allzufrüh diesem genialen, zähen und unermüdlich schaffenden Mann die Zügel aus der Hand. Schächterles Tatkraft legte den Grundstein für die deutsche Normung. Seiner sollte die deutsche Technik und Industrie stets dankbar gedenken, aber auch jener Männer, die Schächterle Zugang und Vollmacht zu seinem Wirken verschafften: Professor Romberg und Baurat Haier.

Schächterles Denken ging über die Not des Tages hinaus; er fühlte, daß behördlich gebundene Kräfte allein für seinen Plan keinen hinreichend tragfähigen Boden abgeben können; er suchte daher Anschluß an den Verein deutscher Ingenieure, der in Verfolg der bei ihm schon früher eingeleiteten Vorarbeiten gern zunächst die Patenschaft übernahm und durch Hergabe von 50 000 M die Anlaufzeit geldlich sicherte. Am 18. Mai 1917 entstand der Normenausschuß für den allgemeinen Maschinenbau.

Schon in den nächsten Monaten griffen die Arbeiten über den engeren Rahmen dieses Fachgebietes hinaus, und so erwies sich bald die Notwendigkeit, eine das gesamte industrielle Gebiet umfassende Organisation für die Normung zu schaffen. Am 22. Dezember 1917 wurde der Normenausschuß der deutschen Industrie gegründet; aus den VDI-Normen wurden deutsche Industriennormen, deren Kennzeichen DIN noch heute besteht, obwohl inzwischen die Ausdehnung der Normung auf alle Gebiete des gewerblichen Lebens in der Bezeichnung „Deutscher Normenausschuß“ ihren Ausdruck gefunden hat.

Was ist nun das Bemerkenswerte an dieser Entwicklung? Gemeinhin stellt man sich heute unter Normung Bestrebungen vor, die im wesentlichen auf dem Gebiete der Gütererstellung und -verteilung wirksam sind. Aber auch hier kann sie auf ein recht hohes Alter zurückblicken, selbst wenn man den Begriff soweit einengt, daß er nur die bewußte Vereinheitlichung der Formen und Eigenschaften der industriellen Bauelemente deckt. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts schuf Sir Joseph Whitworth ein Gewindesystem, das bis heute seinen Platz behauptet hat. In gut geleiteten Betrieben waren längst vor dem Kriege umfangreiche Werknormen im Gebrauch, und in den technisch-wissenschaftlichen Vereinen, wie dem Verein deutscher Ingenieure, dem Verband deut-

scher Elektrotechniker und dem Verein deutscher Eisenhüttenleute, waren von jeher die Arbeiten zur Schaffung von Normalien und technischen Lieferbedingungen wichtige Gebiete der Vereinstätigkeit. Einige Fachgebiete hatten schon besondere Normenstellen, z. B. der Schiffbau im Handelsschiffs-Normenausschuß, der Automobilbau in der Verkehrsprüfungskommission u. a. m. Neu war bestenfalls die Änderung der Bezeichnung „Normalie“ in „Norm“, abgeleitet von norma wie Form von forma.

Und doch zeigte die durch den Normenausschuß eingeleitete Bewegung ein neuartiges und vordem noch nicht wahrgenommenes Gesicht. Sie kann mit wenigen Worten vielleicht als planmäßige Zusammenfassung der Vereinheitlichungsarbeit im Sinne nationaler Wirtschaftsauffassung gekennzeichnet werden, die internationaler Verständigung keineswegs widerstrebt. In ihrer inneren Bedeutung kann sie aber nur aus dem Geist der Entstehungszeit begriffen werden.

Der Weltkrieg hatte die nationale industrielle Erzeugung dem Willen eines Bestellers untergeordnet. Der Macht dieses Willens gesellte sich das durch die nationale Not allen Volkskreisen aufgezwungene Gefühl der gegenseitigen Verbundenheit. Unter der Wirkung dieser Antriebe überwand das Denken in volkswirtschaftlichen Zusammenhängen die Hemmungen eigenwirtschaftlicher und eigenwilliger Engherzigkeit. Es brach technisch-wirtschaftlicher Erkenntnis, die an sich nur aus sachlicher Überlegung erwächst und eigennütziger Willkür widerstrebt, freie Bahn. Zum erstenmal vielleicht wurde die nationale Wirtschaft wenigstens in ihrer industriellen Gestalt als Einheit äußerlich wahrnehmbar, und die Gedankengänge, die für das Leben der industriellen Zelle maßgebend waren, wurden für die Gesamtheit der Wirtschaft wirksam.

Für den Ingenieur war es eine Zeit wichtigen Erlebens, in der sein Denken und sein Gefühl für saubere wirtschaftliche Ordnung maßgebenden Einfluß gewann, in der er Hand anlegen konnte, um die teils aus technischer und wirtschaftlicher Willkür, teils auch aus stürmischer Entwicklung herrührende Verwirrung zu beseitigen. Es war wie ein tiefes Atemholen, diese Besinnung auf ein vernünftiges Denken in der nationalen Güterherstellung, diese erwachende Erkenntnis der Schäden rücksichtslosen Draufloswirtschaftens. Worte, wie an der Normung beteiligten Zweige des Wirtschaftslebens durch ihre hervorragenden Persönlichkeiten treten. Ein engerer Ausschuß des Präsidiums bis Vorstand, der den Verein nach außen vertritt. des Vereins kann jeder werden, der willig ist, deutschen Normung mitzuarbeiten. Pflicht-Mitträge werden nicht erhoben. Die Mitgliederversammlung stellt den Hauptausschuß dar, der das Präsidium regelmäßigem Wechsel wählt.

Mag sein, daß seitdem manches von dem damals wirksamen Antrieb verblaßt ist: Die deutsche Technik machte mit der Gründung des Normenausschusses der deutschen Industrie den entscheidenden Schritt vom Eigensinn zum Gemeinsinn; sie befreite ihre Aufgaben von der Einengung auf den Einzelzweck und stellte sie in die Zusammenhänge des Gesamtwohles. Die deutsche Normung ist der erste greifbare Ausdruck dieses Gesinnungswechsels, und es heißt, ihren geistigen Inhalt nicht ausschöpfen, wenn man sie lediglich unter dem Gesichtswinkel der seitdem nur allzu laut betonten Rationalisierung sieht, in ihr nur einen Ausdruck nüchternen Wirtschaftlichkeitsstrebens erblickt.

Es war nicht allein die ratio, die Vernunft, die das Denken der Kreise beherrschte, von denen die Normung in ihren Anfängen getragen wurde. Wer jene Zeiten innerlich miterlebt hat, weiß, das damals Antriebe lebendig wurden, deren Untergrund nicht im exakten rationalen Denken, sondern in der Empfindungswelt des unwägbaren und unmeßbaren Instinktes zu suchen sind. Weniger erkennbar wurde dieser Zusammenhang an denen, die Neigung oder Zufall unmittelbar in die Normungsarbeit führte, als an denen, die der Normung heftigen und aufrichtigen Widerstand entgegensetzten, die sich innerlich dagegen auflehnten, daß ein übergeordnetes Pflichtgebot ihrer persönlichen Freiheit Grenzen ziehen sollte.

Die Normung wurde in ihren Anfängen nicht in erster Linie von Männern an führender Stelle des Wirtschaftslebens getragen, — die wenigen Ausnahmen, wie Dhlmann, Huhn, Jordan, Köttgen, Neuhaus, Seiffert, Vögler und andere, sind um so bemerkenswerter, — sondern sie genieuren in mittleren Stellungen.

Wer diese Männer fragt, was sie dazu trieben, Mußstunden jahrelang für die Normung zu opfern, jedes Entgelt, ja bisweilen unter Beeinträchtigung des Fortkommens, der erhält zur Antwort: Die Normung ist Klarheit und Wahrheit. Und daher ist die deutsche Normung ein Ingenieurwerk im besten Sinne, getragen von dem Geist, der schafft, nicht der zwingt, sondern weil er muß, weil hinter ihm die Ordnung steht, der von Unordnung zur Ordnung, von Willkür zur Gebundenheit, von der Zufälligkeit zum Gesetz. Dieser Geist ist der deutschen Normung bester Schutz und Band die Beteiligten zu einer Gemeinschaft, die nicht in der nur allzu unzulänglich wurzelte, sondern in Urtrieben, die ihre Begründung in sich selbst tragen.

Darum erscheint denen, die so empfanden, die Normung in ihrer lediglich äußerlichen Verknüpfung als geistig einseitigen Rationalisierung in der öffentlichen Meinung als Zerrbild. Der wahre Ingenieur lehnt sich hinter denen keine seelischen Triebkräfte stehen, Maß ab, in dem er sich klar darüber ist, daß das Denken allein nicht an den Urgrund der Dinge genügt. Erst wenn die offen zutage liegende Unklarheit der Normung, in zahllosen Leitaufsätzen und Vorträgen, in öffentlichen Reden gepriesen, nicht mehr allein ihre Begründung begründet, sondern die ihr zugrunde liegenden Triebkräfte unser Gemeinschaftsleben beherrschen, ist die Normung gesiegt.

Gegenüber dem Wesensinhalt der deutschen Normung tritt die äußere Gestalt ihrer

Organisation

stark in den Hintergrund.

In seiner formalen Konstruktion ist der Deutsche Normenausschuß ein eingetragener Verein, dessen Vorstand der Vorstandsrat ist. In diesem Organ sind an der Normung beteiligten Zweige des Wirtschaftslebens durch ihre hervorragenden Persönlichkeiten vertreten. Ein engerer Ausschuß des Präsidiums bis Vorstand, der den Verein nach außen vertritt. des Vereins kann jeder werden, der willig ist, deutschen Normung mitzuarbeiten. Pflicht-Mitträge werden nicht erhoben. Die Mitgliederversammlung stellt den Hauptausschuß dar, der das Präsidium regelmäßigem Wechsel wählt.

Der Vereinscharakter des im Deutschen Normenausschuß vollzogenen Zusammenschlusses dient lediglich der Begründung rechtlicher und geschäftlicher Haftungsfähigkeit. Von der Satzung des Deutschen Normenausschusses her kann man daher keinen ausreichenden zutreffenden Einblick in seine eigentliche Arbeit gewinnen. Für die deutsche Normungsarbeit ist es kennzeichnend, daß sie sich nicht in vorgeschriebenen und durch eine Satzung oder Geschäftsordnung festgelegten Bahnen vollzieht. Gerade der Verzicht auf die Lastung mit formalen Bestimmungen und dem Vereinsmäßigen Beiwerk ist eine der wichtigsten Grundlagen dafür, daß die deutsche Normungsarbeit bleibt, sich den vielgestaltigen Bedürfnissen des Wirtschaftslebens immer wieder anzupassen, und vor der Zeit bewahrt wird.

Es ist häufig, besonders aus dem Auslande, der deutschen Normung außerordentliche Beachtung geschenkt worden, der Wunsch geäußert worden, ein Organisationsrezept des Deutschen Normenausschusses zu erhalten, dessen innerer Aufbau ersichtlich wäre. Eine Darstellung der in dieser Hinsicht erschöpfende Auskunft könnte, oder aus der ein Organisationsrezept zu gewinnen wäre, ist ebensowenig möglich, wie man einen Organismus durch ein systematisches Schema reichend zu erläutern vermag. Die deutsche Normung

ging den gesunden Weg natürlicher Entwicklung
at in organisatorischer Hinsicht auf diesem Wege
Wandlungen durchgemacht, ohne bis heute einen
d erreicht zu haben, der eine exakte schematische
rgabe gestattet.

Grundsätze der Normungsarbeit

e deutsche Normungsarbeit regelt sich nicht nach
gen oder andern Festlegungen, sondern nach den
sätzen, die sich aus der Einsicht in das Wesen der
ng ergeben. Einige dieser Grundsätze, die die Ar-
eise des Deutschen Normenausschusses beherrschen,
angeführt.

s gibt keine vereinzelte Norm; alle
en sind voneinander abhängig. Aus
einfachen Grundsatz ergibt sich ohne weiteres die
ntnis, daß sich die Vereinheitlichungsarbeit für
ationale Wirtschaft nur dann segensreich auswirken
wenn sie an einer Stelle zusammenfließt, und
kann es nur einen Deutschen Normenausschuß
Der Versuch, auf irgendeinem Gebiete des nation-
wirtschaftlichen Lebens mit der Normung unab-
vorzugehen, muß mit schweren nationalen Opfern
t werden.

ne glückliche Entwicklung hat es der deutschen
ng im wesentlichen erspart, solche Opfer zu for-

Die gesamte im deutschen Reich geleistete Nor-
arbeit konnte in verhältnismäßig kurzer Zeit im
en Normenausschuß zusammengefaßt werden, weil
ufgebenden Männer auf den wichtigsten Fachgebieten
sichtsvoll genug waren, ihre fächlichen Vereinheits-
gsarbeiten in den gemeinsamen Rahmen einzuglie-
Ganz besondere Anerkennung muß hier dem Ver-
e deutscher Elektrotechniker gezollt
n, dessen damaliger Generalsekretär Dettmar
men mit Baurat Dihlmann von den Siemens-
en sofort die Notwendigkeit engster Zusammen-
erkannte und trotz der schon seit Jahrzehnten in
a Verband für die Elektrotechnik geleisteten Ver-
lichungsarbeit diese, soweit sie mit den übrigen
bieten in Zusammenhang stand, in den Normen-
uß einbrachte. Ebenso hat der Verein deutscher
eure nicht gezögert, seine Normungsarbeit, die seit
Bestehen ein Kernstück seiner Vereinstätigkeit
lte, der nationalen Notwendigkeit unterzuordnen.
dadurch, daß sich persönlicher und korporativer
iz nationaler Einsicht beugten, ist es gelungen,
wichtigen Gebiete der deutschen Technik eine ein-
he Entwicklung zu sichern, ein Vorgang, der bis-
hne Beispiel dasteht.

as Gelingen hing aber wesentlich davon ab, daß
er Normenausschuß davor hütete, in den Fehler
listischer Denkweise zu verfallen, sondern sich auf
Grundsatz föderalistischer Gleichbe-
tigung aufbaute und seine Einrichtungen nur
entwickelte, als sie zur einheitlichen Durchfüh-
der deutschen Vereinheitlichungsarbeit unbedingt
ndig waren.

us Wesen des Deutschen Normenausschusses wird
am besten gekennzeichnet als ein Zweckver-
, in dem alle das Gleiche wollen und keiner das
ewicht hat. Die für die Gemeinschaftsarbeit eines
Zweckverbandes erforderliche Disziplin darf und
ich lediglich nach den sachlichen Notwendigkeiten
, und niemals dürfen die Belange oder gar der
z einer Person oder eines Wirtschaftszweiges über-
en Einfluß gewinnen. Ebenso wenig wie Gedanke
lanung des Deutschen Normenausschusses einem
entsprang und ebenso wenig wie der Verdienst an
Erfolgen einer Person oder Körperschaft zuge-
ben werden kann, so wenig ist auch in ihm Platz
irtschaftliche oder persönliche Einflüsse.

e Abhängigkeit der Normen voneinander zwang,
icherung dagegen zu treffen, daß gegen dieses
gesetz der Normung nicht wesentlich verstoßen
Diesem Zweck dient die Normenprüfstelle,
wissermaßen das normentechnische Gewissen ver-
t. Sie hat dafür zu sorgen, daß die deutschen Nor-

men in ihrer äußeren Erscheinung eine einheitliche Ge-
stalt erhalten, und vor allem dafür, daß Widersprüche der
Normen untereinander nach Möglichkeit nicht auftreten.

Die Bedeutung der Normenprüfstelle kann nicht hoch
genug eingeschätzt werden. Ihre Unabhängigkeit und
Selbständigkeit ist eine wichtige Vorbedingung für ihr
einwandfreies Wirken. Die Mitglieder der Normenprüf-
stelle sind ehrenamtlich tätig und wählen sich ihren Vor-
sitzenden selbst; das Präsidium hat lediglich das Recht
der Bestätigung. Der Vorsitzende der Normenprüfstelle
nimmt an den Verhandlungen des Präsidiums, soweit diese
Normenangelegenheiten betreffen, teil. Die Geschäfts-
führung der Normenprüfstelle wird von einem hauptamt-
lichen Bearbeiter wahrgenommen. Gegenüber der Ge-
schäftsstelle hat die Normenprüfstelle eine völlig selbstän-
dige Stellung, so daß der Einfluß der Geschäftsstelle in der
Normungsarbeit selbst nicht maßgebend werden kann.

Die Normenprüfstelle tritt in regelmäßigen Abstän-
den zu Sitzungen zusammen, in der alle Normentwürfe
für die wichtigen Abschnitte ihrer Entwicklung in allen
Einzelheiten durchberaten werden. Wer weiß, welche
unendlich mühevollen Kleinarbeit dazu gehört, um diese
Aufgaben zu erledigen, und sich dabei klar macht, daß
die Arbeit ehrenamtlich geleistet wird, der wird seine
Anerkennung und seinen Dank den Mitgliedern der Nor-
menprüfstelle nicht vorenthalten können.

Ein weiterer wichtiger Grundsatz für die Normungs-
arbeit ist, daß eine lebensfähige Norm, die der
Allgemeinheit nutzen soll, das Ergebnis des Aus-
gleichs technischer und wirtschaftlicher
Tauglichkeit sein muß. Wenn einer der Faktoren
gleich null ist, so hat auch das Produkt den Wert null.
Hieraus folgt zunächst einmal, daß eine Norm in der Regel
niemals technische Spitzenforderungen verwirklichen
kann, sondern sich auf eine mittlere technische Tauglich-
keit einstellen wird. Es nutzt nichts, ein Norm aufzu-
stellen, die den höchsten Stand technischer Entwicklung
wiedergibt, wenn diese Entwicklungsstufe wirtschaft-
licher Brauchbarkeit vorgreift. Eine Norm ohne wirt-
schaftliche Verständigung kann technisch einwandfrei sein.
Ihrer Wirksamkeit fehlt jedoch die wichtigste Voraus-
setzung, nämlich die Willigkeit zu ihrer Anwendung.
Ja, in ihr liegt sogar die Gefahr, wenn sie auf diese
Willigkeit verzichten und sich auf eine Macht, z. B. ein
Monopol, stützen kann, daß sie zu einer Herrschaft ge-
langt, die volkswirtschaftlich als schädlich anzusehen ist.

Das Ergebnis einer solchen Denkweise ist z. B. die
Aufstellung von Firmennormen, die den Kunden zwin-
gen, die Ersatzteile nur von der die „Marke“ herstellenden
Firma zu beziehen. Versuche, sich auf diese Weise
das Ersatzteilgeschäft zu sichern, sind keineswegs selten,
und die Hemmungen, die der allgemeinen Normung auf
einzelnen Sondergebieten entgegenstanden und zum Teil
noch entgegenstehen, sind hierauf zurückzuführen.

Eine wirtschaftliche Vereinbarung ist nur dann als
vorhanden anzusehen, wenn die Zustimmung aller an
der Norm beteiligten Kreise vorliegt, und daher ist es
Grundsatz für die deutsche Normungsarbeit, daß die aus
ihr hervorgehenden Normen stets das Ergebnis frei-
williger Gemeinschaftsarbeit der Er-
zeuger, der Verbraucher, des Handels,
unter Mitwirkung der Behörden und der
Wissenschaft sein müssen. Nach diesen Gesichts-
punkten erfolgt die Zusammensetzung der Arbeitsaus-
schüsse. Da solche, um arbeitsfähig zu bleiben,
nur eine beschränkte Mitgliederzahl haben können, wird
die Mitarbeit der übrigen gesamten Fachwelt in der
Weise herbeigeführt, daß sämtliche Normentwürfe,
außer in der Zeitschrift „Maschinenbau“ dem Organ des
Deutschen Normenausschusses, in den einschlägigen Fach-
zeitschriften veröffentlicht werden und der fachlichen Kritik
eine Einspruchsfrist von mehreren Wochen gelassen wird.

Die deutsche Normungsarbeit vollzieht sich also in
voller Öffentlichkeit, und zwar nicht nur des Inlandes,
sondern auch des Auslandes. Es bestanden anfänglich
Bedenken dagegen, dem Ausland so weitgehenden Ein-
blick in die deutschen Arbeiten zu gestatten. Die Ent-
wicklung hat jedoch erwiesen, daß der vom Deutschen

Normenausschuß verfolgte Grundsatz, auch die Kritik des Auslandes herauszufordern, von außerordentlichem Nutzen ist. Die rücksichtslose Offenheit stärkte das Gefühl gegenseitigen Vertrauens und führte bereits in einer Zeit, in der die Politiker sich noch aufs heftigste befähigten, zu einer fruchtbringenden sachlichen Zusammenarbeit mit ausländischen Normenausschüssen.

Wenn eine Norm das Ergebnis freiwilliger Vereinbarung sein soll, so ist es natürlich nicht angängig, sie durch Mehrheitsbeschlüsse ins Leben zu rufen. Das Beschlußverfahren ist daher in den Arbeitsausschüssen nicht üblich und hat bestenfalls die Bedeutung, ein Bild über die Lage der Meinungen zu erhalten. Die Vergewaltigung einer maßgebenden Minderheit ist völlig ungeeignet, um eine dauerhafte Norm zu erreichen.

Natürlich besteht für die Durchführung dieser Grundsätze, wie für alles, auch eine Grenze. Wenn z. B. eine Erzeugergruppe sich trotz dringender Bitten der Verbraucherschaft jeder Erörterung über die Schaffung oder Ausgestaltung einer Norm entzieht, so wäre es ein Unrecht gegen die Verbraucher, das Bedürfnis nach der von ihr gewünschten Norm aus diesem Grunde zu verneinen. Man ist vielmehr berechtigt, anzunehmen, daß die Erzeuger von ihrem Recht der Mitarbeit keinen Gebrauch machen und die Entscheidung in die Hände der Verbraucher legen wollen.

Ebenso darf eine fast abgeschlossene Norm nicht daran scheitern, daß sich vielleicht eine zufällige Minderheit aus sachlich nicht stichhaltigen Gründen gegen die Norm ausspricht. In solchen Fällen, die freilich zu den sehr seltenen Ausnahmen zählen, hat das Präsidium des Deutschen Normenausschusses die Verantwortung auf sich nehmen müssen, nach vorangegangener sorgfältiger Prüfung auch solchen Normen seine Billigung zu erteilen, die noch nicht die volle Zustimmung aller Kreise erfahren haben. In der Regel wird hierbei aber eine Form gewählt, die dies erkennen läßt, sei es, daß die Blätter den Aufdruck „Vornormen“ erhalten, sei es, daß auf dem Normblatt diejenigen Kreise vermerkt werden, die bislang der Norm zugestimmt haben.

Ein wichtiger Grundsatz ist ferner aus dem so gekennzeichneten Wesen der deutschen Normung abzuleiten: daß die Normen nicht von den Verwaltungsorganen des Normenausschusses aufgestellt werden. Die Geschäftsstelle hat lediglich die Aufgaben der äußeren Regie zu erfüllen. Der Nachweis, daß diese Beschränkung auch durchgeführt wird, ist ohne weiteres dadurch gegeben, daß sich trotz der raschen und starken Ausdehnung der deutschen Normung die Belegschaft der Geschäftsstelle, seitdem sie überhaupt von hauptberuflich tätigen Ingenieuren verwaltet wird, im Laufe der Zeit nur unwesentlich verstärkt hat. Sie ist lediglich der treuhänderische Sachverwalter aller im Deutschen Normenausschuß zusammenarbeitenden Vereinheitlichungsstellen. In den ersten Anfängen des Normenausschusses wurden die Arbeiten der Geschäftsstelle von ehrenamtlich tätigen Ingenieuren (Brommer, Heilandt, Kienzle, Koch, Leifer, A. Maier, Porstmann, Wölfel) verwaltet. Die Opferwilligkeit jener Männer ist so weit gegangen, daß sie oft bis in die Nachtstunden den einlaufenden Schriftwechsel erledigten und sogar aus eigener Tasche dazu beitrugen, um die allerersten Ausgaben zu decken.

Ebensowenig ist das Präsidium des Deutschen Normenausschusses, also seine oberste Spitze, mit der Aufstellung von Normen irgendwie befaßt. Seine Rechte beschränken sich vielmehr, abgesehen von der Entscheidung in wichtigen inneren Angelegenheiten, auf die Vollmacht, einer Norm das DIN-Zeichen zu verleihen und sie damit in das Normensammelwerk aufzunehmen; es prüft lediglich, ob die Norm in einwandfreier Weise zustandegekommen ist.

Von diesen Zusammenhängen aus gesehen, ist also der Deutsche Normenausschuß die Ausgleichsstelle für die deutsche Normung, deren Teilhaber die selbständigen Normenausschüsse für die verschiedenen Fachgebiete sind. Diese Glieder, die fast durchweg den Namen „Fachnormenausschuß“ führen, unterwerfen sich

einer freiwilligen Beschränkung, indem sie die auf gemeinsamer Erfahrung herausgebildeten Grundsätze ihre eigene Arbeit maßgebend sein lassen und sich gemeinsamen Einrichtungen, nämlich der Normenstelle und der Geschäftsstelle bedienen. Sie erteilen durch ihren Beitritt zum Deutschen Normenausschuß Anspruch, daß ihren Normen bei einwandfreier Herstellung das Kennzeichen der nationalen deutschen Normen verliehen wird.

Für die rein geschäftlichen Beziehungen zwischen Fachnormenausschüssen und dem Deutschen Normenausschuß hat sich im Laufe der Zeit eine vertragliche herausgebildet, die mit mehr oder weniger Anpassung den Einzelfall gleichmäßig eingehalten wird. Ein ausgeglichener Zustand ist noch nicht erreicht; immer fehlt es noch an einer endgültigen Zusammenfassung der Normen des allgemeinen Maschinenbaues in den Fachnormenausschuß, dessen ideelle Patenschaft der deutschen Ingenieure jedoch schon seit längerer Zeit nimmt, so daß es sich hierbei nur noch darum handelt, mehr formalen Abschluß herbeizuführen. Einen gültigen Zustand wird das Gebilde des Deutschen Normenausschusses aber nie erreichen. Immer wieder werden Bedürfnisse neue Formen zeitigen, und dieser Vordringenden Hineinwachsens in neue Formen darf vielmehr als Kennzeichen der inneren Beweglichkeit und Anpassungsfähigkeit dieses organisatorisch in herkömmlichen Formen nicht faßbaren Gebildes angesehen werden.

Die beiden Grundsätze, nämlich innere sachliche Verflechtung aller Normen und Ausgleich technischer und wirtschaftlicher Forderungen sind für den Aufbau und die Durchführung der deutschen Normung maßgebend. Einem weiteren außerordentlich wichtigen Grundsatz begegnen wir bei der Überlegung, welcher Bereich der Normung ohne Schaden für die technische Entwicklung eingeräumt werden darf. Normung bedeutet Bindung, d. h. nicht nur Einschränkung der Willkür, sondern der Freiheit des einzelnen überhaupt; sie greift in das für den menschlichen Fortschritt wichtigste und empfindlichste Gebiet ein, und man muß sich darüber sein, daß sich die Normung in einer recht gefährlichen Zone bewegt.

Diese Erkenntnis ist im Normenausschuß in dem Grundsatz festgehalten, daß die Normung unter allen Umständen die technische Entwicklung fördern lassen muß. Sie beschränkt sich daher im wesentlichen auf die Festlegung von Elementen, die technisch so ausgeartet angesehen werden können, daß nach menschlichem Ermessen neue Lösungen in einem überschaubaren Zeitraum nicht zu erwarten sind. Im übrigen legt sie schlußmaße fest, die neuen und mannigfaltigen Kombinationen hinreichend Raum lassen und diese nur binden, wie es die Auswechselbarkeit erfordert. Die Festlegung von Eigenschaften der Baustoffe beschränkt sich auf Mindestforderungen, die den technischen Fortschritt der Herstellverfahren nicht hemmen.

Die Durchführung dieses Grundsatzes engt den Wirkungsbereich der Normung außerordentlich ein, und vielleicht die wichtigste Aufgabe für die Leitung des Deutschen Normenausschusses in seinen ersten zehn Jahren war es, diesen Grundsatz gerade gegen die treuesten Freunde der Normung zu verteidigen. Es mag widerspruchsvoll erscheinen, aber es ist so, daß die negative Arbeit, nämlich die Abwehr eines Normenfanatismus, die Leitung des Deutschen Normenausschusses fast mehr in Anspruch nimmt, als die positive Normungsarbeit. Nichts kann einer sachlich so einschneidenden Bewegung mehr schaden, als ihr ungezügelter und kritikloses Auswuchern. Hier gibt es nur ein wirksames Mittel, nämlich, daß die gesunden Normen auf sich selbst gestellt werden. Sie dürfen im Wirtschaftsleben keine andre Stütze haben, als die ihrer eigenen Güte herauswachsende Kraft. Daher der Deutsche Normenausschuß bislang stets abgelehnt, seinen Normen irgendeine gesetzliche Bindung zu geben, wird, so verlockend das für die Förderung der Arbeit gewesen wäre.

Es mag in diesem Zusammenhang erwähnt sein, daß sich diese Auffassung in zunehmendem Maß auch bei

den eingebürgert hat. Mit Dank erkennt der Deutsche Normenausschuß an, daß sich die Behörden fast ausnahmslos bei ihm zusammenlaufende Gemeinschaftsarbeit verdient haben und daß ihre Mitarbeit für ihn eine der wichtigsten Stützen bislang gewesen ist. Zu besonderem Verdienst ist der Deutsche Normenausschuß in dieser Hinsicht der Rat Ruelberg vom Reichswirtschaftsministerium verpflichtet, der stets bemüht war, die Arbeit des Deutschen Normenausschusses von Amts wegen zu fördern, und gleichzeitig einen entscheidenden Einfluß der Behörden zu verlangen. Eine starke Förderung für den Normenausschuß bedeutete ferner das tatkräftige und zielstrebige Eintreten des Präsidenten Dr.-Ing. E. h. Hambrück für die Einführung der Dinormen bei der Reichsbahn. Auch die Normung die Gefahr der Hemmung des Fortschrittes vermeiden will, so muß sie auch innerhalb eines reiches selbstgewollter Beschränkung der Entwicklung freien Raum gewähren, d. h. die Normung muß flexibel bleiben, eine Forderung, aus der sich besonders Schwierigkeiten ergeben. Denn jede Änderung einer Norm bedeutet, namentlich wenn sie schon bestehend Eingang gefunden hat, den Verlust von vorbestimmten Werten. Es sind häufig die schwersten Hürden erhoben worden, wenn sich der Deutsche Normenausschuß aus schwerwiegenden sachlichen Gründen einer Änderung bereits aufgestellter Normen entziehen mußte. Die Vorwürfe sind durchaus verständlich und doch müssen sie mit in den Kauf genommen werden, wenn die nationale Normung lebendig bleiben soll. Leben bedeutet Absterben alter Formen, und es ist der schwierigste Teil der Vereinheitlichungsarbeit, alte Normen lebendig zu erhalten, ohne tiefgehende Schätzungen anzurichten.

Um so stärker müssen die Sicherungen gegen eine fertige Herausgabe von Normen sein. Es bedarf der starken Hand und oft eines harten Herzens, um empfindlich zu sein gegen die Vorwürfe allzu langsamen Fortschrittes auf wichtigen Gebieten der Vereinheitlichung. Vielfach wird übersehen, daß Dinge, die durch jahrzehntelanges Bestehen in Geflogenheit Anschauung festgesetzt haben, nicht von heute auf morgen geändert werden können. Wenn man alle diese Zusammenhänge berücksichtigt, so muß das, was der Deutsche Normenausschuß in den ersten zehn Jahren seines Bestehens geschaffen hat, volle Anerkennung finden.

Wer sich in Einzelheiten dieser zehnjährigen Arbeit vertiefen will, lese die Schrift: „Die deutsche Normung“ und fordere das halbjährlich erscheinende Normenverzeichnis⁴⁾. Eine gedrängte rückschauende Betrachtung kann lediglich

Angelpunkte der deutschen Normung

erschälen.

Welche Angelpunkte lassen sich zwanglos aus der Normen einen soziologischen Zweckbestimmung der Normen ableiten. Wo irgendwie Menschen untereinander in Beziehung treten, müssen sie für ihre Willensäußerungen eine Vielzahl der hierfür geeigneten Formen eine Auswahl treffen; um das gegenseitige Verständnis über diese zu ermöglichen und allmählich leichter und einfacher zu gestalten. Verständigung über diese Ausdrucksweise ist Normung. Sprache und Schrift sind als wichtigste genormte Ausdrucksmittel des menschlichen Willens die soziologischen Hauptwerkzeuge, die den Zweck gegenseitiger Verständigung um so vollkommener erfüllen, je einfacher sie sind, d. h. je schärfer sie genormt sind. Die Technik schuf in Zeichnung und Formeln besondere Verständigungsmittel, deren Beherrschung durch die Normung zu steigern war. Das geschah durch den Normenausschuß durch die Festlegung von Formeln, durch Vereinbarung von Grundsätzen für die graphische Darstellung und durch die Kennzeichnung verschiedenartigsten Bearbeitungsangaben und Güteangaben. In den Sinnbildern z. B. für Rohrleitungen, elektrotechnische Schaltbilder, Kurzzeichen für elektrischen Verbindungen u. a. m. wurde eine zeichnerische

Kurzschrift geschaffen. Eine weitere Gruppe bildet die Festlegung von Begriffsbestimmungen und -bezeichnungen, die teils durch Angaben in den einzelnen Normen, teils auch gesondert, z. B. für die Benennung technischer Gase, erfolgte.

Grundsätzlich das gleiche Verfahren der Auswahl aus einer Vielheit von Formen als Mittel zur Erleichterung und Beschleunigung eines Vorganges mit dem Erfolg der Verlustverminderung ist dort gegeben, wo der menschliche Wille gestaltend in die Welt der stofflichen Dinge eingreift. Auf das Stoffliche angewandt, bedeutet das Sortenauswahl. Diese Sortenauswahl erfolgt aber durch die Normung nicht nach Willkür, etwa nach Maßgabe zusammenhangloser Gepflogenheit. Bei der schon vordem gekennzeichneten inneren Abhängigkeit aller Normen von einander würde ein solches Vorgehen in seinem Endergebnis leicht zu einer Vermehrung der Sorten des Ausgangsstoffes, also zu einem Widerspruch der Normung in sich führen können. Eine solche Auswahl ist bestenfalls als Lösung für die Übergangszeit annehmbar oder weil innere Zusammenhänge mit andern Normen nicht erkennbar sind; eine vollwertige Norm ist sie nicht. Die Normung muß vielmehr versuchen, die Sortenauswahl soweit angängig und übersehbar in einen gesetzmäßigen Zusammenhang zu bringen.

Wenngleich die Normung hier auf ein bisher noch recht wenig erforschtes Gebiet trat, so schuf sie doch ein wichtiges Hilfsmittel in Zahlenreihen, deren gesetzmäßiger Aufbau einen gleichmäßigen oder gleichmäßig zunehmenden Stufensprung ergibt.

Eine solche Zahlenreihe ist die der Normungszahlen, nach der beispielsweise die Nenndrücke und Nennweiten für Rohrleitungen, die Übersetzungsverhältnisse für Riementriebe, die Achshöhen elektrischer Maschinen gestuft sind. Eine der Normalzahlenreihe sehr verwandte Zahlenreihe ist die der Normaldurchmesser, die aus den Bedürfnissen einer langjährigen Praxis ohne tiefgründige theoretische Überlegungen entstanden ist und fast zu den gleichen Werten geführt hat, die die Normalzahlenreihe aufweist. Vielfach ist ihre Anwendung in der Praxis, groß der Nutzen, der hierdurch erzielt wird. Nach ihr werden alle wichtigen Konstruktionsmaße bestimmt, besonders wenn es sich um Durchmesser handelt, die zwei miteinander arbeitenden Teilen gemeinsam sind. Über die Konstruktion wirkt sich die Reihe der Normaldurchmesser in den Betrieben aus, in denen sie zu einer erheblichen Einschränkung des Lagerbestandes an Halberzeugnissen (gewalzte und gezogene Werkstoffe) und zu einer Verminderung des kostspieligen Werkzeugparks führt.

Die Auswahl der Sorten bezieht sich sowohl auf Formen und Abmessungen, wie auf Eigenschaften der Baustoffe, Gütevorschriften und Abnahmebedingungen, und gerade diese Art Normen wird an Verbreitung und Bedeutung zunehmen, je mehr die industrielle Normung aus dem Gebiete des Maschinenbaues und der metallverarbeitenden Technik heraustritt. Neben den allgemeinen Werkstoffnormen für Eisen und Stahl und für Nichteisenmetalle seien als Normen dieser Art die Baunormen angeführt, besonders, soweit sie sich auf Straßenbaustoffe und Vorschriften für Bauleistungen beziehen. Ferner gehören hierher in erheblichem Umfange die Textilnormen.

Sortenauswahl bedeutet Ausmerzung jeder unbegründeten Mannigfaltigkeit, und zwar in den Formen, den Größen und den Eigenschaften. Im Vollzug dieser Aufgabe schafft die Normung für die als zweckmäßig und notwendig ausgewählten Sorten erhöhten Bedarf und damit die Möglichkeit ihrer Erzeugung in größeren Stückzahlen, bis zur Massenfertigung, und diese verbilligt nicht nur die Erzeugung, sondern erhöht in der Regel auch die Güte und weckt weiterhin einen stärkeren Massenbedarf.

Im allgemeinen darf die Aufgabe der Normung damit als erschöpft angesehen werden, wenn sie dem Erzeuger vereinfachte Herstellbedingungen und Ausnutzung der Vorteile der Massenfertigung bringt, dem Handel geringere Lagerbestände und damit geringeren Kapitalaufwand und dem Verbraucher endlich die Gewähr einer gleichmäßigen

und schnellen Belieferung. Diese Vorteile wirken sich daher in erster Linie bei den Dingen aus, die einem verhältnismäßig schnellen Verschleiß unterworfen sind. Soweit es sich um einen Verschleiß des ganzen Gegenstandes handelt, ist daher die Aufgabe der Normung damit erfüllt, daß sie Auswahl der Formen und Größen, also die Abmessungen, und die Güteanforderungen festlegt. Soweit der Verschleiß aber nur einzelne Teile eines größeren Ganzen betrifft und durch den Ersatz dieser Teile die Lebensdauer des ganzen Gegenstandes erhöht werden kann, kommt für die Normung zu den vorbezeichneten Aufgaben noch eine weitere hinzu, das ist die Sicherung der Austauschbarkeit.

Die Forderung nach Austauschbarkeit tritt nicht allein bei den Einzelteilen für den Maschinen- und Apparatebau auf, sondern in fast allen Gebieten der Gütererzeugung. Während sie hier aber im allgemeinen durch die Festlegung von Anschlußmaßen gewährleistet ist, verlangt sie dort besondere Maßnahmen. Die hohe Entwicklung des Maschinen- und Apparatebaues stellt Anforderungen an die Maßgenauigkeit der miteinander zu verbindenden Teile, die auf andern Gebieten der Gütererzeugung heute noch unbekannt sind. Bei der Einzelfertigung trat diese Forderung wenig in Erscheinung, da die Teile einander zugepaßt wurden. Die Einführung der Massenfertigung aber bedingt die maßliche Übereinstimmung mit hoher Genauigkeit, damit die Teile ausgetauscht werden können.

Die Grundlage hierfür ist in dem Paßsystem gegeben, das in langwierigen Erörterungen der erfahrensten Fertigungsingenieure aufgestellt wurde und seine Brauchbarkeit in der Praxis glänzend bewiesen hat. Für die Sicherung der Maßgenauigkeit der von verschiedenen Herstellern und in den verschiedenen Werken angewandten Lehren war die Festlegung einer einheitlichen Bezugstemperatur nötig, bei der die Meßwerkzeuge miteinander zu vergleichen sind und ihrem Sollwert entsprechen sollen. Mit der Festlegung der Bezugstemperatur und dem Aufbau eines für die ganze übrige Welt vorbildlichen Paßsystems hat die Normung reformierend und ordnend in das gesamte technische Meßwesen eingegriffen.

Eine für den Austauschbau ebenso bedeutungsvolle Frage wie das Passen zylindrischer Teile ist die der Gewinde. In Deutschland ist es vor allen Dingen dem Verdienst von Prof. Dr.-Ing. G. Schlesinger zuzuschreiben, daß mit den zahlreichen Gewindearten und -abarten aufgeräumt und zwei Gewindesysteme, das Whitworth-Gewinde und das Metrische Gewinde für Deutschland zur Norm erhoben wurden. Wohl kein Maschinenteil zeigt eine so ungeheure Verbreitung, eine so mannigfaltige Anwendung in allen Industriezweigen wie die Schraube. Die Gewindenormung war daher Voraussetzung für das Gebiet der Schraubennormung. Die Herstellung der Schrauben in Massen und in besondern Schraubenfabriken machte auch hier das Verlangen nach Austauschbarkeit zu einer grundsätzlichen Forderung, und man kann wohl ohne Übertreibung sagen, daß die noch in ihrer Entwicklung stehenden Arbeiten zur Festlegung von Gewindetoleranzen von außerordentlicher Bedeutung für die Entwicklung der Schraubenherstellung und der dazu nötigen Werkzeuge gewesen sind.

Mit der Klärung der grundsätzlichen Frage des Austauschbaues hat daher die Normung die Verwirklichung des schon lange verfolgten Gedankens, die Fertigung viel gebrauchter Massenteile in besonders dafür eingerichteten Fabriken zusammenzufassen, erst in vollem Maß ermöglicht. Der Verbraucher ist in die Lage versetzt, Ersatzteile zu Maschinen an beliebiger Stelle zu kaufen und einzubauen, und damit ist ein Ziel erreicht, das durch die Maßnormung allein für viele Dinge nicht zu erreichen gewesen wäre.

In den angeführten Grundnormen wirkt sich auch die Abhängigkeit der Normen voneinander aus. Das Gewinde, das am Kraftfahrzeug vorkommt, kehrt an der Haushaltungsmaschine wieder, die gleiche Schraube findet Verwendung an der Lokomotive und am Pflug, der gleiche Schraubenschlüssel dient zum Anziehen einer Schraube am Flansch einer Rohrleitung und zum Festspannen des Stahles an einer Drehbank.

Einen gleichen gesetzmäßigen Zusammenhang wir bei der Formatnormung für Papier, die auf einer Seite Rohbogen und Papiermaschine, auf anderen Seite Briefhülle, Briefordner, Aktenschrank, Karteikasten und Reißbrett miteinander kettet.

Im Zuge der Entwicklung gesehen, ist nach den angegangenen Überlegungen die Normung nichts anderes als die Mittel, die ganz allgemein zur intensiveren Gestaltung des Gemeinschaftslebens dienen, planmäßig die Erzeugung und Verteilung der Güter anzuhängen.

Die Norm ist ein folgerichtiges Ergebnis der menschlichen Schaffen überhaupt gebrachten Ordnung. Sie entsteht durch Auslese. Soweit die Auslese vorgenommen wird, erzwingen die Zusammenhänge einen gesetzmäßigen Aufbau der Normen.

Steigende Verflechtung der Zusammenhänge in stärkeren Ausreifen der technischen Entwicklung schaffen für die Norm neben dem gesetzmäßigen Aufbau eine weitere Abhängigkeit, nämlich die Forderung der Austauschbarkeit.

Wo immer wir das Normenwerk aufschlagen, in den Grundnormen oder in den zahlreichen Fachnormen für

allgemeinen Maschinenbau, Bergbau, Elektrotechnik, Haushaltung, Gesundheitswesen, Kleidung, Landwirtschaft, Land-, Wasser- und Luftverkehr, Wohnungswesen, Siedlung, Unfallschutz

und vieles andre mehr, — stets begegnen wir dem gleichen Gefüge, das wir im Querschnitt durch das gesamte Normenwerk wahrnehmen. Die aus ihm erkennbaren Zusammenhänge verbinden die gesamte Normung auf allen Gebieten zu einem einzigen großen in sich abgerundeten Werk, das in seinem Kern als gefestigt anzusehen ist und nunmehr in die Breite auszubauen ist.

Die Normblätter

Die Zahl der fertiggestellten Normblätter macht den Außenstehenden vielleicht recht groß erscheinen, doch kommt in ihnen nur die Ausführung der wesentlichen Grundgedanken zum Ausdruck. Es war ein glücklicher Gedanke, für die Normen von vornherein das System einzelner Normblätter festzulegen, ein Vorschlag, der von A. Maier stammt und von P. W. schon längere Zeit vor der Gründung des Normenschusses der Deutschen Industrie in weiter Vorarbeit zu dem Plan eines deutschen Normensammelwerkes gebaut wurde. Wie stark dieser Plan damalige Vorstellungen vorausgriff, ist darin zu sehen, daß der Vorschlag eingetragene Zustimmung fand.

Die Vorstellung eines so umfassenden Werkes war natürlich die Systematiker auf den Plan, und es dauerte lange Zeit ein ziemlich scharfer Kampf zwischen den Normenredakteuren und den Normenbenutzern, die von vornherein der Wahl der Nummern der deutschen Normen eine systematische Gliederung zu legen wollten, und denen, die sich gegen eine solche Gliederung angesichts der unübersichtlichen Entwicklung der Technik sträubten. Schließlich siegte die Einsicht, daß es kaum möglich sein dürfte, für das unübersichtliche Gebiet der gesamten Technik eine Systematik zu schaffen, die nicht schon nach kurzer Zeit erhebliche Änderungen aufweisen und vor allem eine starke Fesselung bedeuten würde. Man ließ daher den Gedanken der Gliederung von Nummern nach irgendeiner Systematik fallen und entschied sich für Nummern in der Reihenfolge des Erscheinens, wobei einer gewissen systematischen Gliederung insofern Raum gewährt wurde, als den einzelnen Gebieten geschlossene Nummernreihen vorbehalten wurden. Die systematische Gliederung wurde in das Normenverzeichnis verlegt, das allmählich halbjährlich herausgegeben wurde. Dieser Weg hat sich als erwiesen, zweckmäßig besonders auch deswegen, weil der Konstrukteur die Blätter anders ordnet als der Fabrikant, der Triebmann und der Verkäufer. Die weitgehende Bewegungsfreiheit, die heute das System der Nummern mit ihren laufenden Nummern ergibt, entspricht den vielseitigen Bedürfnissen.

Die äußere Ausgestaltung der Normblätter hat die Wandlung durchgemacht, insbesondere war es leicht, eine Form zu finden, in der die sachliche Antwort der Fachnormenausschüsse zum Ausdruck kam. Maßgebend war bei allen vorgeschlagenen und angenommenen Lösungen, daß der Charakter als deutsche Norm durch das Zeichen DIN unter allen Umständen geblieben muß. Jede Maß- oder Liefernorm, die Anspruch auf nationale Anerkennung erheben will, trägt stets das DIN-Zeichen, sei es allein mit nachfolgender Nummer oder in Verbindung mit dem Zeichen des verantwortlichen Trägers.

In großen Ganzen kann die äußere Ausgestaltung der Normblätter als abgeschlossen angesehen werden, jedenfalls so weit, daß es heute möglich ist, sie in ihren Zügen für jeden Zweck beizubehalten. Eine solche Einheitlichkeit, die sich natürlich auch auf die äußere Gestaltung, den Druck der Zahlen- und Wörterreihen, Abbildungen, den Wortlaut usw. erstreckt, erfordert großes Maß dauernder Überlegung in unscheinbaren Eigenheiten; sie kann aber neben der Gediegenheit und Flüssigkeit im einzelnen Normenblatt für sich den Ruhm erheben, richtunggebend auch auf die deutsche Sprache eingewirkt zu haben. Die Normenblätter haben hier eine Arbeit geleistet, deren Bedeutung über das engere Normungsgebiet hinausreicht.

Voraussetzung für die Einheitlichkeit war, daß sich der deutsche Normenausschuß maßgebenden Einfluß auf die mechanische Vervielfältigung und den Vertrieb der Normblätter sicherte. Nach vielen mühseligen Versuchen entschloß man sich dazu, eine Druckerei besonders auf den Druck der Normenblätter einzustellen und den Vertrieb eine besondere Vertriebsstelle zu geben. Es wäre ein gefährlicher Versuch gewesen, die Normenblätter durch den Buchhandel vertreiben zu lassen, weil hier irgendeine Sicherung gegen die Ausverliefenheit der Normblätter beim besten Willen nicht aufrechterhalten werden konnte, abgesehen davon, daß der deutsche Normenausschuß den allergrößten Wert darauf legte, mit den Beziehern seiner Normblätter im ständigen Zusammenhang zu bleiben.

Gleichzeitig wurde hierdurch der deutschen Normung eine neue Einnahmequelle eröffnet, die für den Fortbestand des deutschen Normenausschusses von wesentlicher Bedeutung ist. In der ersten Zeit konnte sich der Normenausschuß wesentlich auf die Zuschüsse stützen, die ihm, zusammen vom Verein deutscher Ingenieure, jährlich von den führenden Firmen des deutschen Maschinenbaues zufließen wurden. Eine dauernde starke Belastung der deutschen Maschinenindustrie durch geldliche Leistungen für den Normenausschuß war aber besonders in Zeiten niedergehender Konjunktur weder zu erlangen, noch insofern gerechtfertigt, als diese Firmen es außer den Barleistungen noch gewaltige Kosten an Arbeitskräften in ihrem Betrieb und Entsendung von Ingenieuren zu fachlichen Beratungen übernahmen, um die hieraus erwachsenden Nutzen in der Hauptsache nicht ihnen, die schon weitgehend auf die Normung angewiesen waren, sondern gerade der mittleren und kleinen Industrie und darüber hinaus der Gesamtheit zufließen ließen.

Man kann den Großfirmen der deutschen mechanischen Industrie nicht genug gedankt werden dafür, daß sie in großzügiger Weise die deutsche Normung ideell und materiell gefördert haben. Gleichzeitig aber muß festgestellt werden, daß eine große Anzahl von deutschen Firmen gern die Ergebnisse der mühevollen Pionierarbeit der Großindustrie entgegennahm, ohne auch nur die moralische Verpflichtung zu empfinden, auch ihrerseits wenigstens eine jährliche Anerkennungsgebühr zu zahlen. Vielleicht überprüfen diese Firmen ihr Ge-

wissen und zollen dem Deutschen Normenausschuß noch nachträglich den Tribut, den sie ihm bis dahin vorenthalten haben.

Die Schöpfer der Normung

Dank gebührt aber auch den fast zahllosen Mitarbeitern aus Industrie und Gewerbe, Handels- und Bankwelt, Behörden und Wissenschaft, die an diesem Werk ohne eigenen Nutzen für das Gemeinwohl schufen. Sie gaben das Beste ihrer Erfahrung und Einsicht und blieben sich doch der Unzulänglichkeit jedes Menschenwerkes bewußt. Ihre Arbeit beginnt und endet nicht am Beratungstisch. Umfangreiche Ermittlungen im eigenen und fremden Betriebe müssen oft der Zustimmung oder dem Einspruch vorangehen; aus Versuchen und Vergleichen muß entscheidender Anhalt herausgeholt werden, und bisweilen gilt es, die zum Vollzug angesetzte Feder anzuhalten, weil neu auftauchende Gesichtspunkte zu abermaliger Prüfung zwingen.

Klangvolle Namen aus Lehre und Forschung zieren unsere Reihen, als Sachverständige oder auf dem wichtigen Posten eines Obmannes. Nicht immer bringt dieses verantwortungsvolle Amt seinem Inhaber nur Freude und Genugtuung, häufiger Mühe und schweren Verdruß. Die Akten so manchen Ausschusses übersteigen den Umfang der Registratur eines mittleren Betriebes.

Nach der Läuterung durch öffentliche Kritik und wiederholte Ausschubarbeit tritt an die Norm die schwerste Prüfung heran, nämlich die

Einführung in den Betrieb

Von Trägheit und liebgewordener Gewohnheit-unliebsam empfunden, begegnet sie Mißtrauen, mindestens Zurückhaltung, noch häufiger Ungeschicklichkeit und Hilflosigkeit. Erst wenn maßgebender Einfluß sie stützt oder fortschrittlicher Betriebsgeist ihr Erscheinen wohlwollend aufnimmt, kann sie auf ernste Schwierigkeiten Antwort und Rede stehen. Fast immer aber muß reichhaltige Kleinarbeit ihr den Weg bereiten.

Leider fehlt in vielen deutschen Betrieben der Leitung noch immer die Einsicht, daß die Einführung der Normen ihre eigene Aufgabe ist, daß es nicht genügt, Bezieher der Normblätter zu sein und diese beim Eintreffen in der Fabrik ihrem eigenen Schicksal zu überlassen. Wenn nicht der leitende Mann den Normen seinen Willen aufdrückt, dann steht es im ganzen schlecht um seinen Betrieb, eine Diagnose, die selten trügt. Die deutsche Technik hat ihre Pflicht getan, als sie die deutschen Normen schuf: deutsche Wirtschaft, tu jetzt die Deine!

Gemeinsinn und Opfermut haben den Deutschen Normenausschuß aufgebaut. Sein Geist kann nicht besser gekennzeichnet werden, als durch die einleitenden Worte des Aufrufes, der vor kurzem aus den Kreisen der deutschen Ingenieure zur Gründung einer Gesellschaft der Freunde der deutschen Normung ausgegangen ist:

„Wir stehen am Ende des ersten Jahrzehnts deutscher Normung. Geschaffen aus der Liebe zu unserem Volke soll das deutsche Normenwerk Zeugnis ablegen von Ordnung und Aufrichtigkeit in deutscher schaffender Arbeit. Dem Werke, das wir lieb gewonnen haben, wollen wir festen Bestand und segensreiche Entwicklung sichern. Zu diesem Zweck haben wir uns zu einer

Gesellschaft der Freunde der deutschen Normung

zusammengeschlossen. Unsere Reihen stehen jedem Volksgenossen offen, der von den gleichen Empfindungen getragen wird wie wir.“ [B 867]

Die Bedeutung des Gleit- und Reißwiderstandes für die Werkstoffprüfung

Von P. Ludwik, Wien

Vortrag in der Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, 27. Oktober 1927 in Berlin

Hierzu Textblatt 17 und 18

Gleit- und Reißwiderstand — Streckgrenze und Alterung — Zug- und Reißfestigkeit — Zugfestigkeit und Eindruckhärte — Bruchzahl, Dehnung und Einschnürung — Dauerbruch, Ermüdung und Reißfestigkeit — Stoßfestigkeit, Kerbwirkungen und räumliche Spannungszustände — Kerbzähigkeit und Gefügebeschaffenheit.

Der Zugversuch

Zwei Größen sind es vor allem, die die Festigkeitseigenschaften eines Werkstoffes bestimmen: der Gleit- und der Reißwiderstand. Ein einfaches Beispiel möge dies, vorerst nur ganz schematisch, veranschaulichen, Abb. 1.

Die Belastung P erzeugt Zugspannungen σ und Schubspannungen τ . In einem homogenen und isotropen Körper sind nun zwei Grenzfälle möglich. Ist der Gleitwiderstand (Streckgrenze) groß im Verhältnis zum Reißwiderstand (Kohäsion), so wird, wenn die Zugspannung die Kohäsion überschreitet, der Stab reißen, noch bevor er sich zu verformen beginnt: der Körper erscheint spröde. Ist dagegen der Gleitwiderstand klein im Verhältnis zum Reißwiderstand, so werden bleibende Formänderungen auftreten, sobald die Schubspannung die Schubgrenze überschreitet: der Stab streckt sich, er ist dehnbar.

In Wirklichkeit sind unsere Werkstoffe nicht isotrop. Metalle und Legierungen sind Vielkristalle, d. h. sie bestehen aus vielen einzelnen Kristallkörnern, deren kristallographische Orientierung (wie in Abb. 1 schematisch angedeutet) von Korn zu Korn wechselt.

In einem einzelnen Kristall, im Einkristall, wird, wie E. Schmid¹⁾ und seine Mitarbeiter gezeigt haben, eine Verformung eintreten, sobald in gewissen Ebenen, den Gleitflächen, die Schubspannung einen Grenzwert überschreitet, wogegen ein Trennungsbruch erfolgt, sobald dort oder in andern Ebenen die Normalspannung die Kohäsion überwindet.

Im Vielkristall wird ein solches Gleiten erst bei weit höheren Beanspruchungen eintreten, da die einzelnen Kristallkörner sich gegenseitig versteifen. Ist der Kornquerschnitt (bei etwa gleicher Ausdehnung des Kornes nach allen Richtungen) im Verhältnis zum Probestabquerschnitt sehr klein, also die Zahl der Körner sehr groß, so kann auch ein Vielkristall (besonders bei regelmäßiger Kristallisation) als isotrop oder wenigstens

¹⁾ E. Schmid, Z. f. Physik Bd. 32 (1925) S. 197 und Bd. 36 (1926) S. 759.

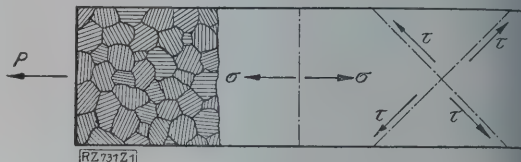


Abb. 1
Gleit- und Reißwiderstand

als quasiisotrop angesehen werden. Gleit- und Reißwiderstand stellen dann statistische Mittelwerte vor.

Bei der Formänderung von Ein- wie Vielkristall bleibt der Gleitwiderstand nicht konstant, sondern steigt mehr oder weniger, oft sogar um ein Vielfaches an. Man spricht dann von Kaltverfestigung.

Warum eigentlich der Gleitwiderstand mit der Dehnung zunimmt, ist noch nicht recht geklärt. Man findet hierfür — wenn auch nur örtlich geringe — Verzerrungen des Kristallgitters unter der Wirkung der Elektronenhüllen statt. Mit fortschreitender Formänderung werden diese Störungsherde an Zahl und Größe zunehmen und durch Blockierung der Gleitflächen²⁾ die Gleitung immer mehr erschweren. Entsprechend immer größere Spannungen sind notwendig, um den Stab noch weiter zu verformen. Schließlich tritt der Bruch ein, wobei die Zugspannungen den Reißwiderstand, so wird ein Trennungsbruch ausgelöst³⁾.

Je mehr also (unter sonst gleichen Umständen) der Reißwiderstand den Gleitwiderstand übertrifft, um so spröder wird der betreffende Stoff sein.

Spröde Stoffe sind sonach durch einen im Verhältnis zum Reißwiderstand hohen Gleitwiderstand gekennzeichnet, dagegen dehnbare Stoffe durch einen im Verhältnis zum Gleitwiderstand hohen Reißwiderstand.

Im gewöhnlichen Zug-Schaubild kommen die Beziehungen zwischen Gleit- und Reißwiderstand nicht zum Ausdruck. Abb. 2 zeigt das Zug-Schaubild für einen weichen Flußstahl (mit 0,05 vH Kohlenstoff) in der üblichen Darstellung.

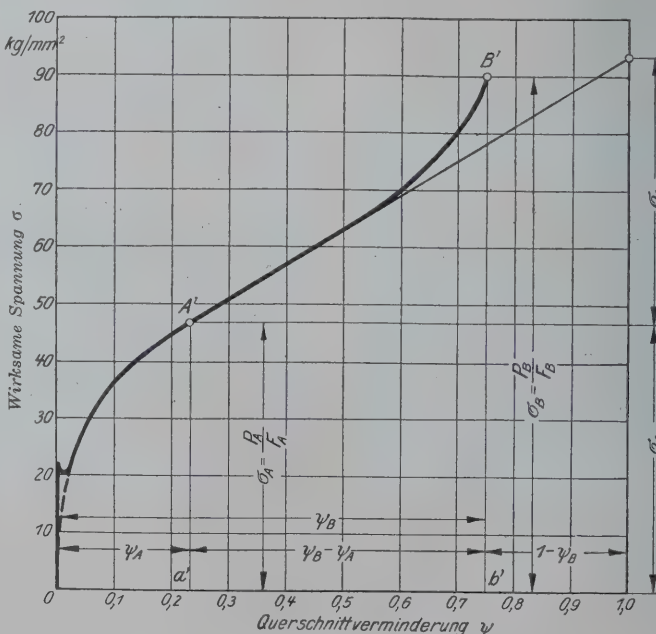
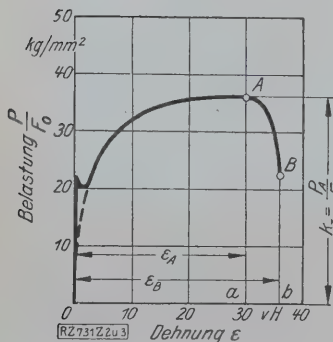
Die übliche Darstellung zeigt die Zugspannung σ in kg/mm² auf der Y-Achse und die Querschnittsverminderung ψ auf der X-Achse. Die Kurve beginnt bei A (Streckgrenze) und steigt bis B' (Bruch) an. Die Punkte A' und B' sind auf der Kurve markiert. Die Streckgrenze ist bei A erreicht, und der Bruch beginnt bei B. Die Querschnittsverminderung ist bei B' der Bruch.

Nach Überschreiten der Streckgrenze setzt ein mehr oder weniger plötzliches Gleiten ein. Die zugehörige Spannung ist die Streckgrenze. Bei A wird die Höchstlast erreicht, und der Stab beginnt, sich zu verformen, bis schließlich bei B der Bruch eintritt.

²⁾ Ludwik, Z. Bd. 142 und Bd. 69 (1925) S. 142.

³⁾ Nach A. Smeke, techn. Physik Bd. 7 (1926) S. 142. Der Idealkristall spröde ist der Idealkristall spröde, da er aus einem einzigen Kristall besteht, der sich nicht verformen kann.

Abb. 2 und 3
Zugschaubildliche Beziehung zwischen Zugspannung σ und Querschnittsverminderung ψ



Ludwik: Die Bedeutung des Gleit- und Reißwiderstandes für die Werkstoffprüfung



Abb. 4
Bildung in der Einschnürung eines
minium-Rundstabes. Vergr. 4fach.



Abb. 5
Kugeleindruck

Abb. 7
Druckwirkungszone bei
der Kugeldruckprüfung

Abb. 6
Kegeleindruck

Abb. 8
Druckwirkungszone bei
der Kegeldruckprüfung

Abb. 5 bis 8. Vergr. 17fach

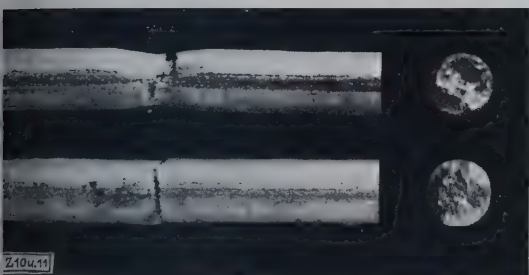


Abb. 10 und 11

Zugprobe vor und nach der Ermüdung
Vergr. 8fach



Abb. 17 (rechts)
Biegeversuche mit Flußstahl

a, b Flußstahl mit 0,2 vH Phosphor
c „ „ 0,03 „ „



Abb. 18
Vergr. 1½fach

Abb. 19
Vergr. 100fach

Abb. 18 und 19
Kerbschlagbruch bei weichem Flußstahl von hoher
Kerbzähigkeit (A rd. 18 mkg/cm²)

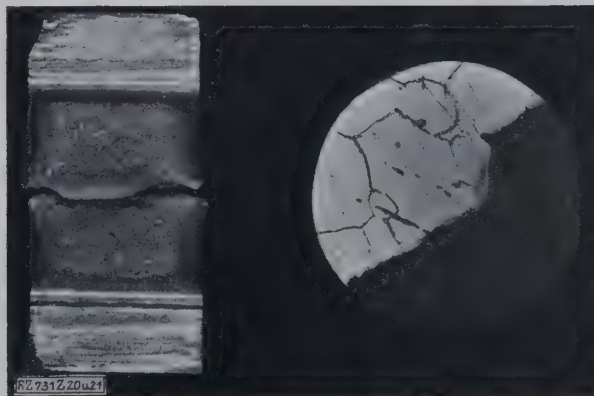


Abb. 20
Vergr. 1½fach

Abb. 21
Vergr. 250fach

Abb. 20 und 21
Kerbschlagbruch bei weichem Flußstahl von geringer
Kerbzähigkeit (A rd. 7 mkg/cm²)

Ludwik: Die Bedeutung des Gleit- und Reißwiderstandes für die Werkstoffprüfung

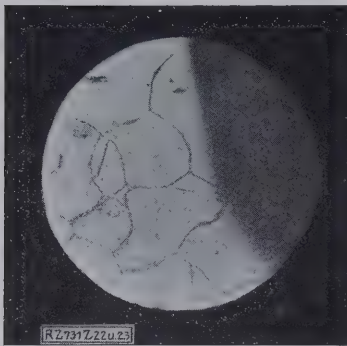


Abb. 22
Intragranularer Bruch
Vergr. 250fach

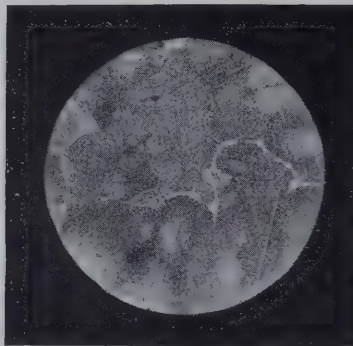


Abb. 23
Freier Zementit an den Korngrenzen
(geätzt nach Oberhoffer)

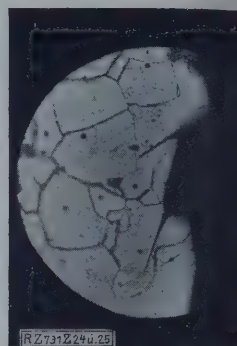


Abb. 24
Gealterter Flußstahl
Vergr. 250fach.



Abb. 25
Rekristallisierter Fluß-
stahl. Vergr. 100fach.

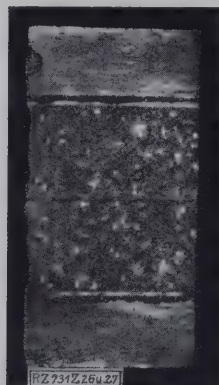


Abb. 26
Vergr. 1½fach

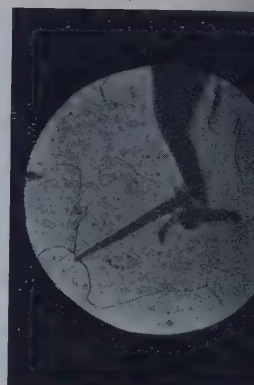


Abb. 27
Vergr. 100fach

Abb. 26 und 27.
Überhitzter Flußstahl (A rd. 3 mkg/cm²)



Abb. 28
Einfluß der Wärmebe-
handlung auf die Kerb-
zähigkeit

a gewalzt, A rd. 18 mkg/cm²
 b ausgeglüht und an der Luft
abgekühlt, A rd. 15 mkg/cm²
 c ausgeglüht und im Ofen ab-
gekühlt, A rd. 7 mkg/cm²
 d 10 vH gereckt und 1 h bei
800° geglüht A rd. 3 mkg/cm²



Abb. 29
Verschiedene Kerbzä-
higkeit bei gleicher K
größe

a ausgeglüht, A rd. 17 mkg/cm²
 b Zementit an den Korn-
zen, A rd. 6 mkg/cm²
 c künstlich gealtert,
 A rd. 3 mkg/cm²



Abb. 30 und 31
Sehniger und körniger
Bruch bei Schweißseisen
Vergr. 8 fach

a gewalzt, A rd. 15 mkg/cm²
 b gealtert, A rd. 3 mkg/cm²

dre Metalle zeigen (im ausgeglühten Zustand) so scharf ausgeprägte Streckgrenze wie weicher sondern der Fließbeginn setzt (in Abb. 2 gezeichnet angedeutet) ganz allmählich ein. Ein solcher Beginn wird nach Moser auch als Dehngrenze bezeichnet⁴⁾.

Die Ursache des ganz abweichenden Verhaltens von Eisen gegenüber andern Metallen ist noch nicht bekannt. Es ist ein solcher erst bei höheren Spannungen, erst dann um so jäher einsetzender Fließbeginn als auf Löslichkeitsänderungen zurückführbare Nachhärtererscheinung aufzufassen⁵⁾. Gewöhnlicher weicher Zustand befände sich dann bereits bei Zimmertemperatur im Zustand beginnender Nachhärtung, die mit sinkender Temperatur weiter fortschreitet, was die Kaltsprödigkeits-Ferritis verursacht.

Nach Kaltreckung mit nachfolgendem Anlassen wird die Nachhärtung beschleunigt, wodurch Gleitwiderstand und Streckgrenze steigen: das Eisen altert. Da auch die Zähigkeit als eine Alterungs- und Nachhärtungserscheinung anzusehen ist⁶⁾, so wäre derart der Knick an der Streckgrenze, die Alterung und die Kalt- und Warmzähigkeit auf die gleiche Ursache, nämlich auf eine im Laufe der Zeit stattfindende Löslichkeitsänderung zurückzuführen⁷⁾. Abb. 3 zeigt das Zug-Schaubild desselben Eisens in dieser Darstellung. Als Abszissen wurden statt der Dehnungen die Querschnittsverminderungen ψ aufgetragen, die Ordinaten statt der Belastungen die wirklichen Spannungen $\sigma = P/F$, also die auf den jeweiligen Querschnitt F bezogenen Belastungen P . Der Höchstwert entspricht einer Spannung von der Größe $\sigma' A'$, die zunehmender Einschnürung noch weiter steigt, bis schließlich bei einer mittleren Spannung von der Größe σ_B der Bruch einsetzt, sobald in der Stabachse (wo die Dehnung am größten ist) der Reißwiderstand überbunden wird. Die mittlere Spannung wird auch als Reißfestigkeit bezeichnet.

Wie Moellendorff und Czochralski⁸⁾ beobachtet haben, mit beginnender Einschnürung der Zugspannung σ etwa proportional der Querschnittsverminderung ψ zunimmt und einem Grenzwert σ_A bei $\psi = 1$ zustrebt, Abb. 3, so läßt sich (bei bestimmter Zugfestigkeit) die Reißfestigkeit σ_B aus den Querschnittsverminderungen ψ_A und ψ_B , also aus der gleichmäßigen Dehnung⁹⁾ und der Bruchquerschnittsverminderung ermitteln. Bei stärkeren Einschnürungen und größeren Abweichungen lassen sich durch entsprechende Korrekturen leicht berücksichtigen¹⁰⁾.

Die gleichmäßige Dehnung und Einschnürung geben zusammen nicht nur ein vollständigeres Bild über Art und Umfang der Dehnbarkeit als die Bruchdehnung, sondern auch beide unabhängig von der gewählten Meßlänge, auch die Bruchdehnung mit zunehmender Meßlänge abnimmt.

Es wäre es wünschenswert, wenn bei Zugversuchen die Zugfestigkeit und Einschnürung tunlichst auch noch unabhängig aus den Bruchstücken) die gleichmäßige Dehnung (im Mittel) gemessen würde, umso mehr als dies einfach und rasch (im Notfalle selbst ohne Einritzen einer Meßlinie) durchzuführen ist.

Es wäre (wenigstens für Rundstäbe) auch gleich die leidige Frage erledigt, ob Kurz- oder Langstab, ob dem Querschnitt proportionale Meßlänge oder ob eine bestimmte Meßlänge bei verschiedenen Querschnitten vorzuziehen ist.

Die im Zugversuch ermittelte Reißfestigkeit ist keine physikalisch bestimmte Größe. Denn mit wachsender Meßlänge verteilen sich Spannungen und Dehnungen ungleichmäßig.

M. Moser, Heft 295 der Forschungsarbeiten, S. 74, Berlin 1926. Verlag und Werkstoffausschußbericht Nr. 96 des Vereins Eisenhüttenleute (Nov. 1926).

Ludwik und Scheu, Werkstoffausschußbericht Nr. 70 des deutschen Eisenhüttenleute (Nov. 1925).

F. Fettweis, „Stahl und Eisen“ Bd. 39 (1919) S. 1 u. f. Bd. 42 (1922) S. 744.

Ludwik, Z. Bd. 70 (1926) S. 379.

Z. Bd. 57 (1913) S. 1018. Vergl. J. Czochralski, Z. f. Metallk. Bd. 15 (1923) S. 7.

Wann und warum die gleichmäßige Dehnung nicht wirklichig ist vergl. Ludwik, Elemente der Technologischen Metallkunde, Berlin 1909; G. Sachs und G. Fiek, Der Zugversuch, Leipzig 1926.

Ludwik, Z. f. Metallk. Bd. 18 (1926) S. 269.

immer ungleichmäßiger über den Querschnitt, was auch die Ursache ist, daß der Stab stets von der Achse aus reißt. Das Schlibild nach Abb. 4, Textbl. 17, zeigt z. B. den Bruchbeginn in einem Rundstab aus Aluminium bei 80 vH Querschnittminderung.

Es kann also höchstens mittelbar aus einer höheren Reißfestigkeit auf einen größeren Reißwiderstand geschlossen werden. Doch auch da nur auf den des mehr oder weniger vorgereckten Metalles, der von dem Reißwiderstand des ursprünglichen (ausgeglühten oder weniger gereckten) Stoffes durchaus verschieden sein kann. Denn eine Formänderung bewirkt nicht nur eine Formverfestigung, sondern sie kann auch eine Zunahme des Reißwiderstandes, also eine Reißverfestigung¹¹⁾ hervorrufen. Häufig dürfte auch der Reißwiderstand durch innere Spannungen und Ausscheidungen (besonders an den Korngrenzen) örtlich stark herabgesetzt sein.

Allgemein üblich ist es, die Größe des Reißwiderstandes, also die technische Kohäsion eines Werkstoffes nach dessen Zugfestigkeit zu beurteilen¹²⁾. Doch ist diese Auffassung irrig, da bei einschnürenden Stoffen die beiden Größen in keinem unmittelbaren Zusammenhange stehen, was ja auch schon daraus hervorgeht, daß man die Zugfestigkeit solcher Stoffe bestimmen kann (bei Abbruch des Versuches bei beginnender Einschnürung) ohne den Stab überhaupt zu zerreißen, ohne also die Kohäsion überwinden zu müssen.

Daß Zugfestigkeit und Reißfestigkeit verschiedene Stoffeigenschaften zum Ausdruck bringen, ist auch daraus zu ersehen, daß z. B. durch Überhitzung, durch chemische Einwirkungen (Beizen), aber auch durch Ermüdung, die Reißfestigkeit oft stark herabgesetzt wird, während die Zugfestigkeit gleich bleibt.

Durch die Zugfestigkeit wird bei einschnürenden Stoffen eben lediglich ein Gleitwiderstand, nicht aber ein Reißwiderstand gemessen.

Härteprüfung

Da auch bei allen Eindruckhärteproben¹³⁾ eigentlich nur ein Gleitwiderstand gemessen wird, so müssen Zugfestigkeit und Härte in naher Beziehung stehen. Die Auffassung der Zugfestigkeit und Eindruckhärte als Gleitwiderstand gibt auch eine einfache Erklärung, wann und warum das Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Härte bei verschiedenen Werkstoffen verschieden ist.

Abb. 5 und 6, Textbl. 17, zeigen Schlibe durch einen Kugel- und einen Kegeleindruck in weiches Eisen. Die Kugel mit 2,5 mm Dmr. wurde mit 187,5 kg eingedrückt, entsprechend der üblichen Kugeldruckprobe mit der 10 mm-Kugel bei 3000 kg Belastung. Durch den mit derselben Belastung (187,5 kg) eingedrückten Kegel sind die Kristallite stärker verzerrt worden als durch die Kugel. Daher wird auch der Gleitwiderstand bei dem Kegel höhere Werte erreichen als bei der Kugel.

Abb. 7 und 8, Textbl. 17, lassen auch die durch nachträgliche Rekristallisation (halbständiges Glühen bei 600 °C) sichtbar gemachte Druckwirkungszone erkennen, die beim Kegel (bei gleichem Eindruckdurchmesser) sich seitlich etwas weiter erstreckt als bei der Kugel¹⁴⁾.

Innerhalb dieser Zone ist das Metall mehr oder weniger stark über die Schubgrenze beansprucht worden. Je schärfer der Eindruck, um so größer die spezifische Gleitung, um so größer also auch der mittlere spezifische Gleitwiderstand¹⁵⁾.

¹¹⁾ Vergl. G. Masing und M. Polanyi, Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, Bd. 2 S. 225, Berlin 1923; E. Schmid, Z. f. Physik Bd. 32 (1925) S. 918; A. Smekal, Z. f. techn. Physik Bd. 7 (1926) S. 535.

¹²⁾ Erst dank der Schriften von G. Sachs und seiner Mitarbeiter beginnt man nun endlich die Zugfestigkeit einschnürender Stoffe nicht mehr als einen Trennungswiderstand, sondern als einen Verformungswiderstand anzusehen. Vergl. G. Sachs, Grundbegriffe der Mechanischen Technologie der Metalle, Leipzig 1925; G. Sachs und G. Fiek, Der Zugversuch, Leipzig 1926.

¹³⁾ Über verschiedene Härteprüfverfahren vergl. W. Deutsch, VDI-Nachrichten Nr. 16 vom 20. April 1927, S. 10.

¹⁴⁾ Der besseren Anschaulichkeit wegen wurde die Rekristallisationsgrenze mit einem schwarzen Strich umsäumt.

¹⁵⁾ Über die Berechnung der Härte ideal-plastischer Stoffe vergl. L. Prandtl, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 1 (1921) S. 15 und A. Nádai, Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 1 (1921) S. 20. Über die Abhängigkeit des Widerstandes von der Probenform und der Eindringtiefe vergl. G. Sachs, Z. f. techn. Physik Bd. 8 (1927) S. 132 und Die Naturwissenschaften Bd. 14 (1926) S. 1219.

Wegen der geometrischen Ähnlichkeit der erzeugten Eindrücke wird dieser Gleitwiderstand bei der Kegeldruckprobe während des Eindringens gleichbleiben, weswegen die auf die Eindrucksfläche bezogene Belastung, also die Kugeldruckhärte, unabhängig von der Eindrucksgröße sein muß, und zwar für beliebige Stoffe¹⁶⁾.

Während somit bei der Kegeldruckprobe die Belastung P proportional mit d^2 (dem Quadrate des Eindruckmessers) wächst, nimmt bei der Kugeldruckprobe die Belastung nicht proportional d^2 , sondern stärker zu, nämlich proportional d^{2n} ¹⁷⁾, wobei der Exponent n seinem unteren Grenzwert $n=2$ um so näher kommen wird, je weniger der Gleitwiderstand mit der Gleitung zunimmt, je flacher also die Zug-Schaulinie verläuft.

Dies ist auch der Grund, warum der Exponent n bei kaltbearbeiteten Metallen kleiner ist als bei geglähten¹⁸⁾. Derart gibt also dieser Exponent (beim gleichen Metall) auch ein Maß der Größe der vorangegangenen Kaltbearbeitung.

Abb. 9 zeigt die Zug-Schaubilder von ausgeglühtem Aluminium, Elektrolytkupfer, Gelbtombak (Ms 72), Druckmessing (Ms 63) und Nickel.

Die Kugeldruckhärte (bezogen auf die Kalottenfläche) für $d=D/4$ und $d=D/2$ (wenn d der Eindruck- und D der Kugeldurchmesser ist), sowie die Kegeldruckhärte dieser Metalle wurde auf die in Abb. 9 gestrichelt eingezeichneten Ordinaten $\varepsilon=9, 12$ und 18 vH in entsprechend gewählten Maßstäben (auf derselben Ordinate aber natürlich im selben Maßstab) aufgetragen. Dann fallen die auf diesen drei Ordinaten durch die eingeringelten Punkte und die beigefügten Zahlen gekennzeichneten Härtezahlen fast ganz in die zugehörige Zug-Schaulinie. Die Kugeldruckhärte (für $d=D/4$ und $D/2$) und die Kegeldruckhärte dieser Metalle sind also etwa proportional den bei den Dehnungen $\varepsilon=9, 12$ und 18 vH erreichten Belastungen (oder Spannungen, die bei derselben Dehnung der Belastung proportional sind).

Diese Darstellung läßt auch erkennen, warum das Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Härte z. B. bei Aluminium und Nickel, besonders bei flachen Eindrücken ($d=D/4$), so verschieden ist, Zahlentafel 1, wo auch noch die Brinellhärte für 1000 kg Belastung (10 mm-Kugel) eingetragen wurde.

Da auch bei der Spanabnahme, z. B. beim Drehen und Hobeln, aber auch beim Schleifen der Schnittdruck als ein mittlerer Gleitwiderstand aufzufassen ist, so müssen Schnittdruck, Härte und Zugfestigkeit in enger Beziehung stehen, was auch aus den Arbeiten von Klopstock, Kronenberg, Kurrein, Schlesinger u. a. hervorgeht¹⁹⁾.

Wechselnde Beanspruchung

Bei den bisher besprochenen Prüfverfahren erfolgte die Beanspruchung stets in gleicher Richtung. Ganz anders jedoch werden Gleit- und Reißwiderstand verändert,

¹⁶⁾ Bei homogenen und isotropen Stoffen und bei nicht allzu kleinen Eindrücken, falls also der Einfluß des Gefüges und der Spitzenabrundung zu vernachlässigen ist. Vergl. Ludwik, Z. f. Metallk., Bd. 14 (1922) S. 101.

¹⁷⁾ Eugen Meyer, Z. Bd. 52 (1908) S. 645.

¹⁸⁾ P. W. Döhmer, Z. Bd. 71 (1927) S. 816.

¹⁹⁾ Vergl. VDI-Nachrichten Nr. 30 vom 27. Juli 1927, S. 9.

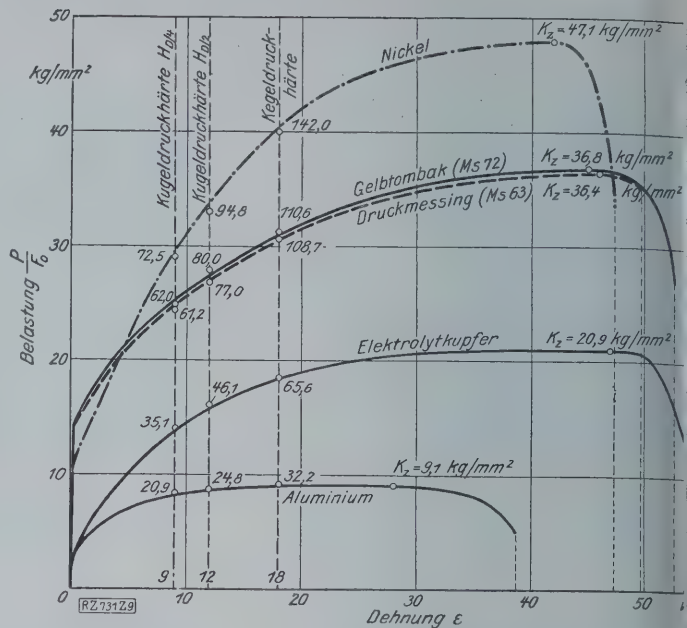


Abb. 9

Beziehung zwischen der Kugeldruckhärte (bei $d = \frac{D}{4}$ und $d = \frac{D}{2}$) der Kugeldruckhärte und der Zugfestigkeit bei verschiedenen Metallen

wenn die Beanspruchung ihre Richtung ständig v also bei wechselnder oder schwingender Beanspr

Schon bei der bei der Drahtprüfung angew Hin- und Herbiegeprobe wird der Werkstoff w beansprucht. Wenn aber, wie üblich, der Krümm halbmesser der Klemmbanken etwa 2 bis 3 mal wie der Drahtdurchmesser gewählt wird, so tr Bruch meist schon nach wenigen Hin- und Herbie ein, wobei das Metall eine Kalthärtung erfährt.

In Zahlentafel 2 wurden die Biegezahlen ver ner Metalle den zugehörigen Festigkeits- und De werten gegenübergestellt. Die Drähte hatten 1 b Dmr. und der Krümmungshalbmesser (der Biege war stets doppelt so groß wie der Drahtdurchmes

Diese von W. Deisinger durchgeführte such ergaben, daß bei den vorliegenden Drähten, im ausgeglühten, wie im hart gezogenen Zustand) di zahl ungefähr proportional war der Summe aus de mäßigen Dehnung und der Einschnürung²⁰⁾. Die zahl bringt also eine Formänderungsgröße zum Au entsprechend etwa einer Bruchdehnung bei sehr Meßlänge, Zahlentafel 2 letzte Spalte.

Eine eigentliche Ermüdung tritt hier nicht a dern erst dann, wenn der Krümmungshalbmesser gewählt wird, daß viel höhere Biegezahlen werden. Auf das Ermüdungsproblem hier näher gehen würde zu weit führen. Ich möchte mich d darauf beschränken, hervorzuheben, worin meines

²⁰⁾ Die gleichmäßige Dehnung kann mit hinreichender keit auch der Bruchdehnung für eine Meßlänge $l_0 = 200$ Drahtdurchmesser) gleichgesetzt werden. Die wirkliche Einsc also die auf den Querschnitt F_A des gleichmäßig gedehnten bezogene Einschnürung $\psi_0 = (F_A - F_B) : F_A$, ergab etwas bess einstimmung als die auf den ursprünglichen Querschnitt F_0 Bruchquerschnittverminderung $\psi_B = (F_0 - F_B) : F_0$.

Zahlentafel 1. Vergleichende Zug- und Härteversuche

Werkstoff	Kugeldruckhärte			Kegeldruckhärte H	Zugfestigkeit K_z kg/mm ²	$\frac{K_z}{H_{D/4}}$	$\frac{K_z}{H_{1000/10 \text{ mm}}}$	$\frac{K_z}{H_{D/2}}$
	$H_{D/4}$	$H_{1000/10 \text{ mm}}$	$H_{D/2}$					
Aluminium	20,9	23,9	24,8	32,2	9,1	0,435	0,381	0,367
Elektrolytkupfer	35,1	46,1	46,1	65,6	20,9	0,596	0,453	0,453
Druckmessing Ms 63	61,2	72,6	77,0	108,7	36,4	0,595	0,502	0,473
Gelbtombak Ms 72	62	75,4	80	110,6	36,8	0,594	0,488	0,460
Nickel	72,5	80,3	94,8	142	47,1	0,650	0,586	0,497

Zahlentafel 2
reichende Zug- und Hin- und Herbiege-
versuche

off	Zug- festig- keit k_z kg/mm ²	Gleich- mäßige Dehnung ϵ_A vH	Wirk- liche Ein- schnü- rung ψ_p vH	Bruch- quer- schnitt- vermin- derung ψ_B vH	Biege- zahl n	0,14 (ϵ_A vH + ψ_p vH)
um, lührt um, ezoz-	10,8	16	87,1	89	16	14,4
..	18,9	3	76,3	77	8,5	11,1
..	26	38	64,1	74	12	14,3
il, lührt aus- t..	32	28,6	77,2	82,3	14	14,8
..	36,7	40,5	67,7	77	15	15,1
..	37	39	65,2	75	15	14,6
hart en	42	2,6	55,9	57	7,5	8,2
hl A	70	0,7	56,1	56,4	7,5	8,0
ezoz-	76	0,5	65,8	66	8,5	9,3
hl B	133	2,3	60,6	61,5	10	8,8
hl C	167	1,2	57,2	57,7	8	8,2
hl D	179	1,4	53,1	53,7	8	7,6
hl E	211	2,0	37,9	39,1	6	5,6

ch die Wirkung einer ruhenden Beanspruchung
ätzlich von der einer oftmals wechselnden unter-
t, worin also eigentlich das Wesen der Ermüdung

ruhender Beanspruchung tritt der Bruch (Tren-
bruch) ein, sobald der Gleitwiderstand zufolge Kalt-
so groß geworden ist, daß die Zugspannung, die
st, diesen hohen Gleitwiderstand zu überwinden,
den Reißwiderstand überschreitet. Hierbei wer-
atomaren Bindungen an der Anbruchstelle fast
zeitig zerrissen.

ders bei oftmals wechselnder Beanspruchung, wo
Überschreitung der Ermüdungsgrenze bei jedem
ngswechsel Hin- und Herschiebungen stattfinden,
(Scheu auch metallographisch nachweisen konnte²¹).
erdurch werden erst wohl nur ganz wenige, später
amer mehr Bindungen überanstrengt und gelöst.
wechselnder Beanspruchung scheint also der Bruch
eine ganz allmählich fortschreitende Auflockerung
stallgitters zu erfolgen, indem innerhalb oft langer
eine Bindung für Bindung zerrissen wird.

ie Gitterlockerung ist somit grundsätzlich verschie-
n der Gitterstörung durch Kaltreckung. Daher
ich das ermüdete Metall, ganz unabhängig von der
er Spannungswechsel und der Höhe der Grenz-
ng, oberhalb dieser das gleiche Formänderungs-
ld wie das ursprüngliche Metall, nur bricht das
ld um so früher ab, je mehr Wechsel vorangingen.
esetzmäßigkeit kommt am anschaulichsten im Ver-
gsversuch zum Ausdruck²²).

ei läßt sich auch bei wechselnder Biegung mitunter
achweisen, daß die Ermüdung hauptsächlich auf
erminderung des Reißwiderstandes beruht. So
r. B. Abb. 10 und 11^{22a}) Zugproben eines 1 mm dicken
htes von rd. 210 kg/mm² Zugfestigkeit und
H Bruchquerschnittverminderung, oben, Abb. 10,
Dauerbeanspruchung und unten, Abb. 11, nach
Umläufen um eine Scheibe vom hundertfachen
urchmesser. Obwohl im vorliegenden Falle²³)
ie Streckgrenze, noch die Zugfestigkeit durch die
ng merklich geändert wurde, war der Reißwider-
es ermüdeten Drahtes örtlich bereits so gering,

daß er dort fast ohne Einschnürung riß. Im Bruchquer-
schnitt ist auch zu erkennen, wie weit sich die gelockerte
Zone erstreckte.

Stoßbeanspruchung. Kerbwirkungen. Räumliche Spannungszustände

Bei den bisherigen Betrachtungen wurde der Einfluß
der Formänderungsgeschwindigkeit, also der Gleitge-
schwindigkeit, noch ganz außer acht gelassen. Dieser
Einfluß äußert sich vor allem darin, daß der Gleitwider-
stand mit wachsender Gleitgeschwindigkeit zunimmt,
ähnlich wie z. B. bei Flüssigkeiten²⁴).

Diese Erhöhung des Gleitwiderstandes mit zunehmen-
der Gleitgeschwindigkeit ist auch die Ursache, warum
sich oft derselbe Stoff bei ruhender Beanspruchung zähe,
dagegen bei Stoßbeanspruchung spröde verhält.

So läßt sich z. B. ein Zinkstab ganz langsam beliebig
biegen, weil der Gleitwiderstand hierbei klein bleibt. Da-
gegen bricht er sofort bei zu rascher Biegung, weil dann
der Gleitwiderstand so groß wird, daß, um ihn zu über-
winden, schon Zugspannungen nötig sind, die den Reiß-
widerstand überschreiten.

Sehr anschaulich tritt dieses Spröderwerden mit wach-
sender Formänderungsgeschwindigkeit oft bei Stoffen
hervor, deren Gleitwiderstand mit der Gleitgeschwindig-
keit stark zunimmt. So z. B. bei Pech, das sich bei ruhen-
der Belastung wie eine zähe Flüssigkeit, bei Stoß aber
wie ein spröder fester Körper verhält.

Besonders gefährlich können Stoßbeanspruchungen
bei hinzutretenden Kerbwirkungen werden. Bei der
Frage nach der Ursache der Kerbsprödigkeit ist vor
allem zu beachten, daß der Spannungszustand in der
Kerbe ein räumlicher ist, da, wie R. Baumann schon
1912 gezeigt hat, die angrenzenden Stoffteile die Quer-
zusammenziehung in der Kerbe hindern, also versteifend
wirken²⁵).

²⁴) Über die Erhöhung des Formänderungswiderstandes mit der
Formänderungsgeschwindigkeit vergl. F. K örber u. H. A. v. Storp,
Mitt. Kaiser-Wilh.-Inst. f. Eisenforschung Bd. 7 (1925) S. 81 und Bd. 8
(1926) S. 127; Ludwik, Physik. Z. Bd. 10 (1909) S. 411 und Elemente
der Technologischen Mechanik, S. 44/53, Berlin 1909; R. Mailän-
der, Krupp'sche Monatshefte Bd. 4 (1923) S. 39; E. Meyer,
Heft 295 der Forschungsarbeiten, S. 62, Berlin 1927, VDI-Verlag;
R. Plank, Z. Bd. 56 (1912) S. 17.

²⁵) R. Baumann, Z. Bd. 56 (1912) S. 1311.

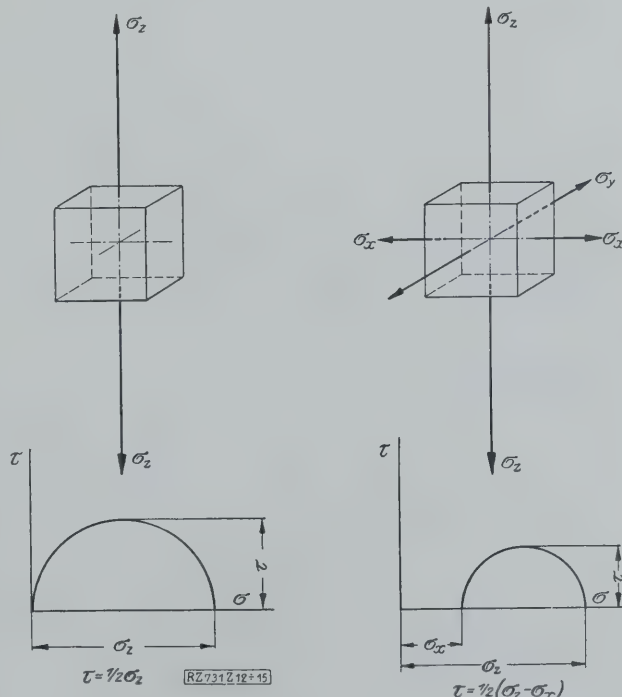


Abb. 12 und 13
Einachsige Zug-
beanspruchung

Abb. 14 und 15
Dreiachsige Zug-
beanspruchung

Abb. 12 bis 15

Beziehung zwischen Zug- und Schubspannung bei
einachsiger und dreiachsiger Zugbeanspruchung

Z. Bd. 67 (1923) S. 126. Kürzlich von W. Herold (Z. Bd. 71
1929) durchgeführte Dauerversuche haben dies bestätigt.
Ludwik, Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. Bd. 68 (1916)
Ludwik und Scheu, Z. Bd. 67 (1923) S. 122.
Abb. 10 und 11 sowie 17 bis 21 sind ebenfalls auf Textblatt 17,
S. 81 auf Textblatt 18 angeordnet.
Über weitere einschlägige Versuche wird a. a. O. berichtet.

Beim einachsigen Spannungszustand, also z. B. beim gewöhnlichen Zugversuch (bis Beginn der Einschnürung), ist die größte auftretende Schubspannung τ halb so groß wie die Zugspannung σ_z , Abb. 12 und 13. Anders bei dreiachsiger Zugbeanspruchung, wo der gleichen Spannung σ_z eine kleinere Schubspannung τ entspricht, Abb. 14 und 15. Je mehr sich die Hauptspannungen σ_x und σ_z einander nähern, je stärker also die Versteifung, um so größere Zugspannungen sind erforderlich, den Gleitwiderstand zu überwinden.

Übersteigt die dazu nötige Spannung örtlich den Reißwiderstand, so erfolgt der erste Anriß. Geschieht dies, bevor noch die Schubspannung die Schubgrenze erreicht hat, so wird der Stoff reißen, bevor er sich noch bleibend dehnt. Bei dreiachsiger Zugbeanspruchung können also selbst Stoffe, die im gewöhnlichen Zugversuch große Dehnbarkeit zeigen, sich wie ganz spröde Körper verhalten²⁶⁾.

Diese Eigentümlichkeit räumlicher Spannungszustände blieb bisher unbeachtet, obwohl ihr eine große Bedeutung in der Werkstoffprüfung zukommt und viele sonst unerklärliche Brucherscheinungen wohl nur so zu deuten sind²⁷⁾. Ich erinnere nur z. B. an die Brüche zufolge Wärme-, Schwind- und Reckspannungen²⁸⁾, wobei oft sehr dehnbare Metalle ohne vorhergegangene Verformung plötzlich reißen²⁹⁾.

Abb. 16 möge noch den Einfluß räumlicher Spannungszustände auf das Formänderungs-Schaubild schematisch veranschaulichen. oM sei die Zuglinie bei einachsiger Beanspruchung (die Dehnungen ϵ als Abszissen und die Zugspannungen σ als Ordinaten aufgetragen), wobei in M noch vor Beginn der Einschnürung ein Trennungsbruch erfolgen möge. Dann geben, falls keine Reißverfestigung stattfindet, oM_1 , oM_2 , $oM_3 \dots$ die Zuglinien bei dreiachsiger Zugbeanspruchung, wenn $\sigma_x = 1/3 \sigma_z$, $1/2 \sigma_z$, $2/3 \sigma_z \dots$

Mit zunehmenden Werten von σ_x werden die Linien immer steiler. Die Abszissen om_1 , om_2 , $om_3 \dots$ entsprechen der erreichten Dehnung und die Ordinaten $m_1 I$, $m_2 II$, $m_3 III \dots$ der erreichten Kalthärtung. Je mehr sich also die Spannung σ_x der Spannung σ_z nähert, nach um so geringerer Formänderung und Verfestigung erfolgt der Bruch.

Die Kerbschlagprobe³⁰⁾

Wesentlich verschärft wird diese ungünstige, die Dehnbarkeit vermindernde Wirkung räumlicher Span-

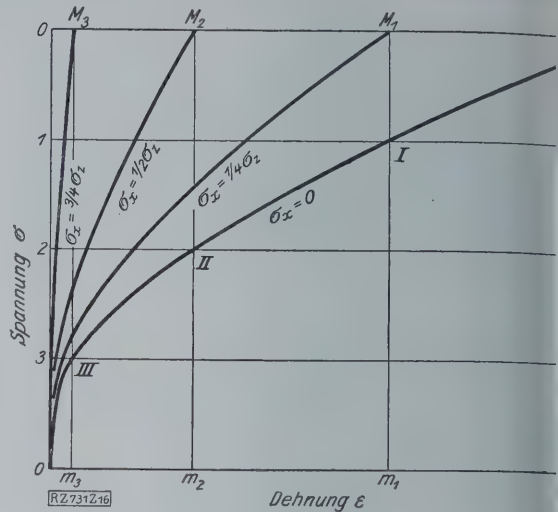


Abb. 16
Einfluß räumlicher Spannungszustände auf das Formänderungs-Schaubild

nungszustände noch durch den erwähnten Einfluß der Geschwindigkeit. Um so mehr als an der Kerbstärke die Formänderung nur auf einen kleinen Reibstrecke, wodurch schon bei geringer Schlaggeschwindigkeit dort die spezifische Gleitgeschwindigkeit sehr groß sein wird, was wiederum eine Steigerung des Gleitwiderstandes bedingt.

Die starke Zunahme des Gleitwiderstandes mit der Gleitgeschwindigkeit ist die Ursache, warum viele Stoffe erst bei Stoßbeanspruchung kerbspröde erscheinen. Abb. 17a zeigt z. B. die Biegeprobe eines Eisens mit verhältnismäßig hohem Phosphorgehalt³¹⁾. Trotz dieses hohen Phosphorgehaltes ließe sich die nicht eingekerbte Probe vollständig zusammen ohne einzureißen. Aber auch die eingekerbte Probe Abb. 17b, ließ sich langsam noch ebenso weit durchbiegen, wie ein Flußstahl nahezu gleicher Festigkeit mit 0,03 vH Phosphor, Abb. 17c³²⁾, Kerbgrunde Risse sichtbar wurden.

Dagegen zeigte die im Pendelhammer gebogene Probe (bei gleichen Abmessungen und gleicher Kerbstärke) fast keine Durchbiegung und eine Kerbzähigkeit von 2,5 mkg/cm², gegen rd. 12 mkg/cm² bei dem phosphorärmeren Eisen. Die durch den höheren Phosphorgehalt hervorgerufene Kaltbrüchigkeit kam also weder bei der statischen nicht gekerbten Biegeprobe, noch auch bei der statischen Kerbbiegeprobe zum Ausdruck, dagegen deutlich bei der dynamischen Kerbbiegeprobe.

³¹⁾ Zugfestigkeit 47 kg/mm², Bruchdehnung 30 vH, Bruchschnittverminderung 60 vH.
³²⁾ Zugfestigkeit 48,5 kg/mm², Bruchdehnung 30 vH, Bruchschnittverminderung 57 vH.

Zahlentafel 3. Vergleichende Zug- und Kerbschlagversuche mit weichem Flußstahl

Flußstahl mit 0,05 vH C		Einlieferzustand (Rundeisen)	1/2 h bei 900°C gegläut		5 vH vorgereckt und 1 h bei 250°C angelassen	10 vH vorgereckt, 1 h bei 800°C gegläut und an der Luft abgekühlt	1 h bei 1300°C gegläut
			an der Luft abgekühlt	im Ofen abgekühlt		an der Luft abgekühlt	an der Luft abgekühlt
Zugprobe	Obere (bezw. untere) Streckgrenze $\sigma_S \dots \dots$ kg/mm ²	30,6 (23,0)	29,8 (22,9)	27,1 (20,2)	37,1 (35,3)	14,7	15,9 (15,7)
	Zugfestigkeit $K_Z \dots \dots$ "	33,6	34,5	32,5	40,3	33,1	32,7
	Reißfestigkeit $\sigma_B \dots \dots$ "	77,1	81,6	82,0	85,5	69,4	58,4
	Gleichmäßige Dehnung $\epsilon_A \dots$ vH	26,5	26,0	30,0	14,0	25,0	27,5
	Bruchdehnung $\epsilon_B \dots \dots$ "	33,8	34,8	38,6	21,3	32,3	34,1
	Wirkliche Einschnürung $\psi_e \dots$ "	64,5	67,8	67,8	66,8	60,3	45,6
Kerbschlagprobe	Bruchquerschnittverminderung $\psi_B \dots \dots$ "	71,9	74,4	75,3	70,9	68,2	57,3
	Kerbzähigkeit $A \dots \dots$ mkg/cm ²	18,1	19,9	6,9	3,4	2,6	3,1
		17,5	17,0	6,4	3,1	3,2	3,0
		19,5	14,8	6,0			

wieweit eine Wärmebehandlung die Kerbzähigkeit einflussen vermag, möge noch an einem Beispiele rt werden³³⁾.

ganz weicher Flußstahl mit 0,05 vH Kohlenstoff in nform wurde im elektrischen Ofen bei 900° eine Stunde ausgeglüht und hierauf: a) an der Luft iht, b) im Ofen langsam erkalten gelassen, c) um vorgereckt und 1 h bei 250°C erhitzt, also künst- ealtet, d) um 10 vH vorgereckt und 1 h bei geglüht, also rekristallisiert, e) 1 h bei 1300°C , also überhitzt.

Zahlentafel 3 sind die Mittelwerte der Ergeb- er Zugversuche den zugehörigen Werten der Kerb- eit gegenübergestellt. Durch die langsame Abküh- n Ofen wurde die Kerbzähigkeit fast auf ein Drittel esetzt. Künstliche Alterung, Rekristallisation oder tzung vermindert die Kerbzähigkeit sogar auf rd. chstel. Dieser starke Abfall der Kerbzähigkeit , langsame Abkühlung, Rekristallisation oder tzung kommt jedoch in den Werten der Bruchdeh- n nicht zum Ausdruck.

Die Ursache dieser in der Zugprobe nicht wahr- ren Brüchigkeit festzustellen, wurden die Kerb- roben von R. Scheu auch noch metallographisch eht.

b. 18 und 19 zeigen den Bruch und das Gefüge des im Einlieferungszustand. Der Bruch ist matt und

Das Gefüge besteht aus Ferrit und etwas Perlit. uchstelle ist am Rand ausgezackt, und die Körner ark verzerrt.

b. 20 und 21 zeigen dasselbe Eisen, jedoch nach dem hen, im Ofen langsam erkalten. Der Bruch ist d (nur ein schmaler Rand ist matt) und scheint den Korngrenzen liegenden Zementitstellen auszu- die beim Schleifen und Polieren leicht ausbrechen). en solchen Anbrüchen verläuft die Bruchlinie auch ig durch die Körner, Abb. 22.

in Abb. 23 dargestellte mit dem Oberhoffer- tztmittel behandelte Schliff zeigt sehr deutlich den Korngrenzen ausgeschiedenen freien Zementit. ie einzelnen Körner trennenden spröden und har- nentithüllen sind vermutlich die Ursache, warum gsame Abkühlung die Kerbzähigkeit so stark her- .

b. 24 zeigt die Bruchlinie des künstlich gealterten von nur 3 mkg/cm² Kerbzähigkeit. Die geradlinigen innerhalb der Körner deuten auf einen intragranu- rchverlauf.

b. 25 zeigt die Kornvergrößerung durch Rekristal- ³⁴⁾, läßt aber auch erkennen, daß der Bruch bei ullisiertem Eisen nicht, wie meist angenommen wird, n den Körnern, sondern durch die Körner erfolgt. eiche: grobes Korn und intragranularen Bruch auch die in Abb. 26 und 27 dargestellten Brüche erhitztem Eisen. Die durch Rekristallisation und zung verursachte Sprödigkeit dürfte also enge n groben Korn zusammenhängen. Warum aber Körner leichter spalten als kleine, ist damit aller- och nicht erklärt.

Abb. 28 wurden Kerbschlagbrüche desselben, aber den behandelten Eisens einander gegenübergestellt, ar: gewalzt ($A = 18 \text{ mkg/cm}^2$), ausgeglüht und an t abgekühlt ($A = 15 \text{ mkg/cm}^2$), ausgeglüht und im -kaltet ($A = 7 \text{ mkg/cm}^2$), und rekristallisiert ($A = \text{m}^2$). Deutlich tritt hervor, daß mit abnehmender higkeit der sehnige matte Bruch allmählich in einen n glänzenden übergeht, bis schließlich bei dem Eisen ter Kerbzähigkeit die ganze Bruchfläche körnig und

glänzend erscheint, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß dort der Bruch zumeist durch die Spaltflächen oder Korngrenzen geht, wogegen der sehnige matte Bruch mehr durch Abgleiten stark gereckter Kristallkörner zustande kommt.

Der Werkstoff erscheint also um so kerbzäher, je mehr Kristallite vor Beginn des Trennungsbruches zu möglichst weitgehender Verformung gelangen, und um so kerb- spröder, je früher dieser Trennungsbruch einsetzt.

Ein solcher Abfall der Kerbzähigkeit durch vorzeitig einsetzende Trennungsbrüche braucht aber durchaus nicht von einer Vergrößerung des Kornes begleitet zu sein.

So zeigt z. B. Abb. 29 drei Kerbschlagbrüche desselben Eisens und zwar: an der Luft erkalten ($A = 17 \text{ mkg/cm}^2$), im Ofen erkalten ($A = 6 \text{ mkg/cm}^2$) und gealtert ($A = 3 \text{ mkg/cm}^2$). In dem Maße, als der matte sehnige Bruch glänzend und scheinbar grobkörnig wird, sinkt also die Kerbzähigkeit von 17 auf 3 mkg/cm², ohne daß jedoch die Korngröße hierbei eine wesentliche Änderung erfährt.

Bei gleicher Korngröße kann also der Bruch sowohl matt und sehnig, als auch glänzend und körnig sein. Abb. 30 und 31 zeigen z. B. Brüche eines Schweißeisens mit schöner Sehne. Die Kerbzähigkeit betrug rd. 15 mkg/cm². Dasselbe Eisen zeigte künstlich gealtert (5 vH vorgereckt und 1 h bei 250° erhitzt) einen glänzenden körnigen Bruch bei einer Kerbzähigkeit von rd. 3 mkg/cm².

Metallographisch ist (bei den üblichen Vergrößerungen) das gealterte und nicht gealterte Eisen nicht zu unter- scheiden. Wohl aber ist der durch die Streckgrenze und Zugfestigkeit gemessene Gleitwiderstand des ge- alterten Eisens wesentlich größer. Um diesen größe- ren Gleitwiderstand, besonders bei hohen spezifischen Gleit- geschwindigkeiten, zu überwinden, waren hier also schon Zugspannungen nötig, die den Reißwiderstand örtlich über- schritten.

Eine ganz ähnliche Erhöhung des Gleitwiderstandes bei wenig geänderter Reißfestigkeit erfährt das Eisen auch bei abnehmender Temperatur³⁵⁾. Der Abfall der Kerbzähigkeit beim Altern und mit sinkender Tempera- tur wäre derart auf die gleiche Ursache, nämlich auf eine Erhöhung des Gleitwiderstandes zufolge stärker einsetzen- der Nachhärtung, zurückführbar.

Inwieweit bei all dem der Reißwiderstand örtlich durch submikroskopische Ausscheidungen und innere Spannun- gen (auch Gitterspannungen, z. B. zufolge Wärmeausdeh- nung verschiedener Gefügebestandteile oder unvollständig verlaufender Umwandlungen) vermindert wird, ist noch nicht erforscht.

Ein starker Abfall (Übergang von der Hoch- zur Tief- lage) der Kerbzähigkeit wird jedenfalls stets eintreten, wenn entweder durch Zunahme des Gleitwiderstandes oder Abnahme des Reißwiderstandes das Verhältnis zwischen Reiß- und Gleitwiderstand unter einen gewissen Grenzwert sinkt, der von dem Werkstoff, der spezifischen Gleitge- schwindigkeit und dem Spannungszustand (also auch von der Form der Kerbe und Breite der Probe) abhängig ist³⁶⁾.

In diesem Sinne kann ein zu hoher Gleitwiderstand, be- sonders eine zu hohe dynamische Elastizitätsgrenze recht ungünstig wirken. Andererseits ist aber ein möglichst hoher Gleitwiderstand natürlich sehr erwünscht, um die Wider- standsfähigkeit des Werkstoffes, besonders gegenüber oft- mals wechselnden Beanspruchungen zu erhöhen. Beides: hohe Kerbzähigkeit und große Dauerfestigkeit ist aber nur zu erreichen, wenn mit dem Gleitwiderstand auch der Reiß- widerstand entsprechend gehoben wird.

Dies geschieht z. B. durch eine nicht zu harte Ver- gütung, weil hierbei der Reißwiderstand stärker zunimmt als der Gleitwiderstand³⁷⁾. Daß durch eine Vergütung die Reißfestigkeit (nicht nur die Zugfestigkeit) sehr stark er- höht werden kann, hat bisher merkwürdigerweise noch keine Beachtung gefunden³⁸⁾.

Sämtliche Kerbschlagproben hatten 15 × 15 mm² Querschnitt n 7,5 mm tiefen Rundkerb von 2 mm Dmr. Die Kerbschlag- wurden auf einem 100-mkg-Pendelhammer von Amsler mit Höhe von 3,2 m und einer Auflagerentfernung von 100 mm ührt. Die Versuchstemperatur betrug 20° bis 21°C.

Das größte Korn wird nach einer Vorreckung um 10 vH Als Ursache dieses kritischen Reckgrades haben wir (Lud- 18 Scheu, Werkstoffausschußbericht Nr. 70 des Vereins deut- schen Hüttenleute, Nov. 1925) die Umkristallisation von α -Eisen n vermutet. Denn um bei geringeren Reckgraden ein ebenso Korn wie beim kritischen Reckgrad zu erhalten, wären (den Glühdauer) schon oberhalb der Umwandlungstemperatur rd. 900° liegende Glühtemperaturen nötig. Zu der gleichen ng kam H. Hanemann (Werkstoffausschußbericht Nr. 84 eins deutscher Eisenhüttenleute, Feb. 1926).

³⁵⁾ Ludwik, Z. Bd. 70 (1926) S. 382; P. Goerens und R. Mailänder, Heft 295 der Forschungsarbeiten, S. 18, Berlin 1927, VDI-Verlag.

³⁶⁾ Ludwik, „Stahl und Eisen“ Bd. 43 (1923) S. 1427 und Z. Bd. 70 (1926) S. 379.

³⁷⁾ Ludwik, Sitzungsberichte der Akademie der Wissen- schaften in Wien, Abtlg. IIa, Bd. 135 (1926) S. 587 und Heft 295 der Forschungsarbeiten, S. 56, Berlin 1927, VDI-Verlag.

³⁸⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 384.

Schon diese wenigen Beispiele lassen erkennen, von welcher grundlegenden Bedeutung die Größe des Gleit- und Reißwiderstandes für die Eigenschaften unserer Werkstoffe ist. Gleit- und Reißwiderstand sind so eigentlich die Grundlagen, auf denen die gesamte statische und dynamische Werkstoffprüfung ruht.

Beziehungen zwischen diesen beiden Widerständen und den wichtigsten Kennzahlen der mechanisch-technischen Werkstoffprüfung sind vorhanden, Beziehungen, die —

Anfressungserscheinungen und -versuche an Leichtmetallen für den Flugzeugbau

Der Werkstoff für den deutschen Leichtmetall-Flugzeugbau ist neben neueren Aluminium- und Magnesiumlegierungen hauptsächlich das seit 1908 bekannte Duralumin. Die Eigenart des Flugbetriebes bringt es nun mit sich, daß hierbei die Metalle in starkem Maß anfressenden Einflüssen ausgesetzt sind; man muß daher mit ganz besonderer Sorgfalt auf die Erkennung und Verhütung solcher Schäden hinarbeiten¹⁾.

In ungeschütztem Zustande wird Duralumin von Fluß- und Regenwasser sowie durch die Witterungseinflüsse des Binnenlandes kaum merklich angegriffen und zeigt hier sogar teilweise eine bessere Widerstandsfähigkeit als die gewöhnlichen Baustähle. Ungünstiger liegen die Verhältnisse, wenn Duralumin salzhaltigem Wasser, wie Meerwasser, und auch gewissen Flußwässern, ausgesetzt ist. Solches Wasser greift ungeschütztes Duralumin stark an; deshalb muß man beim Wasserflugzeugbau die Oberflächen gut schützen. In Form von Lack- oder Farbanstrichen sucht man hier, wie es auch beim Schiffbau üblich ist, durch Trockenhalten der eigentlichen Metalloberfläche die zerstörenden Kräfte fernzuhalten.

Jedoch liegen die Verhältnisse beim Flugzeugbau doch insofern anders, als zunächst das Anstrichmittel in seiner chemischen Eigenart der Leichtmetalllegierung angepaßt sein muß. Die Lebensbedingungen sind für den Anstrich äußerst ungünstig infolge der beim Flugbetrieb auftretenden schroffen Temperaturänderungen, wechselnden Witterungseinflüssen, der Sonnenbestrahlung, der mechanischen Abnutzung, z. B. durch aufprallenden Regen, und der Verunreinigung durch Betriebsstoffe. Weiterhin kommt noch hinzu, daß man aus Gründen der Gewichtsersparnis möglichst mit nur einem Anstrich auskommen will.

Die neuzeitlichen mechanischen Hilfsmittel der Anstrichtechnik haben sich hierbei noch nicht recht eingeführt; ausländischen Anstrichmitteln wird der Vorzug gegeben. Falls die fremden Erzeugnisse in der Tat besser sind als die deutschen, muß dies ein Anreiz für unsere Industrie sein, diesen Vorsprung wieder einzuholen. Bei gutem und unbeschädigtem Anstrich werden Leichtmetalle in unsern Breiten nicht angefressen. Gefährlicher aber wirkt das tropische Klima, doch ist das nicht etwa eine Eigenart der Aluminiumlegierungen, denn selbst Eisenbahnschienen muß man in diesen Gegenden durch Anstrich vor Zerstörung schützen. Für Tropenflugzeuge sind also bezüglich des Anstriches andere und erhöhte Forderungen zu stellen²⁾.

Man kann nun zwei Arten von Angriffen durch Anfressen unterscheiden. Einmal den Oberflächenangriff, der sich anfangs als weißer Fleck zeigt und dann zur Anätzung des Metalls und schließlich zu Lochfressungen führt. Die zweite Art ist die noch nicht ganz aufgeklärte interkristalline Anfressung. Ohne daß man an der Oberfläche Veränderungen bemerken kann, zeigt das Schlibbild verbreiterte Korngrenzen und gelockertes Gefüge. Ein auf solche Weise auf der Oberfläche oder interkristallin angegriffenes Leichtmetall zeigt erheblich verringerte Festigkeitseigenschaften gegenüber gesundem Werkstoff. Kaltverformtes, besonders profiliertes Leichtmetall zeigt geringeren Widerstand gegen Anfressung als glatte Bleche.

Große Aufmerksamkeit muß man den Nietstellen widmen, zwischen Nietmetall und Leichtmetall dürfen keine erheblichen Potentialunterschiede bestehen, sonst zeigt sich an den Nietungen infolge galvanischer Ströme besonders starke Anfressung. Dasselbe kann bei Zusammenbau von Leichtmetall und Stahl geschehen; handelt es sich um hochlegierte Stähle, so wird das Duralumin wegen seiner Stellung in der galvanischen Reihe zerstört werden, bei gewöhnlichem Stahl verhält es sich umgekehrt. Oft findet

wenn auch noch lange nicht vollständig erforscht schon deutlich erkennen lassen, wie eng alle die Zahlen innerlich zusammenhängen.

Weitere Forschungen in dieser Richtung sicherlich bald zu einer Mechanik der bleibenden Änderungen, zu einer Technologischen Mechanik, wodurch die mechanisch-technische Werkstoffprüfung heute zum Teil noch fehlende wissenschaftliche Grundlage erhalten wird. [B

man an den Brennstoffbehältern Zusammenbau von Metall und Kupfer oder Messing; sind die verschiedenen Metalle nicht voneinander isoliert, so zeigen sich anfressenden Kräfte in verstärktem Maße. Durch geringstes Benzin oder Benzol wird Leichtmetall im Inneren nicht angegriffen, dagegen wirken alle Spiritusarten stark zerstörend.

Für den Leichtmetall-Flugzeugbau ist es daher von Bedeutung, genaue Kenntnis über die verschiedenen Erscheinungen der Anfressung zu erhalten; den Versuchsfallt die Aufgabe zu, Untersuchungsverfahren auszuwickeln, die zu sicheren und vergleichbaren Ergebnissen führen. Bei einer solchen Untersuchung auf Beständigkeit gegen Anfressung verlangt man außerdem, daß das Ergebnis möglichst rasch zu erhalten ist, daß die Beanspruchungsverhältnisse den Betriebsverhältnissen möglichst getreu gebildet sind und daß der Versuch innerhalb einer kleiner Fehlergrenzen wiederholbar ist.

Natürliche Witterungsproben werden vor allem in der Zeit, die sie gebrauchen, diesen Bedingungen nicht gerecht, man muß nach einem künstlichen Ersatz dafür. Die oxydische Kochsalzprobe von Mylius, die ursprünglich nur für Reinaluminium gedacht war und die besteht, daß kleine Metallprobstücke einer wässrigen Lösung von 3 vH Wasserstoffsuperoxyd und 1 vH Kochsalz ausgesetzt werden, hat sich für Leichtmetalllegierungen als geeignet herausgestellt. Zwar ahmt sie in der Zusammensetzung die Verhältnisse beim Seeflug nach, jedoch ist ihre Zusammensetzung während des Versuches stark und unregelmäßig, außerdem ist sie zu empfindlich gegen Temperatur- und Lichteinwirkung. Da der durch Anfressung an Schnittflächen größer ist als an unbeschädigten Walzhaut eines Metalls, gibt die Probe, die an kleinen Stücken im Reagenzglas ausführt, auch hierdurch irreführende Ergebnisse. Am besten besteht keine Möglichkeit, an den angegriffenen Werkstoffen Festigkeitsuntersuchungen vorzunehmen.

Etwas brauchbarer ist das Ergebnis der Myliusprobe, wenn man zylindrische Gefäße, die an der Seite einen eckigen Ausschnitt haben, gegen den das zu untersuchende Blech dicht angepreßt ist, mit der Ätzflüssigkeit füllt. Die Probe wird dabei nur von einer Seite angegriffen, die Betriebsverhältnissen entspricht. Bessere Ergebnisse erhält man mit dieser Anordnung bei Verwendung von Seewasser. Die Versuchsanordnungen, die als Vergleich den Gewichtverlust der Oberflächeinheit oder den Gewicht der Anfressungssubstanz oder aber die Menge der Anfressungsgase nehmen, die beim Angriff eines Elektrolyten auf das Metall entstehen, ergeben im allgemeinen nur eine genügend genaue und nicht zufriedenstellende Ergebnisse.

Der Angriff durch Anfressen auf ein Leichtmetall ist in der Hauptsache dadurch gekennzeichnet, daß die Bruchspannung stark sinkt, während die Bruchspannung nur um ein geringeres Maß abfällt. Auf diese Weise erhält man ein sicheres Maß für den Angriff durch Anfressen, da ohne daß die Oberfläche merklich angegriffen ist, die Bruchspannung sich vermindert hat. Die durchgeführten Versuche ergaben gute Werte, die wiederholbar und rasch darzustellen waren. Geeignete Leichtmetallstücke wurden in Gefäßen mit 75 bis 100 l Seewasser eingehängt, und nach einer bestimmten Zeit wurden Zerreißfestigkeit und Dehnung ermittelt. Um alle im Betriebe vorkommenden Angriffsmöglichkeiten zu erschöpfen, verbindet man den einfachen Tauchversuch mit Sprüh- und Spritzversuchen, bestrahlt die Probe mit einer Quecksilberdampflampe und mit der elektrischen Sonne. An weiteren Prüfverfahren ist die mikroskopische Untersuchung des Kleingefüges sowie die Beobachtung der Oberflächenveränderung mit Hilfe von Stereoaufnahmen durch das Auswerten von Fliegeraufnahmen, das bekannte Brückenraumglas und durch das Stereomikroskop. Ferner kann man die Vorgänge bei der Anfressung nach dem Zeitraffverfahren aufnehmen. [N

Berlin

Dipl.-Ing. M. H. Krae

¹⁾ E. Rackwitz, „Korrosion und Metallschutz“ Bd. 3 (1927) S. 171. Vorgetragen in der Jahresversammlung des Reichsausschusses für Metallschutz 1926 in Berlin.

²⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 633.

Stahl und Eisen im Elektromaschinenbau¹⁾

Von Dr.-Ing. Franz László, Mülheim-Ruhr

Technisch-wirtschaftliche Bedeutung der Elektrotechnik. Anforderungen des Elektromaschinenbaues an die Werkstoffe. Mittel und Wege der Stahlerzeugung, die Anforderungen zu befriedigen. Gebräuchliche Eisen- und Stahlsorten, ihre Verwendungsstellen in elektrischen Maschinen. Besondere Eisenlegierungen für elektrische Apparate.

Die einzelnen Gebiete der Technik entwickeln sich in steter Wechselwirkung. Einmal stellt das eine Gebiet Anforderungen an das andere, das gegebene sucht recht mühsam Mittel und Wege, um diese Aufgaben lösen zu können; ein andres Mal werden Rollen vertauscht. Es wäre zu weitgehend, auf die ichtliche Entwicklung der Beziehungen zwischen Hüttenkunde und Elektromaschinenbau näher einzugehen, obzwar nur einige Jahrzehnte für diese Betrachtung in Frage kämen. Den Anfängen des Elektromaschinenbaues ging eine beachtliche Entwicklung der Elektrotechnik voraus, sie hat s. Z. bereits auf ein erhebliches, langes Schaffen in Gemeinschaft mit anderen Gebieten der Gestaltung zurückblicken können.

Die Elektrotechnik ist in kurzer Zeit in den Vordergrund getreten und zu einer Vormachtstellung gelangt, zwar infolge der Erkenntnis, daß, von Sonderfällen abgesehen, der elektrische Strom die wirtschaftlichste Art der Energieübertragung ist. Man kann sich kaum vorstellen, daß hierin überhaupt ein Wandel geschaffen werden konnte. Dieser Umstand hat eine durchgreifende Umstellung und eine gewisse Neuorientierung in der gesamten Technik ausgelöst. Nach etwa drei Jahrzehnten blickt man auf eine vorher bestimmt ungeahnte Entwicklung zurück, sowohl im Hinblick auf Umfang wie auf Geringfügigkeit. Der hervorragendste Anteil an diesem Umschritt ist der Elektrotechnik zuzuschreiben. Unverkennbar verdankt vor allem der Dampfturbinenbau seinen raschen Aufschwung und hervorragenden Erfolg den Absatzmöglichkeiten, die ihm die Elektrotechnik gegeben hat. Zahllos findet man aber ähnliche Beispiele im Gebiet der Energieversorgung; Dieselmotoren, Wasserturbinen stehen nicht weniger im Dienste der Elektrotechnik als die Dampfturbinen.

Genau wie den anderen Fachgebieten der Gestaltung stand die Eisenhüttenkunde auch dem Elektromaschinenbau jeder Zeit als unermüdlicher und treuer Helfer zur Seite. Sie hat manche schwierige Aufgabe gelöst und verschiedene wertvolle Anregungen gegeben. Auch dieses Schaffen kam der Gesamttechnik unverkennbar zugute. Es gibt nämlich nur wenige Arten von Stahl und Eisen, die, gerade für den Elektromaschinenbau, auf zahlreichen anderen Gebieten bereits bis zu einem mit nicht geringerem Vorteil Einführung gefunden haben. Umgekehrt wurde freilich manche Eisenlegierung nach anderweitiger erfolgreicher Verwendung als für den Elektromaschinenbau geeignet erkannt. Man denkt nur an die Kurbelwellen von Kraftfahrzeugen, an die Achsen von Dampfturbinen, an die Geschützrohre und an die Wellen und Läuferwicklungskapfen von Turbodynamos. Vielfach wird im wesentlichen ein und dieselbe Legierung für all diese Konstruktionszwecke mit dem denkbar besten Erfolg verwendet.

Die Anforderungen des Elektromaschinenbaues

Bei Betrachtungen über die Elektrotechnik ist eine Unterscheidung zwischen elektrischen Maschinen und Geräten notwendig. Als Maschinen bezeichnet man jene Konstruktionen, die elektrischen Strom aus mechanischer Arbeit erzeugen, elektrische Ströme umformen oder diese in mechanische Arbeit umwandeln. Obschon Stahl und Eisen auch in elektrischen Geräten meistens nicht entbehrlicher als im Elektromaschinenbau, spielt der Verbrauch für elektrische Geräte nur eine mäßige wirtschaftliche Rolle. Der Stahlverbrauch des Elektromaschinenbaues ist dagegen von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Im Rahmen dieser kurzen Ausführungen

werden daher Eisenlegierungen, die vorwiegend für den elektrischen Gerätebau in Betracht kommen, nur zum Teil und kurz besprochen.

Jedes Stück Stahl und Eisen, das man in Maschinen verwendet, wird im allgemeinen auf Festigkeit beansprucht. Es gibt wohl Ausnahmefälle, und zwar eben auch im Elektromaschinenbau, in denen die Beanspruchungen von so geringer Größenordnung sind, daß man auf sie so gut wie keine Rücksicht zu nehmen braucht. Andererseits haben viele Arten elektrischer Großmaschinen zahlreiche Konstruktionsteile, die gewaltigen Festigkeitsbeanspruchungen standzuhalten haben. Die Erkenntnis, daß die Betriebskosten der Leistungseinheit mit wachsender Maschinengröße in einem gewissen Bereich beträchtlich fallen, hat eine rasche Entwicklung immer größer werdender Maschineneinheiten hervorgerufen. Ihre Beanspruchungen sind daher z. T. außerordentlich hoch, allerdings vielfach zeitlich unveränderlich, was die sichere Bemessung erleichtert, die sich vor allem auf die Streckgrenze stützt.

Aus diesem Grunde wird der Streckgrenze im Elektromaschinenbau fast durchweg die größte Beachtung gewidmet, und zwar in dem Maße, wie sonst kaum auf irgend einem anderen Gebiet der Gestaltung. Eine weitere Folge dieser Entwicklung ist es, daß manche Konstruktionselemente dieser Maschinen sehr große Abmessungen erreichen, in denen außerdem die Richtung der größten Beanspruchungen vielfach nicht der Richtung der besten Werkstoffeigenschaften (Streckrichtung der Warmverformung) parallel gelegt werden kann. Diese Art konstruktiver Anforderungen bildet sozusagen die gegenwärtig überhaupt schwierigste Aufgabe für die Stahlwerke. Als kennzeichnendes Beispiel sind vor allem die Wellen für große Turbodynamos mit 3000 Uml./min zu erwähnen. Der Ballen, der beiderseits noch zu recht langen und schweren Zapfen ausgeschmiedet wird, ist manchmal, bei fast 1 m Dmr. bis über 3 m lang. Solche Wellen sind betriebsmäßig zeitlich unveränderlichen Beanspruchungen ausgesetzt, jedoch haben sie auch der Wirkung unvermeidlicher Kurzschlüsse standzuhalten. So muß der Werkstoff außer hohem Formänderungswiderstand auch eine recht beträchtliche statische und dynamische Zähigkeit aufweisen. Sonderstähle, die in der Mitte des Ballens in radialer und tangentialer Richtung, also senkrecht zur Schmiedefaser, bei bester Zähigkeit eine Streckgrenze von 50 kg/mm² und eine Festigkeit von 70 kg/mm² zu gewährleisten vermögen, verbürgen aber auch in diesem Fall eine gewiß hinlängliche Konstruktionssicherheit.

Die Beanspruchungen sind freilich nur in einigen Maschinengattungen unveränderlich. Man findet in vielen Arten elektrischer Maschinen festigkeitstechnisch maßgebliche Konstruktionselemente, die durch schwingungsartig wechselnde Beanspruchungen an den Werkstoff Anforderungen stellen, die z. B. jenen für die Kurbelwellen hochwertiger schnelllaufender Verbrennungsmotoren nicht viel nachstehen. Je höher die Anforderungen an den Formänderungswiderstand, um so eifriger strebt man zugleich nach besten Zähigkeitseigenschaften, da auch in diesen Fällen mit der Möglichkeit plötzlicher Überbeanspruchungen zu rechnen ist.

In der Natur des betrachteten Verwendungsgebietes liegt die mehr oder minder grundsätzliche Hauptaufgabe von Stahl und Eisen, die Leitung magnetischer Flüsse. Ofters fordert man sogar für die festigkeitstechnisch höchstbeanspruchten Bauelemente gleichzeitig möglichst gute magnetische Eigenschaften. Letztere können in verschiedenen Richtungen liegen. Einmal verlangt man in dieser Beziehung allein eine gute Leitfähigkeit. Werkstoffe für die vorerwähnten großen Wellen (3000

¹⁾ In den folgenden Ausführungen wurden die einschlägigen Teile des Werkstoffhandbuches „Stahl und Eisen“ nach Möglichkeit zitiert.

Uml./min) müssen auch bestmögliche Magnetisierbarkeit aufweisen, welchem Umstand die Hüttentechnik mit bemerkenswertem Erfolg Rechnung trägt. Ein andres Mal ist neben hoher magnetischer Leitfähigkeit die geringste Ummagnetisierungsarbeit (Hysteresisverluste) erforderlich. Besonders im elektrischen Gerätebau wird sehr oft einer hohen Koerzitivkraft, gepaart mit hoher Remanenz, große Wichtigkeit beigemessen. Stähle, die bei hoher Festigkeit geringstmögliche Magnetisierbarkeit haben, erlangten im Elektromaschinenbau auch eine beachtliche Rolle und verdrängen weniger feste Metallegierungen.

Als Leiter für elektrische Ströme wird Stahl und Eisen im Elektromaschinenbau so gut wie nie vorgesehen, im Gegenteil verlangt man häufig von ihm eine möglichst schlechte elektrische Leitfähigkeit. Als Stromleiter machen sich Werkstoffe auf Eisengrundlage dagegen im Bau elektrischer Geräte unenbeherrlich, und zwar solche, die einen hohen elektrischen Widerstand haben.

Der wirtschaftliche Erfolg einer Maschine hängt von ihrem Beschaffungspreis, bezogen auf die Leistungseinheit (Gesamtanlagekosten), von den Betriebskosten einschließlich Abschreibung der Anlagekosten und von ihrem Wirkungsgrad ab. Diese Punkte, als Veränderliche der Konstruktion, der Leistungsgröße usw., sind außerordentlich vielgestaltig. Liegen aber einmal einigermaßen feste Konstruktionsgrundlagen, Abmessungen und feste Herstellungspläne für einen Leistungsbereich vor, so treten die Werkstofffragen als wichtige Einflüsse in den Vordergrund. Man kann Maschinenabmessungen verkleinern oder die Leistung bei unveränderten Maschinenabmessungen erhöhen oder den Wirkungsgrad bei sonst gleichen Verhältnissen allein durch die Verwendung höherwertiger Werkstoffe verbessern. Sie sind teurer, und zwar zumeist nicht nur in der Beschaffung, sondern auch in der Bearbeitung. Trotzdem wird in vielen Fällen auf diese Weise ein wirtschaftlicher Erfolg erreicht, wogegen ein andres Mal der Übergang zu besseren Werkstoffen sich als verlustbringend erweist. Das Ergebnis wird vor allem durch die jeweiligen technischen und wirtschaftlichen Erkenntnisse des einen oder andren Absatzgebietes elektrischer Maschinen beeinflusst.

Metallurgische und metallographische Beziehungen

Im Rahmen der folgenden Ausführungen wird das einschlägige Gebiet der Hüttenkunde hauptsächlich im Hinblick auf die Sonderaufgaben gestreift, die der Elektromaschinenbau stellt. Gleichzeitig werden auch die Zusammenhänge mit den in der Gesamttechnik allgemein maßgebenden Festigkeitseigenschaften im Auge behalten.

Der Grundstoff aller Eisenlegierungen, das reinste in der Luftleere umgeschmolzene Elektrolyteisen, ist wegen der ungemein hohen Zähigkeit und vorzüglichen magnetischen Eigenschaften außerordentlich bemerkenswert. Allerdings hat es neben der hohen Zähigkeit²⁾ (Einschnürung von etwa 85 vH) nur eine Streckgrenze von 11 und eine Festigkeit von 25 kg/mm²; infolgedessen dürften nicht viel höhere Festigkeitsbeanspruchungen als für Gußeisen zugelassen werden. Seine magnetischen Eigenschaften im Vergleich zu jenen eines hochlegierten Transformatorbleches sind für $\mathfrak{B} = 10\,000$ in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1

Werkstoff	Koerzitivkraft	Remanenz	Hysteresis
Elektrolyteisen	0,27	9250	820
Transformatorblech (4 vH Si)	0,88	5400	2260

Der magnetische Sättigungswert ($4\pi J_{\infty}$) beträgt 21 620, der spezifische Widerstand $0,0994\ \Omega$ bezogen auf 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt (Temperaturkoeffizient 0,573 vH). Der magnetisch hervorragende Werkstoff wird leider in der Herstellung derart teuer, daß er für den Elektromaschinenbau in absehbarer Zeit bestimmt nicht in Betracht kommen dürfte. Seine Verwendung ist auf einige

Ausnahmefälle im Bau elektrischer Geräte beschränkt. Der magnetische Sättigungswert wird, von einer Ausnahme (Kobalt) abgesehen, durch jeden Zusatz mehr oder minder herabgesetzt.

Neuerdings wurde in Deutschland die Herstellung des amerikanischen Armco-Eisens aufgenommen, das zwar technisch in Großbetrieben herstellbar, im allgemeinen nur noch einen Gewichtsanteil von 0,1 bis 0,15 vH an unregelmäßigem Eisen enthält. Bei uns liegt vorerst noch keine Erfahrung vor, ob und inwiefern man das Armco-Eisen als billigeres Behelfsmittel anstatt des reinsten Elektrolyteisens in den Elektromaschinenbau einführen kann.

Die technischen Eisen- und Stahlsorten sind Vielstofflegierungen auf Eisengrundlage. Die Legierungstechnik des Eisens macht Unterschiede ein zwischen vorteilhaften und beabsichtigten Legierungselementen, andererseits zwischen unerwünschten aber technisch unvermeidlichen Eisenbegleitern, den sogenannten Verunreinigungen. Jedes Legierungselement macht das Eisen härter und vermindert gleichzeitig seine Zähigkeit. Der metallurgische Zweck der Legierung ist zumeist eben das Härtermachen, und zwar bei möglichst geringem Zähigkeitsverlust. Untersuchungen haben sich für die verschiedenen Zwecke entwickelt und als brauchbar erwiesen, die die man im Schrifttum eingehende Aufklärungen finden. Die Legierungselemente sind vielfach nicht nur ihre unmittelbare sondern gleichzeitig durch eine bar härtende Wirkung nützlich.

Die Legierungselemente ändern aber durchweg das magnetische und elektrische Verhalten der Stähle. Sie bieten öfters Anlaß, in Stählen des Elektromaschinenbaus von Fall zu Fall einmal gewisse Elemente zu bevorzugen, ein andres Mal bestimmte Legierungselemente möglichst zu vermeiden oder gänzlich fernzuhalten.

Das wichtigste Legierungselement fast aller Eisen- und Stahlsorten ist der Kohlenstoff. Er ist zwar wegen seiner hohen spezifischen Festigkeitsteigerung, die nur durch jene von Phosphor beinahe erreicht und allein durch die des Stickstoffes übertroffen wird. Da Kohlenstoff die Zähigkeit nicht in dem ungünstigen Maße wie Phosphor und Stickstoff mindert, beherrscht er die Metallurgie des Eisens als wirksames Härtungselement. Kohlenstoff härtet das Eisen magnetisch beträchtlich, was für Dauermagnete von großer Wichtigkeit ist. Die härtende Wirkung bleibt jedoch, falls der Kohlenstoff in elementarer Form als Graphit in der Temperkohle vorliegt. Hier wirkt er hauptsächlich durch Querschnittverminderung. Erst die Eisenkohlenstoffbindung, Eisenkarbid (Fe_3C), wirkt magnetisch härter. Die größte Härtewirkung ist auch in dieser Beziehung einer schlechtesten festen Lösung des Kohlenstoffes in Eisen, dem Martensit, eigen. In den für zähe Konstruktionsstähle üblichen Gehalten verursacht das lamellare Eisenkarbid (Perlit) gewöhnlich nicht viel Schwierigkeiten, man vermeidet allerdings in magnetisch auf Festigkeit beanspruchten Stählen grundsätzlich einen Kohlenstoffgehalt über 0,4 vH und hält sich natürlich an die Dynamo- und Transformatorblechen an die niedrigeren möglichen Grenzen.

Eine besonders für den Elektromaschinenbau, auch im allgemeinen beachtliche Rolle fällt dem Silizium zu. In Konstruktionsstählen bleibt der Si-Gehalt gewöhnlich unter 0,35 vH, und die unmittelbare Wirkung auf Festigkeits- und elektromagnetischen Eigenschaften ist nicht nennenswert. Von höher silizierten Stählen sind im Elektromaschinenbau vor allem die Dynamo- und Transformatorbleche kennzeichnend. Obschon man Sondereisen so gut wie ausschließlich im Elektromaschinenbau benutzt, geschieht dies in einem Umfang, der für die Hüttenwerke eine gewichtige wirtschaftliche Rolle spielt. In manchen elektrischen Maschinen sind die wichtigsten Teile aus stählernen und eisernen Bauteilen im Vergleich zu der Masse dieser Bleche nur noch in verschwindender Größenordnung. In dem für Dynamo- und Transformatorbleche üblichen Bereich des Si-Gehaltes von 0,5 bis

²⁾ Oberhoffer, Das technische Eisen, Berlin 1925, S. 195.

³⁾ Oberhoffer, S. 195 u. f.

größert 1 vH Silizium den elektrischen Leitwiderstand
aufend beinahe gleichmäßig um etwa $0,11 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$, wo-
die Wirbelstromverluste entsprechend abnehmen.

Die Magnetisierbarkeit fällt mit steigendem Si-Gehalt
hlich, und zwar beträgt der Sättigungsverlust rd.
auf 1 vH Si in dem betrachteten Bereich. Rema-
und Koerzitivkraft, folglich auch der Hysteresisver-
fallen besonders stark im Gebiet von 1 bis 2 vH Si,
h langsamer. Gmlich führt die Erniedrigung
Hysteresisverlustes auf eine mittelbare Wirkung des
ums zurück, und zwar insbesondere auf den Umstand,
Silizium die Bildung von Temperkohle begünstigt, die
agnetischer Beziehung bei weitem nicht so ungünstig
wie der als Zementit oder sogar in gelöster Form
ndene Kohlenstoff*). Die sogen. Wattverluste, die
ne der Wirbelstrom- und Hysteresisverluste, haben
ch auch ein starkes Abfallgebiet um $1\frac{1}{2}$ vH Si her-
fallen aber im Hinblick auf das beinahe gleichmäßige
eigen des elektrischen Leitwiderstandes auch im Ge-
über 2 vH Si hinaus noch beträchtlich.

Eine andre Wirkung des Siliziums (0,5 bis 1,5 vH),
teigerung der Elastizitäts- und Streckgrenze sowie der
gkeit, wurde bei Federstählen zunutze gemacht. Für
ere Stähle verwendet man in den letzten Jahren auch
einen Siliziumzusatz von rd. 1 vH. Diese Eigen-
t des Siliziums wird natürlich auch im Elektro-
chinenbau in gleichzeitiger Verbindung mit seiner
etischen Güteförderung für gewisse Stähle mit Er-
verwertet.

Eine nachteilige Eigenschaft des Siliziums ist die
osetzung der Wärmeleitfähigkeit, und zwar durch
I Si um mehr als 50 vH gegenüber reinem Eisen. Mit
n Nachteil muß sich auch der Elektromaschinenbau,
m er besonders schwerwiegend ist, abfinden.

Ein ebenfalls unedles Legierungsmetall, das Man-
g, ist auch ein ständiger Begleiter aller technischen
sorten. Bis etwa 2 vH wird es für gewisse Konstruk-
stähle bevorzugt, da es die Streckgrenze und die
keit bei nur mäßiger Zähigkeitsverminderung stei-
gert.

Diese Stähle kommen aber selten für den Elektro-
chinenbau in Betracht. Ein Mangan Gehalt über etwa
1 hinaus erniedrigt nämlich merklich die Magnet-
barkeit. Der unmagnetisierbare Manganstahl mit 12
3 vH Mn fand im Elektromaschinenbau so gut wie
keine Aufnahme, da er lediglich durch Schleifen bearbeit-
et. Als Legierungssatz neben anderen gleichartig
enden wird jedoch das Mangan in unmagnetisierbaren
en vielfach verwendet.

Sowohl Silizium wie Mangan sind an sich vorzügliche
preiswerte Desoxydationsmittel, was ihnen in der ge-
n Stahlpraxis allein schon eine besondere Bedeutung
wert hätte.

An Stelle von Mangan wird für die Konstruktions-
e des Elektromaschinenbaues das Nickel bevorzugt,
rmalen Fällen höchstens bis etwa $4\frac{1}{2}$ vH, in welchem
l Nickel bei bester Wirkung auf die Festigkeitseigen-
en die Magnetisierbarkeit nicht nennenswert verklei-
nert.

Ein Nickelzusatz von 25 vH macht den Stahl un-
magnetisierbar. In den unmagnetisierbaren Stählen des
romaschinenbaues wird jedoch Nickel zum Teil durch
an ersetzt, und zwar rd. 2 vH Ni durch 1 vH Mn.
blich, obwohl nur für elektrische Geräte von Be-
ng, verdienen hochhaltige Nickelstähle als Wider-
stoffe besondere Erwähnung.

Chrom macht den Stahl magnetisch reichlich hart,
es steigert den magnetischen und elektrischen Leit-
stand, die Koerzitivkraft und die Remanenz. Aus
n Grunde verzichtet der Elektromaschinenbau auf die
endung von Stählen mit über etwa 1 vH Cr für Kon-
tionselemente, die eine gute magnetische Leitfähigkeit
sollen. Andererseits ist Chrom ein wertvoller Legie-
bestandteil für Dauermagnetstähle und für Wider-
stoffe. Im Hinblick auf die Gütesteigerung der
keitseigenschaften steht das Chrom mit an der Spitze
den Legierungselemente, es ist daher in mäßigen

Anteilen durchweg in allen hochbeanspruchten Konstruk-
tionsstählen des Elektromaschinenbaues vorhanden. Hoch-
haltige Chromnickelstähle mit rd. 18 vH Cr und 8 vH Ni
sind unmagnetisierbar, allerdings im Hinblick auf ihren
Rostwiderstand besonders verbreitet.

Für Dauermagnete haben die Legierungselemente
Wolfram und Kobalt die größte Bedeutung. Natür-
lich verteuern diese Zusätze den Stahl, Kobalt sogar be-
trächtlich. Sie sind jedoch bevorzugte Bestandteile aller
hochwertigen Magnetstähle der Gegenwart geworden.

Vanadin und Molybdän, in Amerika mit be-
sonderem Erfolg häufig benutzte Legierungselemente,
werden in den einschlägigen Werkstoffen unsres Elektro-
maschinenbaues heute noch kaum angetroffen. Beide wur-
den bis vor kurzem in Deutschland, soweit es sich um
Konstruktionsstähle handelte, durch Nickel und Chrom
ersetzt, werden aber neuerdings als Zusätze bei Kesselbau-
stoffen, Molybdän außerdem (aber auch Wolfram) für ge-
wisse Sonderzwecke, auch in Chromnickelstählen ver-
wendet.

Die häufigsten Vertreter der unerwünschten Eisen-
begleiter sind Phosphor, Schwefel, Sauerstoff
und Wasserstoff. Die vorzüglichen magnetischen
Eigenschaften des in der Luftleere umgeschmolzenen Elek-
trolyteisens sind nicht zuletzt mit auf den Umstand zu-
rückzuführen, daß aus ihm solche Verunreinigungen so
gut wie restlos entfernt werden. In den gewöhnlichen
Stahllegierungen der Praxis müssen die Verunreinigungen
innerhalb gewisser Grenzen als zulässige Mängel be-
trachtet werden. Verändert man den Gehalt in der Um-
gebung dieser „Normwerte“ um mäßige Beträge, so beob-
achtet man, daß weder eine einschneidende Verschlechterung
noch eine ausschlaggebende Verbesserung der magnetischen
Eigenschaften als Folgeerscheinung eintritt. Natürlich
verschiebt sich der Maßstab in Fällen, in denen Spitzen-
anforderungen gestellt werden, so z. B. in bezug auf
Dynamobleche. Im allgemeinen verlangen aber die Ver-
unreinigungen, besonders im Hinblick auf den Elektro-
maschinenbau, keine eingehendere Betrachtung. Der dies-
bezüglich aus festigkeitstechnischen Gründen bedingte hohe
Reinheitsgrad schwieriger Schmiedestücke oder empfind-
licher Legierungen soll auch nur nebenbei erwähnt wer-
den; er kommt gegebenenfalls den magnetischen Eigen-
schaften gleichzeitig zugute.

Wärmebehandlung. Die an sich schlechtweg
chemisch härtende Wirkung der Legierungselemente ist
in ihrer Größenordnung sowohl von der Art der jeweiligen
atomen wie auch der strukturellen Bindung abhängig.
Von gewöhnlichen Gußeisensorten abgesehen, ist man
ausnahmslos bestrebt, durch Beeinflussung der vorerwähnten
Punkte den mit billigen Mitteln bestmöglichen Wirk-
ungsgrad der Legierungseinflüsse herbeizuführen. Die
Warmverformung schmiedbarer Stahlsorten ist meistens
der erste Schritt in dieser Richtung. Ihre Wirkung wird
durch geeignete Wärmebehandlung vervollkommenet. Bei
Stahlformguß entfällt natürlich die Veredelungsmöglichkeit
durch plastische Verformung.

Im engeren Sinne bezeichnet man mit Wärmebehand-
lung einen Vorgang, bei dem zuerst durch Erwärmung
auf höhere Temperaturen möglichst viele heterogene Gefü-
gebestandteile des Stahles in feste Lösung gebracht und
danach durch eine geeignete Abkühlgeschwindigkeit in
einen neueren günstigen Gefügezustand übergeführt wer-
den. Öfters gesellen sich noch weitere Phasen hinzu,
die aber grundsätzlich nichts ändern. Es gibt verschiedene
Legierungselemente, die außer ihrer chemisch härtenden
Wirkung die Abkühlgeschwindigkeit herabsetzen, die
sonst für gewisse Arten und Grade einer Umkristallisation
notwendig wäre. Die Erniedrigung der Abkühl-
geschwindigkeit kommt vor allem der Herstellung großer
massiger Körper zugute, bei denen hohe Abkühl-
geschwindigkeiten im Hinblick auf die zwangsläufig be-
dingten Eigenspannungen unzulässig wären. Nickel,
Chrom, Mangan, Vanadin und noch manche andre Legie-
rungselemente leisten diesbezüglich gute Dienste. Ein
treffendes Bild bieten folgende Angaben von Wendt⁵⁾:

Um Martensit zu erzeugen, muß der Temperaturbereich von 700 bis 200 °C bei Kohlenstoffstahl in 6 s, bei Nickelstahl mit 5 vH Ni in 60 s und bei Chromnickelstahl mit 3 vH Ni und 1½ vH Cr in 500 s durchlaufen werden.

Die beste magnetische Leitfähigkeit ist einem gegebenen Stahl im perlitischen Zustand oder in einer nächstliegenden Übergangsform des Gefüges eigen. Die Wärmebehandlung bezweckt in solchen Fällen die Herbeiführung eines möglichst feinkörnigen Zustandes, der in festigkeitstechnischer Hinsicht sehr günstig ist. Von verschiedenen Umständen, wie Legierung, Körperabmessungen, vorangegangener Warm- oder Kaltverformung, hängt es ab, welche Mittel zum Erreichen dieses Zieles anzuwenden sind. Einmal genügt bereits ein Freilühen von Spannungen bei Temperaturen reichlich unterhalb A_1 , vielfach noch ein Glühen kurz oberhalb A_3 mit einer darauffolgenden mehr oder minder langsamen Abkühlung; in zahlreichen Fällen muß man aber den Werkstoff vergüten, ihn von oberhalb A_3 abschrecken (härten) und dann anlassen. Das Härten durch Wärmebehandlung und durch Kaltverformung macht die Stähle auch magnetisch härter. Dauermagnete werden daher im gehärteten und kaum ein wenig angelassenen Zustande verwendet.

Für die gebräuchlichen Konstruktionsstähle fordert man eine gute magnetische Leitfähigkeit; sie werden daher, falls vorher abgeschreckt, entsprechend hoch angelassen. In diesem Endzustand kann man irgendeine ungünstige magnetische Nachwirkung der Vergütung praktisch nicht nachweisen. Als Ausnahme sind die Dynamo- und Transformatorbleche zu erwähnen, die mit merklichem Vorteil in einen gleichmäßigen grobkörnigen Endzustand übergeführt werden. Die unmagnetisierbaren Stähle werden in den meisten Fällen gehärtet und danach nur bei niedrigen Temperaturen spannungsfrei gegläut. Das Härten bezweckt, die sonst nur oberhalb A_3 vollständig stabile unmagnetisierbare Eisenkristallart (Austenit) auch bei Zimmertemperatur möglichst vollkommen zu erhalten.

Eisen- und Stahlsorten des Elektromaschinenbaues

Wie sonst überall in der Gestaltung, wird auch im Elektromaschinenbau Gußeisen für Maschinenteile verwendet, die bei verwickelteren Formen ohne Schaden oder sogar mit Vorzug gewichtig ausgeführt werden können und vor allem nur mäßig beansprucht werden. Bei diesen billigen Anforderungen bedient man sich der sonst üblichen Sorten.

Eine Sonderstellung nimmt das Gußeisen in Fällen ein, wo es magnetischen Fluß zu leiten hat. In Betracht kommt nur ununterbrochen gleichgerichteter Fluß. In magnetischen Wechselfeldern ist eine feine Unterteilung der Eisenquerschnitte nötig, wenn man hohe Wirbelstromverluste vermeiden will. Die Möglichkeit der feinen Unterteilung besteht bei Gußeisen nicht. Andererseits eignet sich Gußeisen für große Energieaufnahme in Form von Wirbelströmen (Wirbelstrombremse) auch nicht so gut wie Stähle, da seine elektrische Leitfähigkeit viel schlechter ist als die des Stahles.

Die Vorstandsvorlage der Gußeisennormen sieht für die erwähnten Sonderfälle einen Maschinenguß mit besonderen magnetischen Eigenschaften, Bezeichnung Ge 12.91 D vor, und zwar ohne besondere Gütevorschriften, jedoch mit gewährleisteter Induktion (AW = Ampere-Windungen):

Erregung AW/cm	magnetische Induktion mindestens
25	7000
50	8500

Metallurgisch lassen diese Anforderungen aus bereits erörterten Gründen danach streben, daß solche Gattierungen verwendet werden, die eine weitestgehende Ausscheidung des Kohlenstoffes in graphitischer Form begünstigen: z. B. wenig Mangan, dagegen reichlich Silizium. Natürlich wirkt ferner eine langsame Abkühlung in der Form außerordentlich günstig. M. a. W. wird diesbezüglich einem Gußeisen mit ferritischer Grundmasse möglichst ohne Perlit der Vorzug gegeben.

Beim gewöhnlichen Maschinenguß kann man allgemein etwa mit folgenden Zahlen rechnen:

Erregung AW/cm	magnetische Induktion
25	4500 bis 5500
50	7000 „ 7500;

infolgedessen kann, falls genügende Querschnitte weitig geboten sind, diese etwas billigere Sorte auch befriedigen.

In jeder Beziehung beste Eigenschaften gewährt der (amerikanische) schwarze Temperguß R. Stotz⁶⁾ kann man mit folgenden Mindestzahlen rechnen:

Erregung AW/cm	magnetische Induktion
25	11 500
50	12 500
100	13 500 ,

die sich jenen von Stahlguß auf rd. 78 vH nähern. Festigkeit beträgt 30 bis 35 kg/mm² bei einigen vH nung. Bei all diesen Vorzügen fallen aber die Beszung der Herstellbarkeit auf kleinere Querschnitte stens 20 bis 25 mm Wanddicke) und manchmal die frage gegenteilig in die Wagschale. Aus diesem G kommt der Temperguß nur für kleinere Maschinenteile Betracht und wird des weiteren nicht besonders betr

Eine beachtenswerte austenitische Gußlegierung kürzlich auf den Markt. Sie enthält u. a. etwa 9 vH gan und 4 bis 5 vH Nickel, hat bis mehr als 20 k Zugfestigkeit und gute Bearbeitbarkeit.

Stahlguß verwendet man im Elektromaschinenbau falls keine besonderen Anforderungen gestellt werden den sonst üblichen Güten. Falls eine gute magnetische Leitfähigkeit verlangt wird, hat das Stahlwerk vor darauf zu achten, daß der Mangangehalt in m Grenzen (etwa nicht über 0,6 vH) bleibt. Im Hi auf die magnetisch härtende Wirkung des Kohlen kommen nur weichere Sorten in Betracht, deren keitseigenschaften und Magnetisierbarkeit in Zahlen zusammengestellt sind.

Zahlentafel 2

Gewährleistete Festigkeitseigenschaft und Magnetisierbarkeit von Stahlguß

Güteklassen- bezeichnung nach DIN	Gewährleistet als Mindestwerte			
	Zugfestig- keit kg/mm ²	Bruchdeh- nung für $l = 5,65 \sqrt{F}$	Magnetische Induktion bei AW/cm	
			25	50
Stg 38.81 D	38	20	14 500	16 000
Stg 45.81 D	45	16	14 500	16 000

Die weichere Sorte wird mit einem Kohlenstoff von 0,08 bis 0,15 vH, die härtere mit solchem von 0,25 vH, ferner wie alle magnetisch weich beanspruchten Stähle mit Vorteil siliziert (rd. 0,35 vH) erschmolzen. Besonders gute Desoxydation und geringe Verunreinigung durch P und S sind natürlich von Nutzen.

Gewalzte und geschmiedete Kohlenstähle, insoweit an sie nur Festigkeitsanforderungen gestellt werden, verwendet man nach den Gesichtspunkten des allgemeinen Maschinenbaues in den genormten (DIN 1611, 1612, 1613, 1621, 1661).

Falls gute magnetische Leitfähigkeit notwendig kommen nur weichere und mittelharte Sorten in Betracht. Gewalzte Profile werden selten als Leiter magnetischer Flüsse verwendet, gegebenenfalls genügen alle einschlägigen Sorten mittleren Ansprüchen. Für Schmiedestück braucht man Legierungen mit nicht über 0,4 vH C. C. wärtig vermisst man noch diesbezüglich genormte Stähle (DIN 1611 und 1661) bei gleichzeitiger Anforderung an die Festigkeitseigenschaften. Die gewährleisteten Mindestwerte der Magnetisierbarkeit einschlägige Verbrauch verdichtet sich vornehmlich auf drei Sorten, Zahlentafel 3.

⁶⁾ ETZ Bd. 48 (1927) S. 878.

Zahlentafel 3
Kohlenstoff-Schmiedestähle

Festigkeitseigenschaften				Magnetische Induktion			Übliche chemische Zusammensetzung			Ähnliche DIN-Sorten
Streckgrenze kg/mm ²	Festigkeit kg/mm ²	Dehnung $l = 5,65 \sqrt{F}$ vH	Kerb- zähigkeit mkg/cm ²	25 AW/cm	bei 50 AW/cm	100 AW/cm	C vH	Mn vH	Si vH	
bis 20	34 bis 42	26	10	15 000	16 500	18 000	0,12	bis 0,6	0,2	St 34.11; St C 10.61
25	40 „ 50	24	8	15 000	16 500	18 000	0,25	„	bis	St 42.11; St. C 25.61
30	50 „ 60	22	6	14 500	16 000	17 500	0,35	„	0,35	St 50.11; St. C 35.61

Die Werte für Dehnung und Kerbzähigkeit gelten bei großen Querschnitten für die Längsrichtung oder Längsrichtung über Dorn hohlgeschmiedeter Körper. Magnetisierungswerte sind als die äußersten Möglich- zu betrachten und natürlich nur im geglühten per- Zustand zu erreichen, auf den auch die Festig- keitseigenschaften bezogen sind. Man ist vielfach in Lage, sich mit niedrigeren Gewährleistungen zu be- gnügen, die gegebenenfalls eine Ermäßigung der Beschaf- fungskosten ermöglichen. Wohlbermerkt werden kleinere Stahlestücke auch im vergüteten Zustand verwendet.

Der Reinheitsgrad an P und S blieb in Zahlentafel 3 (nicht unerwähnt). Vielfach genügt die Innehaltung der Grenzen nach DIN 1611 (P 0,06 vH, S 0,06 vH, P + S 0,1 vH) nicht mehr für die Befriedigung der Anforderun- gen und der Reinheitsgrad nach DIN 1661 (P + S 0,1 vH usw.) muß angestrebt werden.

Bei Sonderlegierungen von Kohlenstoffstählen trifft dies im Elektromaschinenbau häufig an. Die eine Art sind Stahldrähte mit 120 bis 220 kg/mm² Zugfestig- keit (0,55 bis 1 vH C), die zum troost-sorbitischen Zustand überführt⁷⁾ und kaltgezogen werden (normale Seildraht- stähle). Die andere Art sind reichlich hoch siliziierte Stähle, die bei hohen Festigkeitseigenschaften eine beträchtlich außerordentlich gute Magnetisierbarkeit aufweisen. Man erreicht z. B. in einem solchen Blech 1 mm Dicke bei 0,45 vH C, 1,72 vH Si, 0,8 vH Mn, 0,1 vH Cr und sonst geringen Verunreinigungen rd. 85 kg/mm² Streckgrenze, rd. 85 kg/mm² Festigkeit, über 20% Dehnung bei $l = 11,3 \sqrt{F}$, $\mathfrak{B}_{25} = 12 600$ und $\mathfrak{B}_{100} = 15 000$. Diese sogenannten Stahldynamobleche werden häufig wegen der hohen Festigkeitsforderungen im per- manenten Zustand verwendet, im Gegensatz zu den mo- und Transformatorblechen — dies möge beson- derer Beachtung wert sein. Der hohe Si-Gehalt erfüllt hier eine wichtige Aufgabe: Festigkeitsteigerung, Milderung der C-Gehalt herrührenden magnetischen Härte, weitest- mögliche Desoxydation. Harte Kohlenstoffstahlbleche bis 1 mm² Streckgrenze und 70 kg/mm² Festigkeit, also nach DIN-Sorten, braucht der Elektromaschinenbau auch und zwar vielfach sogar vergütet.

Die hohen Anforderungen des Elektromaschinenbaues an Festigkeitstechnischer und meistens zugleich magne- tischer Hinsicht können nur durch die Verwendung von Legierten Konstruktionsstählen erfüllt werden. Der Vielgestaltigkeit der Anforderungen vermißt man in der Reihe der üblichen kaum irgendeine Art der sonst noch anderen eingeführten Sorten. Entsprechend den hohen Verhältnissen beherrschen die Legierungs- elemente Nickel und Chrom diese Gruppe von Stählen, und zwar vielfach sogar vergütet.

Die hohen Anforderungen des Elektromaschinenbaues an Festigkeitstechnischer und meistens zugleich magne- tischer Hinsicht können nur durch die Verwendung von Legierten Konstruktionsstählen erfüllt werden. Der Vielgestaltigkeit der Anforderungen vermißt man in der Reihe der üblichen kaum irgendeine Art der sonst noch anderen eingeführten Sorten. Entsprechend den hohen Verhältnissen beherrschen die Legierungs- elemente Nickel und Chrom diese Gruppe von Stählen, und zwar vielfach sogar vergütet.

Von kurz oberhalb A₃ in flüssigem Blei abgeschreckt.

Zahlentafel 4
Legierte Konstruktionsstähle

Chemische Zusammensetzung					Festigkeitseigenschaften				Magnetische Induktion				
	Ni	Cr	Mn	Si	Streckgrenze	Festigkeit	Dehnung $l = 5,65 \sqrt{F}$	Kerb- zähigkeit	25	bei 50	100		
vH	vH	vH	vH	vH	kg/mm ²	kg/mm ²	vH	mkg/cm ²	AW/cm	AW/cm	AW/cm		
bis 0,4	1 bis 1 1/2	bis 0,3	bis 0,6	0,2 bis 0,35	35 bis 40	60 bis 70	22 bis 20	8 bis 16	14 000	16 000	17 000		
0,4	2 „ 3	„ 0,5	„ 0,6	„	35 „ 45	60 „ 70	22 „ 20	~ 10					
0,35	3 1/2 „ 4 1/2	„ 0,5	„ 0,6	„	40 „ 50	60 „ 75	22 „ 18	12 bis 8					
0,35	2	1	„ 0,5	„	45 „ 50	60 „ 75	22 „ 20	über 10					
0,35	3	1	„ 0,5	„	50 „ 55	65 „ 75	20 „ 18	„					
0,5	2 bis 3	1 1/2	„ 0,4	„	60 „ 80	75 „ 100	17 „ 13	„	kein guter magn. Leiter unmagnetisierbar				
bis 0,7	7,5 „ 15	0 bis 4	9 bis 5	bis 0,5	30 „ 70	70 „ 100	40 „ 18	20 bis 8					

Chromnickelstähle mit mehr als etwa 0,5 vH Cr erweisen sich vielfach anlaßspröde, d. h. falls sie den Temperaturbereich von 550 bis 450 °C beim Abkühlen langsam durchlaufen, tritt unter Umständen eine Kaltbrüchigkeit auf (Kerbsprödigkeit). Dies wird jedoch verhütet, falls man sie nach dem Anlassen nicht langsam abkühlt, sondern zum zweitenmal in Öl abschreckt. Den in größeren Stücken hierbei möglicherweise wiederholt entstandenen Eigenspannungen wird durch ein Freiglühen bei rd. 450 °C (nicht darüber hinaus) mit darauffolgendem langsamem Abkühlen entgegengetreten. Der Ausbildung hoher Eigenspannungen beugt man durch Querschnittsunterteilung (Vermehrung der freien Oberflächen, und zwar durch Schaffung solcher auch im Innern der Werkstücke) am besten vor. Diese Maßnahme in Verbindung mit dem Freiglühen von Spannungen ermöglicht einwandfrei, das Gefahregebiet der Eigenspannungen praktisch restlos zu beherrschen.

Neuerdings schaltet man übrigens die Möglichkeit der Anlaßsprödigkeit durch einen Zusatz von Molybdän (0,3 bis 0,4 vH) oder Wolfram (0,7 bis 1 vH) von vornherein aus, so daß die Stücke von der Anlaßtemperatur langsam abgekühlt werden können, ohne der Kerbsprödigkeit zu verfallen. Dieses Vorgehen hat sich bereits bei Kurbelwellen von Verbrennungsmotoren in jeder Beziehung als brauchbar erwiesen.

Die scheinbar geringfügigsten Umstände müssen bei der Herstellung höher legierter Schmiedestücke sorgfältig beachtet werden. Gleichmäßige Temperaturen im ganzen Ofen, Innehaltung zulässiger Erwärmungsgeschwindigkeiten (zu hohe können den Kern großer Stücke leicht sprengen), genaue Vergütungstemperaturen und noch verschiedene andre Erfordernisse sind die Voraussetzung auch bei Verarbeitung bestgeeigneter Güsse für die Erreichung möglicher und gewährleisteter Eigenschaften. Gelingt die Wärmebehandlung nicht, dann müssen die Stücke nachbehandelt, d. h. wiederholt vergütet werden. Für große legierte Körper bedeutet aber eine solche Vielhärteprobe eine ernste Gefahr.

Falls die gute Magnetisierbarkeit ohne Bedeutung ist, können auch die ersten fünf Gruppen, Zahlentafel 4, bei geeigneten Körperabmessungen reichlich härter als angegeben vergütet werden. Die Stähle der vorletzten Gruppe, Zahlentafel 4, werden durchweg im hochvergüteten Zustande verwendet, freilich nicht für Konstruktionsteile, die eine gute magnetische Leitfähigkeit aufweisen müssen. Die letzte Stahlsorte, Zahlentafel 4, wird durch Abschrecken (Härten) in dem unmagnetisierbaren austenitischen Zustand bei Zimmertemperatur gefestigt, der jedoch, bei Anlaßtemperaturen von 400 bis 500 °C anschrittweise in den martensitischen übergeht, wodurch der Stahl nicht nur magnetisierbar, sondern auch spröde wird. Dieselbe Wirkung ruft beträchtliche Kaltbearbeitung hervor. Diese Stähle werden deshalb nur bei Temperaturen unter 400 °C spannungsfrei gegläht.

Die Streckgrenze der Stähle beträgt jedoch nach dieser Behandlung in den bestgeeigneten Legierungen (Kohlenstoff zum Teil durch Chrom ersetzt) nur rd. 45 kg/mm². Für höhere Anforderungen müssen die Stähle bei entsprechender Vorsicht durch Kaltverformung zusätzlich gehärtet werden. So gelingt es, die Streckgrenze vergüteter und kaltgeschmiedeter Ringe bei noch reichlicher Zähigkeit bis über 70, die Festigkeit bis 100 kg/mm² zu erhöhen, ohne daß der Stahl magnetisierbar wird. Aus Legierungen, die in bezug auf die Beständigkeit ihrer Unmagnetisierbarkeit am günstigsten zusammengesetzt sind, lassen sich sogar Drähte mit 120 bis 150 kg/mm² Festigkeit kaltziehen. Ein Glühen (am besten Tempern zu nennen, da das Glühen bei so niedrigen Temperaturen vorgenommen wird, daß im wesentlichen nur übermäßige Eigenspannungen herabgesetzt werden) vollendet in allen Fällen die Fertigung. Die Stähle sind recht schwer zu bearbeiten; drehen und bohren kann man nur bei kleinen Schnittgeschwindigkeiten, wodurch sie auch teurer werden.

Maschinenteile, die magnetische Wechselflüsse zu leiten haben, werden aus Dynamo- und Transformatorblechen angefertigt, um die Erwärmung der Maschinen zugunsten ihrer Leistungsfähigkeit zu be-

einflussen und um den Wirkungsgrad zu vergrößern. Volle Siliziumstähle kann man nicht verwenden, weil die Wirbelstromverluste, als ein Teil der (gesamten magnetisierungs-) Eisenverluste, proportional der frischen Leitfähigkeit des Stahles, dem Quadrat der sekundlichen Periodenzahl und proportional dem Querschnitt anwachsen. Daher werden die Maschinenteile aus Paketen dünner Bleche gebildet, einer Seite mit dünnem Papier zur Isolation beklebend lackiert werden. Durch Siliziumzusatz bei Stahl (wie gesagt, die elektrische Leitfähigkeit (folgt dem Wirbelstromverlust) herabgesetzt und die Remanenz-Koerzitivkraft, also der Flächeninhalt der Hystereseschleife bei gegebenen Höchstinduktionen (= Eisenverlust) vermindert.

Zum allgemeinen technischen und wirtschaftlichen Vorteil wurden die Dynamobleche kürzlich (DIN/VDE 6400). Die Legierungsarten wurden in ein Normblatt auf vier beschränkt, normale Dynamobleche schwach, mittelstark und hochlegierte Bleche, die gewöhnlich Transformatorbleche genannt.

Der chemische Aufbau der Rohblöcke ist in der Zahlentafel 5 zusammengestellt.

Die Zahlenwerte sind keineswegs als starre Grenzen zu betrachten. Je niedriger ein Stahlwerk seine Legierung an C, Mn, P, S, ferner an schädlichen Sauerstoff, Schwefel und dergl. erschmelzen kann, ein um so geringer Siliziumzusatz reicht für die Einhaltung der gewünschten Verlusthöhe aus. Den Vorzug verdient die Verwendung und derselben Verlustzahl im allgemeinen jene Legierung, die die wenigsten Zusätze, und zwar auch an Silizium, hält, da die Magnetisierbarkeit hierdurch gefördert wird.

Die Herstellung der Stähle erfordert, von der Anfangsphase abgesehen, eine sehr sorgfältige Überwachung. Die Güte I bis III werden im Siemens-Martin-Ofen geschmolzen. Das Ferrosilizium wird in der Pfanne gegeben. Sowohl bei Güte II wie auch bei Güte III ist besonders darauf geachtet, daß der Stahl aus der Schmelze nicht wieder Phosphor aufnimmt. Vielfach läßt man den Stahl aus dem Bodenloch der Abstichpfanne in eine weitere Pfanne fließen, auf deren Boden man vorher Ferrosilizium eingebracht hat, damit die Schlacke von der Pfanne getrennt wird. Hierbei wird der Stahl gut durchgemischt, nicht unerwünscht vorgewärmt, nachher aber um die Reaktionswärme des Ferrosiliziumzusatzes bereichert.

Den Stahl für die hochlegierten Bleche, Güte IV, stellt man im Elektroofen her, und zwar, um die chemische Zusammensetzung bestens beherrschen zu können, durchweg festem Schroteinsatz. Man siliziert den Stahl wie bei der Güte II und III. Als zweite Pfanne wird die Elektroofen selbst benutzt. Die Reaktionswärme ist derart mächtig, daß man den bereits silizierten Stahl vor dem Vergießen, unter einer guten Kalkdecke, abkühlen lassen muß.

Die Blöcke^{a)} werden mit verschiedenen Walztemperaturen bei Temperaturen von 1100 bis 750 °C gewalzt. Niedrigere Walztemperaturen machen sich nach der Fertigglühung ungünstig (Verlustziffer) bemerkbar, da die Ausbildung einer gleichmäßigen Grobkornstruktur des Gefüges (Ferrit, in Lösung Silizium enthaltend) zum Teil vereitelt wird. Die beste Glühtemperatur liegt bei 800 °C. Die Bleche werden, in Kisten verpackt, gelagert. Beim Glühen, aber auch während des Walzens, wird der Kohlenstoffgehalt laufend abgebaut (bis 75 vH) mit Hilfe von Sauerstoff ver- und entgast. Der Restbleibt an den Korngrenzen als elementarer Graphit. Zwischenglühungen setzen auf diese Weise zugleich den schädlichen Sauerstoffgehalt weitestgehend herab.

Mit steigendem Si-Gehalt, besonders von etwa 1,5 vH an, werden die Bleche bei Zimmertemperatur außerordentlich spröde, so daß man ihnen nur sehr geringe Beanspruchungen zumuten darf. Eine geringe Erwärmung, zwischen 50 und 300 °C, macht den Werkstoff merklich weicher und plastischer, was für die Bearbeitung wertvoll ist.

^{a)} Eichenberg und Oertel, Werkstoffausschuß-Bericht Nr. 1, Verlag Stahl Eisen u. b. II., Düsseldorf.

Zahlentafel 5
Zusammensetzung der Rohblöcke

Blech art	Chemische Analyse				
	C vH	Mn vH	Si vH	P vH	S vH
normale Dynamobleche	bis 0,1	0,1 bis 0,35	0,5 bis 0,7	0,04	0,04
schwach legierte Bleche	" "	0,2 " 0,35	1,2 " 1,4	"	"
mittelstark legierte Bleche	" "	0,2 " 0,3	2,2 " 2,6	"	"
hochlegierte Bleche	" 0,08	0,1 " 0,2	3,8 " 4,2	0,025	0,025

schließlich sei mit Nachdruck erwähnt, daß die mechanischen Eigenschaften durch Kaltbearbeitung sehr ungünstig beeinflusst werden. Der Werkstoff ist außerordentlich empfindlich, stumpfe Stanzwerkzeuge oder sogar leicht durch Kalthämmern sind nach Möglichkeit zu vermeiden.

Die magnetische Härte ist die Grundbedingung bei der Herstellung von magnetischen Stählen. Die billigste Art ist der reinen Eisenmagnetstahl mit 0,8 bis 1,2 vH C und 0,3 bis 0,5 vH Mn. Etwa um 25 vH verbessert den Stahl ein Chromgehalt von 1,5 bis 3 vH. Eine weitere Gütesteigerung erzielt eine Wolframlegierung mit 5 bis 6 vH W, rd. 0,5 vH C, bis 1 vH Cr, 0,2 bis 0,5 vH Mn.

Der beste, von Prof. Honda angegebene KS-Stahl (KS bis 40 vH Co, 5 bis 9 vH W, 1,5 bis 3 vH Cr, 0 bis 0,5 vH Mo, ist außerordentlich teuer. Man begnügt sich mit einem durchweg auch für sehr hohe Ansprüche mitgerlegierten Kobaltstählen, mit je rd. 5, 10 oder 15 vH Co und einigem Cr- und auch Mo-Gehalt. Die Stähle werden in gehärtetem und kaum angelassenem Zustand (bis 130 °C) verwendet. Auf ihre mit steigenden Legierungszusätzen erhöhte Empfindlichkeit und die Umformbarkeit der plastischen, thermischen und magnetischen Fertigstellung möge nur kurz hingewiesen werden.

Stahl- und Eisenteile elektrischer Maschinen

Die technische und wirtschaftliche Einstellung der Elektromaschinenfabriken weist vielfach große Unterschiede auf, die nicht zuletzt in der Auswahl ihrer Werkstoffe als Folge der Konstruktion zum Ausdruck kommen. Auf viele Einzelheiten kann im folgenden kurzen Überblick nicht Rücksicht genommen werden. Aus diesem Überblick mögen die nachstehenden Ausführungen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, eine Schilderung des Üblichen im Wichtigsten betrachtet werden.

Für Grundplatten, Lagerböcke und Gehäuse wird, von wenigen Ausnahmefällen abgesehen, gewöhnlich Eisenmagnetstahl verwendet. Abweichungen bedingen sich aus Sparzwang an Gewicht oder Raum, oder der Wirtschaftlichkeit. Besondere Beachtung erfordern Fälle, in denen Eisen als magnetischer Leiter dient, wie z. B. die Pole von Gleichstrommaschinen, als Joch die Gleichpole verbindend. Die aus baulichen Gründen erforderlichen Eisenmassen bieten öfters Querschnitte, die sogar gewöhnlichem Maschinenguß magnetisch genügen, falls bedient man sich des Maschinengusses mit besonderen magnetischen Eigenschaften. Manchmal muß auch diese hochwertige Gußart dem Stahlguß den Vorzug lassen, dessen Verwendung sowohl festigkeitstechnisch wie magnetisch eine Verminderung der Querschnitte um rd. 50 vH zuläßt. Bekannte Abarten sind die Einbaumotoren und dergl., aber auch die Gehäuse von Transformatoren aus hochgewelltem Blech, wo außer der Gewichtsverminderung die gute Wärmeabgabe schwer erreicht fällt.

Der Ständeraufbau elektrischer Maschinen hängt von der Art der magnetischen Ströme ab. Für magnetische Pole kommen volle Polkörper aus Stahlguß oder geblätternen Polschuhen (Dynamoblech I) in Betracht. Die magnetischen Wechselflüsse machen die Verwendung eines geschichteten Stahlzylinders erforderlich und zwar für normale Drehstrommotoren und -er, ferner für Einankerumformer aus Dynamoblech I, kleinere Turbodynamos und gegebenenfalls für Mantelmaschinen aus schwachlegierten (Güte II), für größere Turbodynamos und geschlossene Motoren aus mittellegierten

ten Blechen (Güte III). Aus mannigfaltigen Gründen wählt man jedoch im Bedarfsfalle bessere Bleche, so für Mantelmotoren Dynamobleche III, für Drehstromerzeuger schwach und mittellegierte Bleche. Eine Sonderbehandlung erfordern vor allem Hochfrequenzmaschinen (500 bis 1000 Per./s) in allen ihren Teilen. Die dünnere Sorte hochlegierter Dynamobleche ist für diese nur eben gut genug.

Für die Preßplatten der Blechschichtung ist Gußeisen in manchen Fällen sehr gut geeignet (schlechte elektrische und magnetische Leitfähigkeit), jedoch festigkeitstechnisch nicht immer hinlänglich, z. B. für große Dynamos, für die Stahlguß herangezogen werden muß. Ein unmagnetisierbares Gußeisen dürfte für diese Zwecke erhöhte Vorteile gewährleisten, man hätte von Fall zu Fall seine Preiswürdigkeit zu untersuchen. Unmagnetisierbarer Stahlguß ist kaum verwendbar, da die einigermäßen bearbeitbaren Sorten, also keine reinen Manganlegierungen, unerschwinglich teuer sind.

Ein außerordentlich beachtenswertes Gebiet ist für diese Betrachtungen der Läuferaufbau, dessen Anforderungen an die Stahlwerke manchmal Spitzenaufgaben darstellen. Gewöhnlich verursachen die geringsten Schwierigkeiten solche Maschinengattungen, in denen der Läufer magnetischen Wechselflüssen ausgesetzt ist. Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei gesagt, daß dies keine unmittelbare Folge der Art des magnetischen Flusses, vielmehr das Ergebnis der hierfür üblichen konstruktiven Lösungen ist. Von Wirbelstrombremsen abgesehen, erfordert der magnetische Wechselfluß einen lamellierten Aufbau. Die Blechgüte ist nicht nur dem zulässigen Leistungsverlust, sondern öfters in erster Linie den Festigkeitsanforderungen der Konstruktion anzupassen. Für die Läufer von Drehstrommotoren und -erzeugern gelten jeweils dieselben Gesichtspunkte wie für ihre Ständer. In Gleichstrommaschinen und Einankerumformern verwendet man gewöhnlich für den Läufer schwach- oder mittellegierte Dynamobleche, wogegen für die Ständer derselben Maschinen das normale Dynamoblech I meistens genügt. Was die zulässigen Festigkeitsbeanspruchungen der Dynamobleche betrifft, sind die mittellegierten Bleche noch bis rd. 40 m/s Umfangsgeschwindigkeit verwendbar, die Festigkeitseigenschaften hochlegierter Bleche sind im allgemeinen sehr wenig verläßlich.

Der Zylinder aus geschichtetem Blech wird bei kleineren Läuferdurchmessern unmittelbar auf eine ziemlich schlanke Tragwelle aufgeschoben. Bei größeren Abmessungen trägt die Welle einen sogenannten Läuferstern, je nach Umfangsgeschwindigkeit und Zusatzbelastung, aus Gußeisen oder Stahlguß, auf den die zylindrischen Blechpakete zu sitzen kommen. Bei kleineren und mittleren Abmessungen können die Läuferbleche als geschlossene Ringe gestanzt werden, von einem gewissen Durchmesser ab jedoch nur als Ringausschnitte. Hierbei kann der Blechkörper bei geeigneter axialer Verbolzung noch öfters sein Eigengewicht tragen, wobei die Umfangssicherung am Läuferstern ihn meistens doch mehr oder minder entlastet. Vielfach ist es aber auch notwendig, die Fliehkkräfte des Blechringkörpers teilweise oder sogar gänzlich auf besondere seitlich angeordnete volle Stahlringe oder auf den Läuferstern zu übertragen.

Die Wellen selbst werden öfters großen Wechselbeanspruchungen ausgesetzt. Da sie keinen Magnetfluß zu übertragen haben, ist man bei der Wahl des Werkstoffes weniger beschränkt. Ihr Werkstoff ist z. B. für Bahnmotoren ein hochverzügelter Chromnickelstahl entsprechend der vor-

letzten Sorte, Zahlentafel 4, der dem Stahl hochbeanspruchter Fahrzeugkurbelwellen gleichkommt. In günstigen Fällen wird natürlich die Güte des Werkstoffes bis auf die gewöhnlicher gezogener Rundstähle heruntersetzt.

Für Läufer mit Gleichstromwicklung brauchen die magnetischen Leiterquerschnitte höchstens zum Teil geblättert zu sein. Dies hängt mit den elektrischen und konstruktiven Eigenheiten der Maschine zusammen. Im Falle ausgeprägter Pole werden diese selbst meistens aus Stahlguß, bei größten Belastungen aus Schmiedestücken angefertigt und, falls nötig und möglich, mit geblätterten Polschuhen aus Dynamoblech versehen. Die Pole werden bei geringer Polzahl (4 bis 6) unmittelbar auf der geschmiedeten Welle, bei größerer Polzahl auf Zwischenträgern befestigt. Für größte Umfangsgeschwindigkeiten bestehen die Zwischenträger aus Stahlscheiben (Kohlenstoffstähle, höchstens niedriglegierte, vergütet), die auf der Welle sitzen, unter Umständen sogar als ungebohrte Vollscheiben mit Flanschwellen durch axiale Bolzen verschraubt sind. Bei niedriger Umfangsgeschwindigkeit und geeignetem größeren Durchmesser ist der Umlaufkörper auch dreifach gegliedert: Welle, daraufsitzen ein Gußkörper, auf den geschmiedete Tragringe aufgeschumpft sind, die allein die gesamten Polfliehkräfte übernehmen.

Einfacher im Aufbau sind gegossene Polträger, zu meist in Schwungradform, als Bindeglied zwischen Welle und Polen. Gußeisen wird bis rd. 30, Stahlguß bis rd. 40 m/s für diesen Zweck verwendet. In diesen Fällen sind freilich bereits im Hinblick auf das Schwungmoment durchweg genügende Eisenmassen vorhanden, so daß die geringere magnetische Leitfähigkeit des Gußeisens keine Schwierigkeit bedeutet. Äußerste festigkeitstechnische Anforderungen werden an Läufer bei Wasserturbinenantrieb gestellt, die gegebenenfalls durch Abkehr von der sonst billigeren Konstruktion mit ausgeprägten Polen bewältigt werden.

Die in bezug auf Tragfähigkeit höchste Entwicklungsstufe von Läufern mit Gleichstromwicklung stellt die Unterbringung der Wicklungsbündel in vollen zylindrischen Stahlkörpern dar (Trommelläufer). Man kann hierdurch Umfangsgeschwindigkeiten von 150 m/s bewältigen. Je nach Umlauf- und Polzahl, ferner Größe des Durchmessers, ergeben sich bei der Betriebsdrehzahl Beanspruchungen von 5 bis 20 kg/mm² in diesen Konstruktionen. Die maßgebenden Spannungen sind zur Wellenachse tangential und radial gerichtet, welchem Umstand Ausführungen, wie auf eine schlanke Welle aufgeschumpfte Stahlplatten oder über Dorn geschmiedete Hohlzylinder mit angeschraubten Flanschwellen gut gerecht werden, da ihre tangential Schmiedefaser die günstigste Richtung des Festigkeits- und Zähigkeitswertes gewährleistet. Außerdem kann man die Vergütungsquerschnitte ziemlich klein halten.

So genügen auch für die höchstbeanspruchten Maschineneinheiten dieser Art mäßig legierte Stähle etwa mit 2 bis 3 vH Ni und bis 0,5 vH Cr. Für die Mittelwelle oder die Flanschwellen verwendet man höchstens einen Werkstoff mit geringstem Nickelzusatz. Diese Ausführungsarten sind allerdings nur für 4- bis 6polige, entsprechend 1500 und 1000 Uml./min bei 50 Per./s, mittels Dampfturbine angetriebene Läufer verwendbar und üblich. Auf diese Weise erbaut man jedoch in Ausnahmefällen auch höchstbeanspruchte Läufer für Wasserturbinenantrieb. Nach Möglichkeit vermeidet man es, da diese Konstruktion, wenn auch festigkeitstechnisch vorzüglich, doch sehr teuer ist.

Ähnlichen Aufbau weisen manchmal auch zweipolige Läufer für Dampfturbinenantrieb bei 3000 Uml./min für 50 Per./s (schlechtweg Turboläufer genannt) auf, freilich für kleinste Leistungen. Der Ballen wird auf einer schlanken Welle aus Dynamoblech I geschichtet. Größere Leistungen dieser Gattung erfordern derartige radiale Ringstärken zur Aufnahme der eigenen und der Wicklungsflichkraft, daß weder das Überdornschmieden noch die Plattenkonstruktion mit durchgehender Welle möglich ist. Die zum vollen Läuferkörper erweiterte Welle ist daher die kennzeichnende Ausführungsart für Stromerzeuger bei 3000 Uml./min.

Es ändert im wesentlichen garnichts, ob die Welle unmittelbar in die massive Welle eingebettet (Müllläufer) oder darauf ringsherum durch Zwischenglied meist lamellierte, sogenannte Wicklungsträger eingekleidet (pakettierter Läufer). Die volle längsgeschichtete Läuferwelle hat in beiden Fällen den maßgebenden tangentialen und radialen Beanspruchungen standzuhalten.

Mit wachsendem Durchmesser und steigender Umfangsgeschwindigkeit werden solche Wellen aus Kohlenstoffstählen mit 22 bis 30 kg/mm² Streckgrenze bis hin zu beinahe höchstlegierten Stählen mit 50 bis 55 kg/mm² Streckgrenze hergestellt. Vorgedrehte Wellen für 0,9 bis 1,2 m Ballen-Dmr. und rd. 3 m Ballenlänge, mit angeschliffenen Zapfen wiegen rd. 20 t. Solche Wellen werden aus einem Block, der das Drei- bis Vierfache des bearbeiteten Stückes wiegt, hergestellt, da ein zwei- bis dreifaches Verschmieden entsprechende Blockquerschnitte, um die Sicherheit gegen Lunkerreste im Stück reichliche Sicherheit bedingt.

Das Stahlwerk wendet die denkbar größte Sorgfalt beim Gießen, Schmieden und Vergüten solcher Stücke an. Nicht minder gewissenhaft prüft der Elektromaschinenbau die Wellen. Obzwar die mit einem mittleren Durchmesser versehenen Wellen in gewissem Maß auch ohne Vergüten werden, soll man sich doch von vornherein versichern, daß die Festigkeitseigenschaften des Ballenmaterials nicht so gut sein können wie die in Zahlentafel 4 gegebenen, die etwa in Längsrichtung für die Wellenenden gültig sind. Falls man in radialen oder tangentialen Proben aus inneren Querschnitten eine um 10 bis 15 vH geringere Streckgrenze, eine um 25 bis 30 vH geringere Dehnung, eine um nicht mehr als 40 vH geringere Kerbzähigkeit als in Längsproben von Außenschichten des Körpers beobachtet, liegt ein sehr gut gelungenes und außerordentlich verlässliches Stück vor. Die Längsträger pakettierter Läufer sind meistens aus getragenen Stahldynamoblechen axial aneinandergereiht und zusammengelötet. Gegebenenfalls werden sie trotz beträchtlicher Preiserhöhung mit Vorteil aus legierten Stählen im Gesenk geschlagen, vergütet und aufgedreht, freilich nur aus Stählen mit befriedigender magnetisierbarkeit.

Ein besonderes Kapitel bildet das Auffangen und Abfängen der Wicklungsköpfe in Trommelläufern, wozu die Wellen zuletzt behandelt auch die der Läufer aller Motoren. Gleichstrommaschinen und Einankerumformer zu den Läufern gehören. Hart gezogene Stahldrähte werden meistens verwendet, auch die unmagnetisierbaren Sorten in Stahlfällen, wo unerwünschte magnetische Nebenschlüsse zu vermeiden sind oder sonstige elektromagnetische Gefahren vorliegen. Anstatt Drahtbänder legt man meistens die massive Hohlzylinder aus Stahl um die Wicklungsköpfe der Turboläufer. Damit man magnetische Verluste vermeidet, erhalten normale Stahlzylinder an der Ansatzstelle am Ballenende unmagnetisierbare Einsätze. Öfters wird aber die ganze Kappe aus unmagnetisiertem Stahl angefertigt, um noch weitere Vorteile zu erreichen. Entsprechend dem großen Bereich üblicher Läuferdurchmesser und Kappenbeanspruchungen von den geraden bis über 25 kg/mm² bei Betriebsumlaufzahlen verwenden man magnetische Stähle von 28 bis 80 kg/mm² Streckgrenze und unmagnetisierbare von 30 bis 70 kg/mm².

Ähnlichen Beanspruchungen wie die Wicklungsträger ausgesetzt wird die am Läufer angebaute Lüfterkonstruktion. Bei kleinen Umfangsgeschwindigkeiten kann man an einem Lüfterring eine Anzahl rechtwinklig gebogener Blechstücke an, bei größeren werden U-förmig gebogene Bleche an zwei parallele Ringe angehängt. Blechschaukeln werden nur durch ihre eigene, die Lüfterringe neben ihrer eigenen auch durch jene, als Zusatz wirkende Zentrifugalkraft der Schaukeln beansprucht. Die Ringe müssen aus Konstruktionsgründen mit möglichst geringem Querschnitt ausgeführt werden, man versucht daher, ihre Zusatzlast durch Verwendung dünner Schaukelbleche in mäßigen Grenzen zu halten. Diese Schaukeln, von der einfachen, rechtwinklig gebogenen Ausführung aus handelsüblichem Blech bis zu den aufgefächerten, erfordern bei größter Umfangsgeschwindigkeit

ligung aus bestem harten Stahlblech, das, räumlich
nimmt in dem die Ringe überbrückenden Abschnitt,
im Gesenk geschlagen und vergütet wird.

ie Beanspruchung der Lüfterringe wächst gleich
der Schaufeln; man stellt sie aus einfachen Kohlen-
stählen bis zu solchen aus legierten Stählen von
60 kg/mm² Streckgrenze her. Da diese Bauelemente
nicht beansprucht werden, sind hohe Vergü-
grade zulässig, so daß man den höchsten Anforde-
ren mit einer Legierung von rd. 2 vH Ni und 1 vH Cr
genügen kann. Was über den Vergütungsgrad
führt, gilt auch für die Wicklungskappen aus magne-
ren Stählen, die allerdings vielfach eine Legie-
mit 2 bis 3 vH Ni und 1,5 vH Cr erfordern.

ne nicht nur konstruktiv beachtenswerte, sondern
Hinblick auf ihren Stahlverbrauch nennenswerte
spielen raschlaufende, hochbeanspruchte Schwung-
die bei elektrischen Antrieben mit kurzzeiti-
außerordentlich hohen Lastspitzen als Energie-
er dienen. Die Ilgner-Räder werden zumeist in
ungebohrter Scheiben gleicher Festigkeit aus Stahl
sen, an die beiderseits Flanschwellen angeschraubt
a. Als Werkstoff ist Stg. 45.81 üblich. Bei 140 m/s
gsgeschwindigkeit und rd. 4,4 m Dmr. wiegen sie
70 t. Die Beherrschung des Gießvorganges und eine
ngsvolle Wärmebehandlung so großer Stücke ist für
ahlwerker keine leichte Aufgabe.

bgesehen von den Schutzkasten und Ölbehältern und
n gleich untergeordneten Bestandteilen bestehen die
nassen von Transformatoren aus geschieh-
Dynamoblechen. Wird in einem Kraftwerk eine nicht
belastete Maschine stillgesetzt, so verbraucht sie
belasteten Zustand keine Energie. Die meisten
formatoren hängen aber, ob belastet oder unbelastet,
d am Netz. Um die Unkosten ihrer Leerlaufver-
zu vermindern, erwies sich die Verwendung hoch-
er Dynamobleche mit 0,35 mm Dicke als durchaus
en, obzwar deren Preis um rd. 40 vH höher liegt als
mäßiger legierter Sorten. Für Transformatoren,
bei Belastung eingeschaltet werden, entfällt dieser
tspunkt. Bahntransformatoren, die außerdem meist
edrigerer Frequenz als 50 Per./s arbeiten, stellt man
sogar aus normalen Dynamoblechen her. Ebenso
nichts im Wege, die Blechgüte von Anlaß-, Schweiß-

und Ofentransformatoren herabzusetzen. Ihre Ausfüh-
rung erfolgt auch, wenn möglich, in dem billigen
Dynamoblech I.

Nach den ersten Entwicklungsstufen verschwanden
die Dauermagnete aus dem Elektromaschinenbau,
um vor kurzem wieder eine gewichtige Bedeutung für einen
Sonderbedarf der Kraftfahrzeugindustrie zu erlangen.
Für Lichtmaschinen, Anlassermotoren und Zündmagnete
verwendet man Dauermagnete fast durchweg aus den ein-
schlägigen Chrom- oder Wolframstählen. Kobaltstähle
werden zu diesen Zwecken selten, häufig aber für Meß-
instrumente und physikalische Geräte gebraucht.

Sonderlegierungen in elektrischen Geräten

Als Widerstandmetalle sind Eisenlegierungen vor-
herrschend. Bereits bei mittleren Zusätzen an Ni, Mn
und Cr, vielfach genau in der gleichen Zusammensetzung
wie die der im Elektromaschinenbau üblichen unmagne-
tisierbaren Stähle, erhält der Stahl vorzügliche Eigen-
schaften nicht nur im Hinblick auf einen hohen Leitwider-
stand, sondern infolge seiner hohen Hitzebeständigkeit.

Wie in einem früheren Abschnitt erwähnt, weist nach
unseren heutigen Kenntnissen die höchste magne-
tische Sättigung eine Eisenkobaltlegierung, Fe₂Co,
mit 34,6 vH Co auf, die z. B. als Werkstoff für Pol-
spitzen starker Elektromagnete vorzügliche Dienste
leistet, falls man größtmögliche Kraftliniendichte ver-
langt⁹⁾.

Besonders große Anfangspermeabilität ist
Nickleisenlegierungen eigen:

Permalloy 78,5 vH Ni, Rest Fe

Mumetall 74 „ „ „ 20 vH Fe, 1 vH Mn, 5 vH Co

Mit ihnen umspinnst man die sogenannten Krupkabel,
in denen die kapazitive Phasenverschiebung der Fern-
sprechströme wirksam ausgeglichen wird. Ferner eignen
sich diese Legierungen bestens für Eisenkerne verschie-
dener Sondertransformatoren⁹⁾.

Schließlich wäre der Nickelstahl mit 30 vH Ni
zu erwähnen, der als Werkstoff für den magnetischen
Nebenschluß gewisser Dauermagnete, z. B. in Elektrizitäts-
zählern und Drehspul-Meßgeräten, um die sonstigen
Temperatureinflüsse auf den Hauptfluß auszugleichen,
ein dankbares Absatzgebiet fand. [B 789]

⁹⁾ Freese, Handbuch der drahtl. Telegraphie.

Trockenprüfmaschine für isolierte elektrische Leitungen

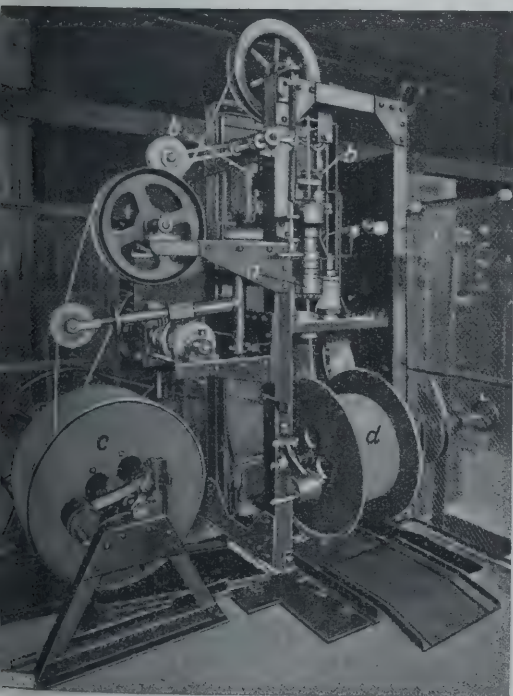
Nach den vom Verband Deutscher Elektrotechniker
herausgegebenen „Normalien für isolierte Leitungen“ ist
die Spannungsfestigkeit der Isolation dadurch zu prüfen,
daß die Leitungen nach 24stündigem Liegen unter Wasser
an die Prüfspannung gelegt werden. Dies Prüfverfahren
hat verschiedene Nachteile: Es erfordert viel Zeit und Ar-
beit und gestattet nur die Feststellung der schwächsten
Stelle in der Leitung, da nur diese durchgeschlagen wird.
Beim Durchschlag tritt an der Fehlerstelle Wasser ein, das
auch bei sorgfältiger Trocknung in Luftleere nicht immer
vollständig entfernt werden kann.

Bei der Massenherstellung von Gummiaderleitungen er-
wies sich mit der Zeit dieses Prüfverfahren als sehr um-
ständlich und zeitraubend, so daß man nach einem andern
Verfahren zu suchen begann. Die Allgemeine Elektrizitäts-
gesellschaft hat nun zu diesem Zweck in ihrem Kabelwerk
Oberspree eine Trockenprüfmaschine aufgestellt, mit der
die Prüfung isolierter Leitungen bei Spannungen bis 16 000 V
möglich ist, vergl. Abb. Die Leitungen laufen von der Kabel-
trommel durch einen mit Stahlkugeln gefüllten Metalltrich-
ter, der unten durch federnde Metallfinger abgeschlossen
ist, die sich gegen die zu prüfende Leitung legen und das
Herausfallen der Kugeln verhindern. Der Metalltrichter
wird an den einen Pol eines Transformators angeschlossen,
der andre Pol ist mit dem Maschinengestell verbunden.

Oberhalb des Metalltrichters befindet sich eine Farb-
spritze, die an der geprüften Leitung einen Farbfleck an-
bringt, sobald die Isolierung an einer Stelle durchgeschla-
gen ist. Außerdem läuft mit gleicher Geschwindigkeit wie
die Prüfleitung ein Papierstreifen, auf dem die Fehler auf-
gezeichnet werden. Auf diese Weise ist es möglich, die
Leitungen in kurzer Zeit fortlaufend zu prüfen und die
angezeichneten Fehlerstellen nachträglich zu beseitigen.

[M 898]

Parey



Trockenprüfmaschine für isolierte Leitungen
a Metalltrichter mit Stahlkugeln b Farbspritze
c Aufwickelvorrichtung d Ablaufvorrichtung

Die Nichteisenmetalle in der Elektrotechnik

Von W. Wunder, Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin

Die für die Elektrotechnik wichtigsten Nichteisenmetalle und ihre Legierungen werden erläutert; Hauptanwendungsgebiete werden auf Grund ihrer Zusammensetzung und Eigenschaften beschrieben.

Neben Stahl und Eisen werden in der Elektrotechnik mehr als auf andern Gebieten unserer neuzeitlichen Technik Nichteisenmetalle gebraucht. Für den mechanischen Teil der stromerzeugenden und stromverbrauchenden Maschinen verwendet man in großem Umfang Eisen und Stahl und nutzt dabei die magnetischen Eigenschaften dieser beiden Werkstoffe aus; ferner eine Gruppe von Nichteisenmetallen und Legierungen für Lager und sonstige Ausrüstungen der Maschinen. Für die stromführenden Teile verwendet man insbesondere zwei Nichteisenmetalle auf Grund ihrer hohen elektrischen Leitfähigkeit, nämlich Kupfer und Aluminium.

Der Verbrauch dieser beiden Metalle ist im letzten halben Jahrhundert so außerordentlich stark gewachsen, daß dadurch die Gesamtgewinnung und Entwicklung der Nichteisenmetalle und ihrer Legierungen nachhaltig beeinflusst worden ist. An dieser Entwicklung sind außer den elektrischen Maschinen und Apparaten hauptsächlich die elektrischen Fernleitungen über und unter der Erde beteiligt gewesen. Eine Übersicht über die grundlegende Eigenschaft, nämlich die elektrische Leitfähigkeit, der Nichteisenmetalle, gibt die Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

Metall	elektrische Leitfähigkeit $\frac{m}{\Omega \text{ mm}^2}$ bei 20°C
Silber	61,4
Kupfer	58,0
Gold	41,3
Aluminium	34,5
Magnesium	22,0
Wolfram	17
Zink	16,5
Kadmium	13,2
Platin	9,0
Zinn	8,82
Nickel	8,5
Tantal	6,85
Blei	4,8

Aus Zahlentafel 1 ersieht man, daß Silber die höchste Leitfähigkeit hat, allerdings kommt es wegen seines hohen Preises für weitgehenden Gebrauch in der Elektrotechnik nicht in Frage. Kupfer steht dem Silber an Leitfähigkeit wenig nach; Aluminium folgt an vierter Stelle. Sämtliche übrigen Metalle zeigen eine bedeutend geringere Leitfähigkeit und scheiden daher für Leitungszwecke aus.

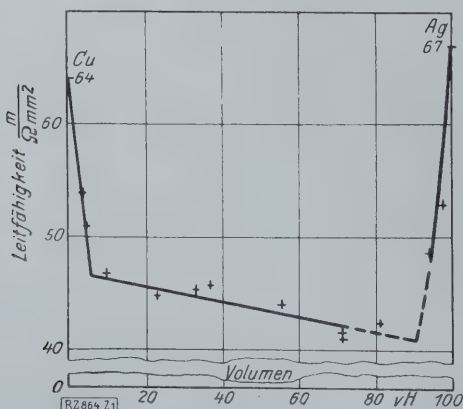


Abb. 1

Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Volumenkonzentration bei Cu—Ag (nach Gürtler, $t = 0^\circ \text{C}$)

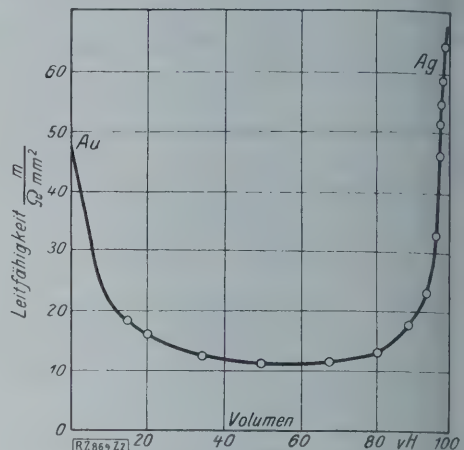


Abb. 2

Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Volumenkonzentration bei Au—Ag (nach Gürtler, $t = 0^\circ \text{C}$)

Während man bei unseren Werkstoffen in der Regel, durch Zusätze zu den Grundmetallen, also durch Legieren, Werkstoffe von höheren Festigkeitseigenschaften zu gewinnen, ist eine Verbesserung der Leitfähigkeit diesem Wege leider nicht möglich; im Gegenteil wird die Leitfähigkeit des Silbers durch Zusatz des ebenfalls leitfähigen Kupfers eigenartigerweise stark beeinträchtigt (Abb. 1). Die Leitfähigkeit beträgt bereits bei einem Zusatz von etwa 5 vH Kupfer 41 $m/\Omega \text{ mm}^2$ gegenüber 67 bei reinem Silber. Ebenso sinkt bei Zusatz von einigen vH Silber die Leitfähigkeit des Kupfers von 62 auf etwa 46 $m/\Omega \text{ mm}^2$. Schon die in den Grundmetallen vorhandenen Verunreinigungen bewirken eine starke Erniedrigung der Leitfähigkeit. Beim Kupfer genügen einige Zehntel vH von Verunreinigungen, die unter Bildung von homogenen Mischkristallen aufgenommen werden, wie z. B. Gold, Abb. 2.

Unter der Bildung homogener Mischkristalle versteht man das vollkommene Lösen zweier Bestandteile in einander, wie z. B. von Gold und Silber. Sind die beiden Bestandteile im festen Zustand nicht in der soeben beschriebenen Weise gelöst, sondern bilden sie, wie z. B. Zinn und Kadmium, ein heterogenes Gemenge (d. h. Bestandteile liegen getrennt nebeneinander), so ändert sich die elektrische Leitfähigkeit linear in dem Maße, wie die Bestandteile der Menge nach in der Legierung vorkommen, Abb. 3. Hieraus ergibt sich die wichtige Tatsache,

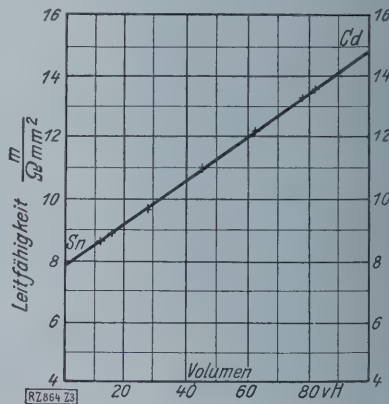


Abb. 3

Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Volumenkonzentration bei Sn—Cd (nach Gürtler)

unmöglich ist, durch Mengen zweier oder mehrerer Teile eine Legierung zu erhalten, die eine höhere Festigkeit hat als die Ausgangsmetalle.

folgenden werden die Verwendungsgebiete für die Nichteisenmetalle und ihre Legierungen in der Elektrotechnik auf Grund ihrer Leitfähigkeit und ihrer Eigenschaften näher beschrieben.

Kupfer und seine Legierungen

Kupfer¹⁾ ist das Metall, das in der Elektrotechnik am meisten gebraucht wird. Reines Kupfer verbleibt überall dort, wo es sich darum handelt, die Leitfähigkeit des Metalls möglichst auszunutzen. Für solche Zwecke kommt daher nicht Hüttenkupfer, das durch Eisen, Zinn, Zink, Antimon und Sauerstoff verunreinigt ist, sondern Elektrolytkupfer in Frage, das aus Hütten- oder auf elektrischem Wege besonders rein hergestellt

Der Reingehalt des Elektrolytkupfers beträgt etwa 99,95%. Das in der Elektrolyse hergestellte sogenannte Kathodenkupfer muß noch umgeschmolzen werden, da es in dieser Form nicht verarbeiten läßt. Dieses umgeschmolzene Elektrolytkupfer enthält stets Sauerstoff in Form von Kupferoxydul, und zwar schwankt der Gehalt an Kupferoxydul von 0,5 bis 1,2 vH. Das Kupferoxydul ist im Kupfer gelöst, sondern als selbständiger Bestandteil vorhanden. Abb. 4 zeigt das Gefügebild eines Kupfers mit Kupferoxydul. Auf einer vergrößerten Schmelzfläche sind die Kupferoxydul- Einschlüsse als blaue runde Einschlüsse im Kupfer sichtbar. Man erkennt die Einschlüsse als dunklere runde Gebilde in Abb. 4. Wichtig ist, daß die Kupferoxydul- Einschlüsse möglichst fein und gleichmäßig im Kupfer verteilt sind und nicht als örtlich angereicherte Inseln, da sonst eine Kerbwirkung hervorrufen und die Festigkeit ungünstig beeinflussen würden. Die Leitfähigkeit des Kupfers wird durch diese Gehalte an Kupferoxydul nur in geringem Maße beeinflusst.

Bei Gußstücken kommt Kupfer wenig in Betracht, da es nur unter Anwendung von Desoxydationsmitteln in reinen Massen gegossen werden läßt. Diese Mittel wie Phosphor, Zinn, Magnesium und andere bleiben teilweise im Kupfer, sie beeinflussen aber die Leitfähigkeit nur in sehr geringem Maße, Abb. 5. Die Festigkeit des Kupfers beträgt etwa 12 kg/mm² bei 2 vH Dehnung und die Leitfähigkeit etwa 48 statt 58 m/Ω mm². Eines der Verwendungsgebiete für gegossenes Kupfer ist z. B. die Herstellung von Haltern für elektrische Schweißelektroden.

Gegensatz dazu ist die Verwendung des gewalzten Kupfers sehr groß. Durch das Walzen, Pressen und Ziehen der Gußbarren werden die Festigkeit und Dehnung erhöht und die beim gegossenen Kupfer so ungünstig wirkende Porosität auf ein Minimum gebracht.

¹⁾ Bd. 71 (1927) S. 373.

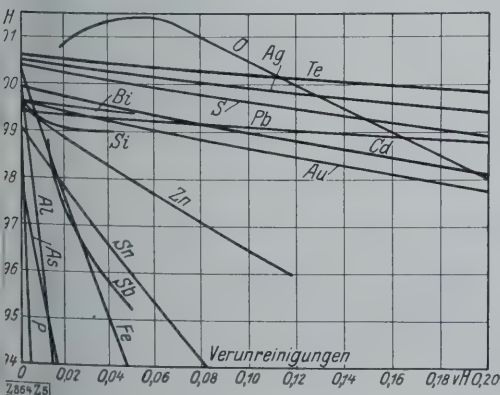


Abb. 5

Einfluß von Verunreinigungen auf die elektrische Leitfähigkeit des Kupfers (nach

Addicks, 58 $\frac{m}{\Omega \text{ mm}^2} = 100 \text{ vH}$)



Abb. 4

Kupfer mit 0,5 vH Kupferoxydul
a Kupferoxydulkristalle

Die für die Vorarbeiten erforderlichen Barren und Platten werden durch Umschmelzen des Kathodenkupfers in großen Flammenöfen und Gießen in entsprechende Formen erzeugt, wobei Desoxydationsmittel nicht erforderlich sind. Vor dem Guß wird das flüssige Bad durch das sogenannte Polen, d. h. durch Eintauchen von frischen Holzstämmen, von den beim Niederschmelzen aufgenommenen Gasen und Sauerstoffmengen befreit. Die Barren und Platten werden anfangs bei Temperaturen von etwa 800°, später durch Kaltwalzen oder Kaltziehen verarbeitet, wobei infolge der Bildungsamkeit des Elektrolytkupfers bei Raumtemperatur die Querschnittsverminderung bis auf 96 vH, bezogen auf den Ausgangsquerschnitt, getrieben werden kann. Durch diese Kaltbehandlung wird die Festigkeit bis auf 45 kg/mm² erhöht, während die Dehnung auf 1 bis 2 vH fällt. Die Leitfähigkeit sinkt dabei auf etwa 55 m/Ω mm². Durch Glühen des hartgewalzten Kupfers bei 500° erhält man weichgeglühtes Kupfer mit 21 bis etwa 26 kg/mm² Festigkeit und einer Dehnung von 40 vH. Die Härte des kaltgewalzten Kupfers steigt nach dem Grade der Kaltbehandlung auf 80 bis 90 kg/mm². Die Härte des weichgeglühten Kupfers beträgt dagegen nur 35 kg/mm².

Elektrolytkupfer eignet sich infolge seiner hohen Leitfähigkeit und der gleichzeitig guten Festigkeit ausgezeichnet für stromführende Teile wie Hoch- und Niederspannungs-Freileitungen, ferner für Fahrdrähte von Straßen- und Schnellbahnen, Kollektorlamellen und dergl. In Form weichgeglühter Flachdrähte wird es für Wicklungen von Dynamos, Motoren und Transformatoren benutzt. Für die Herstellung von Hochspannungs- und Schwachstromkabeln wird ebenfalls weichgeglühtes Elektrolytkupfer verarbeitet, da die Drähte im Kabel nicht auf Zug beansprucht werden. Im schwachgezogenen Zustand mit etwa 28 kg/mm² Festigkeit werden Leitungsschienen für Schalträume, wo die Schienen vielfach gebogen verwendet werden müssen, benutzt. Isolierte Leitungen werden teils als Einzeldrähte, z. B. für Klingelleitungen, teils als Seile und Litzen hergestellt, wobei man für die Seile zunächst dünne Seile aus Drähten kleinen Durchmessers verfertigt und diese dann wiederum zu Seilen schlägt. Die auf diese Weise hergestellten biegsamen Seile können z. B. aus 17 640 (7 × 12 × 7 × 30) Drähten von 0,05 mm Dicke bestehen. Neben diesem großen Verwendungsgebiet seien von den andern zahlreichen Verwendungsarten die elektrischen Koch- und Heizgeräte im Haushalt erwähnt, deren Hauptbaustoff Kupferblech und Kupferbänder bilden.

Der Verbrauch an Kupfer für Leitungen ist mit der Zunahme der Überlandleitungen ganz außerordentlich stark angewachsen. Man rechnet, daß etwa 80 vH des Kupferverbrauchs der Welt auf dieses Verwendungsgebiet entfallen. Die 100 kV-Fernleitungen werden teils als volle Seile, teils in neuerer Zeit als Hohlseile verlegt²⁾.

Von den Kupferlegierungen kommen in der Elektrotechnik hauptsächlich die Zink- und die Zinn-Kupferlegierungen in Frage.

²⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 28 u. 1014

Messing (Zink-Kupferlegierungen) wird in Form von Stangen, Rohren, Drähten, Blechen und Bändern und als Guß für Bauteile zur Herstellung elektrischer Maschinen und Geräte verwendet. Für Leitungszwecke kommt es wegen seiner geringen Leitfähigkeit (etwa $20 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$) kaum in Betracht. In starkem Umfange werden Preßteile aus Messing mit 58 bis 61 vH Kupfer angefertigt, die zur Ausrüstung von Fahrdrähten für elektrische Straßen- und Schnellbahnen und für Hochspannungs-Fernleitungen dienen, Abb. 6. Die Preßteile haben sich in 25jähriger Praxis sehr gut bewährt, namentlich auch gegenüber dem Einfluß der Witterung. Sie zeichnen sich gegossenen Teilen gegenüber durch erhöhte Festigkeit aus. In Zahlentafel 2 sind die mechanischen Eigenschaften einiger Preßmessinglegierungen sowie ihre Verwendung in der Elektrotechnik angegeben.

Nickel- und Kontaktrollen-Messing gehören schon zu den sogenannten Sondermessingen, die neben Zn und Cu noch vergütende Bestandteile wie Ni, Mn, Al, Fe, Pb, Sn enthalten. Diese Sondermessinge weisen teilweise stahlähnliche Eigenschaften auf und werden deshalb für hochbeanspruchte Teile benutzt. Messinge mit mehr als 62 vH Kupfer, die sich gut kaltziehen und -drücken lassen, dienen u. a. als Werkstoffe für Lampenfassungen und elektrische Haushaltgegenstände.

Verhältnismäßig gering ist der Verbrauch von Messingguß in der Elektrotechnik. Während sich das Preßverfahren besonders für die Herstellung größerer Massen eignet, greift man zu Messingguß dort, wo es sich um eine geringe Anzahl von Stücken handelt. Man benutzt dabei ein Messing von 33 vH Zink und 67 vH Kupfer mit einer Festigkeit von $18 \text{ kg}/\text{mm}^2$ bei einer Dehnung von 3 vH gegenüber $45 \text{ kg}/\text{mm}^2$ und 25 vH Dehnung bei Preßmessing. Gußmessing wird zur Herstellung von Teilen für elektrische Maschinen wie Segmenthalter, Kontaktfingerböcke, Dosen und dergleichen verwendet.

Wesentlich höhere Bedeutung unter den Kupferlegierungen haben die Bronzen, und zwar überall dort, wo stromführende Leitungen mehr als gewöhnlich auf Festigkeit beansprucht werden, wie z. B. bei großen Spannweiten (Fluß- und Talüberquerungen), in Raureifgebieten usw. Als Bronzen kommen Zinn-, Magnesium-, Kadmium-, Zinn-Kadmium-Legierungen u. a. m. in Frage. Man stellt aus diesen Bronzen Drähte von 70 bis $80 \text{ kg}/\text{mm}^2$ Festigkeit her.

Unsre oberirdischen Fernspreitleitungen außerhalb der Städte bestehen in Gebirgsgegenden aus Magnesiumbronze mit etwa 1 vH Magnesium oder bis 1,2 vH Zinn. Man erhält die höhere Festigkeit auf Kosten der Leitfähigkeit. Z. B. hat die Magnesiumbronze mit 1 vH Mg eine Festigkeit von $70 \text{ kg}/\text{mm}^2$ bei einer Leitfähigkeit von $36 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ und die Zinnbronze mit 1,2 vH Sn eine Festigkeit von etwa $75 \text{ kg}/\text{mm}^2$ und eine Leitfähigkeit von nur $18 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$. Als Hochspannungs-Armaturteile, die in der Nähe der Seeküste verwendet werden, wo es mehr auf Beständigkeit gegen Anfrassungen ankommt, werden teilweise Preßteile aus Phosphorbronze verwendet. Bronze guß wird in der Elektrotechnik sehr wenig gebraucht, dagegen benutzt man Sn-Zn-Cu-Legierungen (Rotguß) für Teile von elektrischen Motoren, wie Bürstenhalter, Kohlentaschen, Lager usw.

Aus Bronzeblechen und -bändern stellt man auch vielfach Kontaktfedern her, die beim Gebrauch von Schaltern starken Beanspruchungen durch Hin- und Herbiegen ausgesetzt sind.

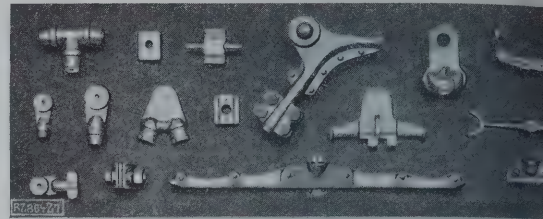


Abb. 6
Preßteile aus Messing

Aluminium und seine Legierungen³⁾

Aluminium kommt ebenso wie Kupfer wegen hohen elektrischen Leitfähigkeit, die nach Zahlen nur gegen Silber und Kupfer zurücksteht, und wegen guten mechanischen Eigenschaften seiner Legierung die Elektrotechnik in Frage. Dazu tritt beim Aluminium der Vorteil des geringen Eigengewichtes. Das gebrauchte Aluminium muß einen Reingehalt von 99 vH und haben mit Rücksicht auf die Anfrassungsgefahr unter Einwirkung der Witterung.

Reinaluminium. Die elektrische Leitfähigkeit des Reinaluminiums vom Reingehalt 99,5 vH beträgt, Zahlentafel 1 $34,5 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$, d. h. 59 vH derjenigen des Elektrolytkupfers. Die Bearbeitbarkeit des Reinaluminiums durch Walzen, Pressen und Ziehen ist ausgezeichnet. Die Festigkeit beträgt etwa die Hälfte derjenigen des Kupfers, nämlich im weichgeglühten Zustand 9 bis $11 \text{ kg}/\text{mm}^2$, 30 vH und mehr Dehnung und hartgewalzt oder -gedrückt 18 bis $25 \text{ kg}/\text{mm}^2$ bei 1 bis 2 vH Dehnung.

Als wesentlicher Verwendungszweck in der Elektrotechnik ist das Gebiet der Fernleitung zu bezeichnen, so sehr in Deutschland wie in Amerika hat man Aluminiumleitungen in großem Umfang verlegt. Wenn man bei Kupfer, wie oben erwähnt, Einzeldrähte verwendet, benutzt man bei Aluminium ausschließlich Seile. Kupferseilen gegenüber haben Reinaluminiumseile ihres größeren Durchmessers und der sich daraus ergebenden geringen Koronaverluste gewisse Vorteile. Bei großen Spannweiten sucht man die geringe Festigkeit des Aluminiums durch die sogenannten Stahl-Aluminium-Seile auszugleichen, deren Bruchsicherheit sehr günstig ist. Eine Umfrage bei den deutschen Elektrizitätswerken, einigen Jahren von der Deutschen Gesellschaft für elektrische Energie (DVG) ausgegangen ist, ergab, daß sich die Aluminiumleitungen recht gut bewährt haben, so daß technische Bedenken ihrer weiteren Verbreitung nicht entgegenstehen.

Schwierigkeiten machte aber hier und da die Befestigung der Seile an den Masten und die Verbindung der Seile untereinander. Aber auch hier ist die Frage der Konstruktion geeigneter Klemmen aus Reinaluminium entschieden worden, Abb. 7.

Vorteile bietet das Reinaluminium auch für die Entwicklung von Bahnmotoren. Durch die Bildung einer künstlich erzeugten isolierenden Oxydschicht kann man in vielen Fällen Aluminiumdraht ohne Faserisolierung verwenden. Daraus ergibt sich Gewicht- und Raumvorteil, die z. B. bei Lasthebemagneten, Kranbremsen usw. wesentlich ist. Das leichte Gewicht ist ferner

³⁾ Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 36.

⁴⁾ Z. f. Metallk. Bd. 13 (1921) S. 126.

Zahlentafel 2
Eigenschaften von Preßmessingen

Werkstoff	Kurzzeichen	DIN	Politurfarbe	Festigkeit kg/mm^2	Dehnung vH	Härte 5/250/30 kg/mm^2	Verwendungszweck
Schmiedemessing	Ms 60	1709	ockergelb	35	30	70	Freileitungsarmaturen, Schraubenmutter
Schraubenmessing	Ms 58	„	„	40	25	80	Kontakte, Armaturen, Schraubenmutter
Spreeblech	Mn Ms 1,4	„	braungelb	45	25	100	Lagerbüchsen
Nickelmessing	Ni Ms 10	„	gelblichweiß	40	30	100	Beschlagteile
Kontaktrollenmessing	Mn Ms 3	„	ockergelb	30	1	140	Kontaktrollen



Abb. 7
Abspannklemme für Stahl-Aluminium-Seile

igkeit für den Bau von tragbaren Meßgeräten, für von elektrischen Fahrzeugen und dergleichen. uch in der Form von Blechen und Bändern hat sich einaluminium beim Bau von Apparaten und Geräten erwährt.

uminiumlegierungen. Mit dem Aufkom- der Aluminiumgußlegierungen sind für die Kon- tion von Motoren und Apparaten, die geringes Ge- haben müssen, ganz neue Möglichkeiten geschaffen en. Hierbei sind bereits die deutsche (2 bis 3,5 vH bis 12 vH Zn, Rest Al) und die amerikanische rung (8 vH Cu, Rest Al) verwendet worden. Seit 6 Jahren ist zu diesen Legierungen eine sogenannte elbare Gußlegierung, das Silumin, getreten. Si- wird hauptsächlich dort verwendet, wo leichte arkeit, Dichtheit und gute Biegefähigkeit verlangt en. In Zahlentafel 3 ist eine Übersicht über diese Legierungen und deren Eigenschaften gegeben. Auch pritzgußteile lassen sich die Legierungen mit Vorteil enden⁵⁾.

uerdings ist es gelungen, gewissen Gußlegierun- durch eine Wärmebehandlung nach Art der Dur- n-Vergütung höhere Festigkeitseigenschaften zu ien, nämlich 25 bis 35 kg/mm², damit ist die Festig- des Gußeisens erreicht, wenn nicht übertroffen en. Diese Legierungen befinden sich noch in der icklung⁶⁾.

Durch die Erfindung des Duralumins ist eine mag- nhaltige Aluminiumlegierung geschaffen worden, em früheren Mangel des Reinaluminiums, nämlich verhältnismäßig geringen Festigkeit, abgeholfen hat. Duralumin sind eine Reihe ähnlicher Legierungen, Aeron und Lautal (etwa 2 vH Si, 4 vH Cu, Rest Al), on (etwa 0,1 vH Li, 0,6 vH Mn, 3 vH Cu, 12 vH Zn, Al), Aludur (etwa 0,5 vH Mg, Rest Al), Constructal (1,5 vH Mg₂Si, 1,2 vH Cu, 0,5 vH Ti, Rest Al), Con- tal Nr. 8 (7 bis 9 vH MgZn₂, 0,5 bis 1 vH Mn, Rest Al) rt. Ihre Vergütung⁷⁾ beruht z. B. auf dem Zusatz auch r Bestandteile wie Kupfer, Silizium, Lithium, Kalzium,

AWF: Der Spritzguß und seine Legierungen, Berlin 1927 S. 20.
Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 390.
Z. Bd. 70 (1926) S. 391.

Zahlentafel 3
Eigenschaften von Aluminium-Gußlegierungen

Legierung	spez. Gewicht	Festigkeit kg/mm ²	Dehnung vH	Brinellhärte 10/500/30 kg/mm ²	Verwendungs- zweck
che	2,9 bis 2,95	12 bis 18	1 bis 3	55	Sand- und Kokillenguß
kanische .	2,85 „ 2,9	12 „ 16	1 „ 2	60	Sand-, Kokillen- und Spritzguß
n	2,5 „ 2,65	16 „ 22	5 „ 10	55	desgl.

Zahlentafel 4
Eigenschaften der vergütbaren Aluminiumlegierungen

Legierung	spez. Gewicht	Festigkeit kg/mm ²	Dehnung vH	Brinellhärte 10/500/30 kg/mm ²	Verwendungs- zweck
min 681 B	2,8	43 bis 36	15 bis 12	125	Stangen, Profile,
Z	„	44 „ 47	14 „ 10	128	Preßteile, Bleche, Drähte
und Lautal	2,75	38 „ 42	25 „ 18	90 bis 120	desgl.
er 533 . . .	2,7	25 „ 36	18 „ 8	70 „ 100	„
570	„	38 „ 46	22 „ 10	90 „ 130	„
en	3	40 „ 50	15 „ 10	120	„
Constructal 2	2,8	36 „ 52	28 „ 12	80 bis 120	„
„ 8	3	38 „ 52	20 „ 8	130 „ 170	„

Zink und Mangan. Zahlentafel 4 gibt eine Übersicht über die Eigenschaften dieser Legierungen. Während die Vorteile, die diese Legierungen bieten, mehr den rein konstruktiven Aufgaben, namentlich im Verkehrswesen zuteil geworden sind, sind nur einige von ihnen auch für die Entwicklung der Elektrotechnik bisher von Bedeutung gewesen, und zwar für die Ausgestaltung der Fernleitungen. Der Fortschritt besteht hier in der höheren Festigkeit, die diese gegenüber den Leitungen aus Reinaluminium aufweisen. Zur Zeit befindet sich die Verwendung dieser Leitungen aus vergütbaren Aluminiumlegierungen noch in der Entwicklung. Veröffentlichungen in diesem Sinne sind über die Legierungen Duralumin, Aludur, Montegal und Aldrey erschienen⁸⁾. Die Festigkeiten dieser Leitungslegierungen betrugen etwa 28 bis 35 kg/mm² bei einer Leitfähigkeit von 28 bis 32 m/Ωmm².

Magnesium und seine Legierungen^{8a)}

Reinmagnesium kommt als Werkstoff nicht in Frage, wohl aber seine Legierungen, die sogen. Elektronmetalle. Sie sind noch um ein Drittel leichter als die Aluminiumlegierungen. Vereinzelt werden sie als Gußlegierungen verwendet. Zahlentafel 5 zeigt die Eigenschaften der Elektron-Gußmetalle.

Zahlentafel 5
Eigenschaften der Elektron-Gußmetalle

Legierung	spez. Gewicht	Festigkeit kg/mm ²	Dehnung vH	Brinellhärte kg/mm ²
AZF	{ 1,8 bis 1,83 }	18 bis 22	6 bis 10	43 bis 47
AZG		17 „ 20	4 „ 6	53 „ 57

Andre Metalle

Zink verwendet man z. B. für galvanische Elemente. Es bildet den Grundstoff für Spritzgußteile im Apparate- und Gerätebau⁹⁾.

Blei wendet man in großem Umfang für die Um- mantelung der Hoch- und Niederspannungskabel an, auch Bleilegierungen wie Sb-Pb, Sn-Pb, Cd-Pb und Mg-Pb werden wegen der höheren Festigkeit vielfach an Stelle von Reinblei mit 99,95 vH Reingehalt gebraucht. Man benutzt es ferner zu den Bleiplatten für Akkumulatoren. Ebenso wie Zink wird es in Spritzgußteilen für wenig beanspruchte Teile verwendet¹⁰⁾. Nicht zu vergessen sind die Bleilagermetalle, die vielfach an Stelle der teuren zinnhaltigen Lagermetalle getreten sind.

Zinn. Reinzinn dient als Schutzüberzug für Kupferdrähte, die dann mit Gummi isoliert werden; hierdurch wird die unmittelbare Berührung des Kupfers mit dem schwefelhaltigen Gummi vermieden und der schädliche Einfluß des Schwefels auf das Kupfer unmöglich gemacht. Zinn bildet ferner einen Grundstoff der Spritzgußlegierungen¹¹⁾ und der hochwertigen Lagermetalle.

Man braucht ferner Zinn zum Löten von Drähten, die nicht auf Zug beansprucht werden.

Mit dem Nickel kommen wir zu dem Gebiet der Widerstandlegierungen, die in der Elektrotechnik eine große Rolle spielen. Es handelt sich dabei um Legierungen des Nickels mit Kupfer, Chrom und Eisen. Diese Legierungen zeichnen sich ihrem Zweck entsprechend durch hohe Hitzebeständigkeit aus. Zahlentafel 6 gibt die gebräuchlichsten Legierungen mit ihren Eigenschaften wieder.

⁸⁾ Z. f. Metallk. Bd. 19 (1927) S. 12, 21, 45, 97; Bd. 16 (1924) S. 433.

^{8a)} Z. f. Metallk. Bd. 16 (1924) S. 236.

⁹⁾ AWF: Der Spritzguß und seine Legierungen, Berlin 1927. S. 16.

¹⁰⁾ Desgl. S. 15.

¹¹⁾ Desgl.

Zahlentafel 6
Eigenschaften der Widerstand-
Legierungen

Legierung	Zusammensetzung	Spez. Wider- stand Ω mm ² /m	Temperatur- koeffizient
Konstantan . .	57 vH Cu, 43 vH Ni	rd. 0,5	\pm 0,0005
Chromnickel . .	85 „ Ni, 15 „ Cr	0,85	+ 0,03
Cekas	Ni, Cr, Fe	1	+ 0,025
Kruppin . . .	Fe, Ni	0,85	+ 0,07

Zahlentafel 7
Eigenschaften der leicht schmelzenden
Legierungen

Benennung	Zusammensetzung				Schmelz- temperatur
	Bi vH	Pb vH	Sn vH	Cd vH	
Woodmetall	50	25	12,5	12,5	etwa 60,5°
Lipowitzmetall . .	50	26,7	13,3	10	„ 70°
Lichtenbergmetall .	50	30	20	—	„ 92°
Rosemetall	50	25	25	—	„ 94°

Die verschiedene Wärmeausdehnung der Nickellegierungen und des Stahles wird zur Herstellung der sogenannten Bimetalle benutzt. Diese werden so gewonnen, daß man zwei Bleche, wovon das eine aus Stahl und das andre aus einer Nickel-Eisen-Legierung besteht, zusammenschweißt und aus diesen Blechen Streifen schneidet. Die Streifen biegen sich, wenn sie erwärmt werden, durch und können so als Kontakte verwendet werden. Sie vermögen den Kontakt bei einer bestimmten Erwärmung, die etwa vermieden werden soll, herzustellen.

Reinnickel wird schließlich als Schutzüberzug Stahl, Kupfer und Messing und Aluminiumspritzguß benutzt.

Tantal, Osmium, Wolfram werden sehr raumer Zeit in der Glühlampenindustrie mit Vorteil verwendet und haben die Kohlenfaden- sowie Bogenlampen völlig verdrängt. Tantal wird ferner als Anoden von Sende- und Gleichreglerrohren infolge seiner hervorragenden Eigenschaften in der Luftleere benutzt.

Silber und Platin. Die Verwendung der Metalle ist wegen ihres hohen Preises sehr beschränkt. Silber ist unentbehrlich beim Verbinden von Kupfer Leitungsdrähten, da es allein hinreichende Leitfähigkeit und Festigkeit gewährleistet. Auch benutzt man es in Schmelzsicherungen dort, wo starke Erwärmung der Leiter vorzukommt.

Für Kontakte, die möglichst wenig oxydieren sollen, verwendet man Platin, desgleichen braucht man Platin für bestimmte elektrische Lampen (Verstärkerlampen).

Wismut. Für leichtschmelzende Sicherungen werden die niedrigschmelzenden Wismutlegierungen in großem Umfang in Frage. Zahlentafel 7 zeigt eine Anzahl dieser Legierungen.

Aus der kurzen Übersicht ist zu entnehmen, daß die Leichtmetalle die größte Bedeutung in der Elektrotechnik zweifellos zukommen. Ihm am nächsten stehen offenbar Leichtmetalle, die infolge ihres geringen spezifischen Gewichtes ihm gegenüber mancherlei Vorteile aufweisen. Die Entwicklung des Leichtmetallwesens wird sich durch das Wissen von den Eigenschaften der Leichtmetalle und ihrer Beherrschungsmöglichkeit noch in der Zukunft sehr rasch entwickeln, haben wir in der Zukunft sicherlich noch mancherlei Fortschritte zu erwarten. [B 8]

BÜCHERSCHAU

Archiv für das Eisenhüttenwesen. Fachberichte. Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf. 1. Jg. 1. und 2. H. 1927. Düsseldorf 1927, Verlag Stahl-Eisen. Preis jährlich 50 M.

In den letzten Jahren ist das Eisenhüttenwesen in steigendem Maße zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung gemacht worden. Nur die immer weiter gehende theoretische Erforschung hat es möglich gemacht, daß die Eisen-, Stahl- und Graugußherstellung den gesteigerten und vielseitiger gewordenen Anforderungen der Verbraucher folgen konnte. Eine unvermeidliche Begleiterscheinung dieser wissenschaftlichen Vertiefung ist das große Anschwellen der technisch-wissenschaftlichen Literatur auf dem Gebiete des Eisenhüttenwesens. Um diesen Stoffandrang bewältigen zu können, hat sich der Verein deutscher Eisenhüttenleute entschlossen, neben der bekannten Zeitschrift „Stahl und Eisen“ nunmehr eine zweite technisch-wissenschaftliche Zeitschrift des Eisenhüttenwesens herauszugeben, nämlich das „Archiv für das Eisenhüttenwesen“. Die Zeitschrift „Stahl und Eisen“ soll „die großen Linien der allgemeinen Entwicklung des gesamten Eisenhüttenwesens zeichnen“, während das Archiv, monatlich erscheinend, fortlaufend und umfassend über die Tätigkeit der einzelnen Fachausschüsse des Vereins, über die Ergebnisse der Versuchsanstalten und die wissenschaftlichen Arbeiten des einzelnen Fachmannes oder Forschers berichten soll.

In der neuen Zeitschrift wird zum erstenmal ein neuer Weg versucht, den Stoff je nach den Bedürfnissen des Lesers teilbar zu machen. Jeder im Archiv behandelte Fachbericht beginnt auf einer rechten Seite, ist für sich geheftet und im Gesamtheft nur locker befestigt. Es werden zwei Seitenzählungen und zwar innerhalb des Jahrganges und innerhalb der einzelnen Berichte durchgeführt. Durch diese Maßnahmen wird ermöglicht:

1. Das Gesamtarchiv kann jahrgangweise gesammelt und gebunden werden;
2. das Archiv kann jahrgangweise nach Gruppen gesammelt und gebunden werden;
3. die einzelnen Aufsätze können aus dem Heft herausgenommen und in Ringbüchern oder Sammelmappen ent-

weder nach den vorgesehenen Gruppen oder nach anderen Gesichtspunkten entsprechend dem Arbeits- und Fachgebiet des Beziehers gesammelt werden.

[E 913]

H. Hanemann

Vorlesungen über Technische Mechanik. Von Aug. Föppl. 3. Bd.: Festigkeitslehre. 10. Aufl. Berlin 1927, Springer-Verlag. 451 S. m., 114 Abb. Preis 16,60 M.

Wenn ein Lehrbuch in rd. 30 Jahren die 10. Auflage erlebt, so würde sein Verschwinden vom Büchermarkt eine große Lücke bedeuten. Es ist daher zu begrüßen, daß das Lebenswerk August Föppls nach dessen Tode fortgeführt wird. O. Föppl hat, dem Wunsch des Vaters folgend, die „Festigkeitslehre“, die auch die Grundlagen der Elastizität und die Anwendung auf das St. Venantsche Problem enthält, neu bearbeitet. Die Vorzüge der „Vorlesungen“, die flüssige lebendige Darstellung, das klare Herausarbeiten des Wesentlichen und weiterer Gesichtspunkte vor Beginn mathematischer Formulierungen, die Erziehung zur Ständigkeit, die geschickte Einführung der mathematischen Hilfsmittel, Beispiele zu ihrer Einübung, den Gebrauch der Vektorrechnung, technische Anwendungen bekannt und anerkannt. Die frühere Auflage ist größtenteils unverändert geblieben. Im theoretischen Teil hat der Bearbeiter die Winkler-Grashofsche Theorie der Biegung stark gekrümmter Stäbe mit Beispielen neu aufgenommen, auch eine Reihe kürzerer Änderungen und Ergänzungen vorgenommen, die für den Studierenden willkommen sind. Aus eigenem Schöpfervermögen auf dem Gebiet des Festigkeitswesens selbst tätige Bearbeiter in den Abschnitten der Versuchsg Grundlagen der Festigkeitslehre betreffen. Weiterausbau in dieser Richtung liegt sicher im Sinne des Verfassers. Der Bearbeiter hebt eindringlich die Wichtigkeit der Dauerversuche hervor, die Fließgrenze ist dagegen nur kurz erwähnt. Nachdem die Frage der Dauerversuche in den letzten Jahren von vielen Seiten aufs neue in Angriff genommen ist, wären gerade in einem Lehrbuch auch Arbeiten anderer mitzubetrachtenden oder eigene neue Meinungen wegzulassen gewesen (S. 60 Abb. 12, oben, S. 73 unten, S. 74 Mitte). [E 913]

Esslingen

En B

• Porzellan als Werkstoff

Von H. Handrek, Hermsdorf, Thüringen

Kennzeichnung, Zusammensetzung und Herstellung des Porzellans. Werkstoffprüfung. Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften durch Masse, Glasur und Herstellverfahren. Chemische und physikalische Eigenschaften, Anwendung des Werkstoffes

it Porzellan bezeichnet man durch Brennen von Porzellanerde (Kaolin) unter Zusatz von Quarz und Feldspat hergestellte Erzeugnisse, die sich rein weiße Farbe, durchscheinenden, völlig dicht gegen Scherben, große Härte, elektrische, chemische und nische Widerstandsfähigkeit auszeichnen.

hon äußerlich unterscheidet der gesinterte Scher- is Porzellan vom porösen Steingut, die durch reinste ffe erreichte weiße Farbe unterscheidet es von Stein- und Steatit.

ir technische Zwecke kommt allein das bei Tem- ren von ungefähr 1400 °C gebrannte Hartporzellan ge. Seine Zusammensetzung liegt etwa innerhalb reh Abb. 1 veranschaulichten Grenzen.

Porzellan für die meisten Verwendungsarten mit durchsichtigen oder farbigen Glasur überzogen kann es weder chemisch noch physikalisch als ein- her Stoff angesehen werden. Die verschiedene Zu- setzung und Art der Rohstoffe, die abweichenden ll- und Brennverfahren bedingen, zum Teil weite Verschiedenheiten in den Eigenschaften der fer- Erzeugnisse.

ir die Formgebung, die wegen der außerordent- Härte des Porzellans nur vor dem Brand erfolgen was in gewisser Beziehung ein Nachteil dieses toffes ist, sind hauptsächlich drei Arbeitsverfahren rauch: Das Drehen auf der Drehscheibe, das Gie- Gipsformen und das Pressen in Stahlmatrizen (oft ich Stanzen genannt). Hierbei ist Kaolin der bild- Bestandteil, Quarz und Feldspat wirken als Mage- und Flußmittel. Nach dem Formen und Trocknen i die rohen oder (bei dünnwandiger Ware) vor- nten Stücke durch Eintauchen in ein Glasurbad er Glasurschicht überzogen, zum Schutze gegen ehen in runde Brennkapseln eingesetzt und bei 400° im Rund- oder Tunnelofen*) gar gebrannt. em Gar- oder Glattbrand erfährt das Porzellan die gentümliche Schwindung von etwa 15 vH, wodurch r technisches Porzellan allgemein gültige Tole- on 5 vH in den Abmessungen bedingt ist. Eine arbeitung der gebrannten Ware durch Schleifen olieren ist nur in geringem Umfange möglich. igt einen Überblick über den gesamten Herstel- ang.

Bd. 70 (1926) S. 1186.

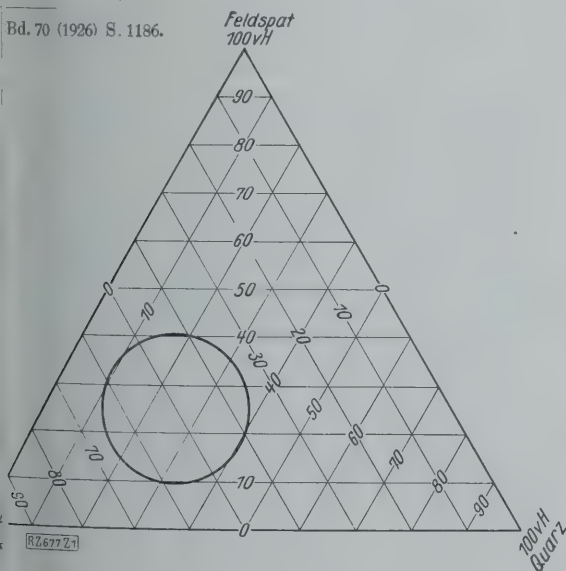


Abb. 1

Zusammensetzung von Porzellan
ngenverhältnisse zur Erzeugung von Hartporzellan
liegen innerhalb des eingezeichneten Kreises

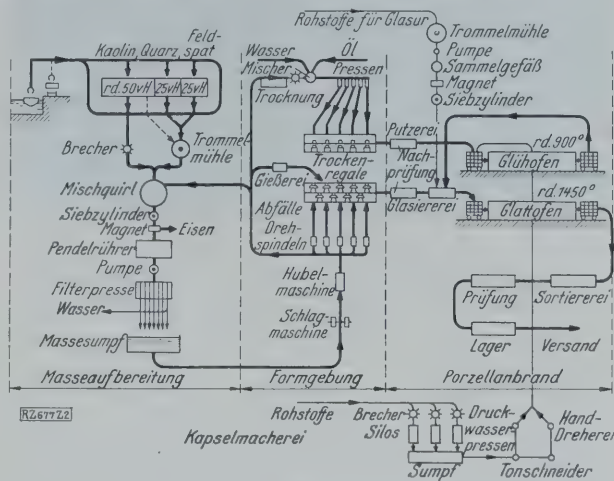


Abb. 2

Herstellungsgang von Porzellan^{1a)}

Vergleich des Porzellans mit den metallischen Werkstoffen

Das physikalische und chemische Verhalten des Porzellans wird gekennzeichnet durch folgende Haupteigenschaften, die es von den metallischen Werkstoffen grundlegend unterscheiden:

a) Chemisch. Porzellan ist im Gegensatz zu den Metallen weitgehend unangreifbar und gegen die Einwirkung von Säuren und Laugen äußerst widerstandsfähig.

b) Elektrisch. Porzellan gehört zu den besten Nichtleitern (Isolatoren), die Metalle sind die besten Leiter.

c) Mechanisch. Porzellan hat kein plastisches Formänderungsvermögen wie die Metalle. Die Bruchgrenze fällt vielmehr eng mit der Elastizitätsgrenze zusammen. Kennzeichnend für Porzellan ist ferner eine bedeutend höhere Empfindlichkeit gegen schlag- und stoßartige (dynamische) Einwirkungen als gegen langsam eintretende (statische) Beanspruchungen. Die statische Festigkeit (besonders Druckfestigkeit) von Porzellan reicht teil-

^{1a)} Keram. Rundschau 1924 Heft 38.

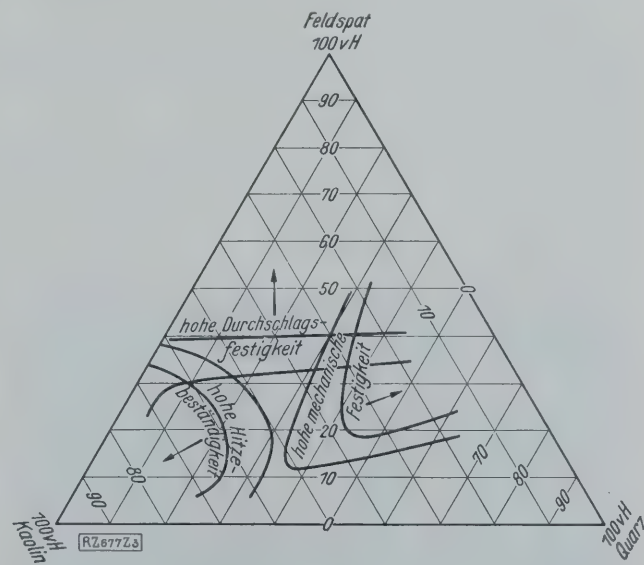


Abb. 3

Einfluß von Feldspat, Quarz und Kaolin auf die mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften von Porzellan

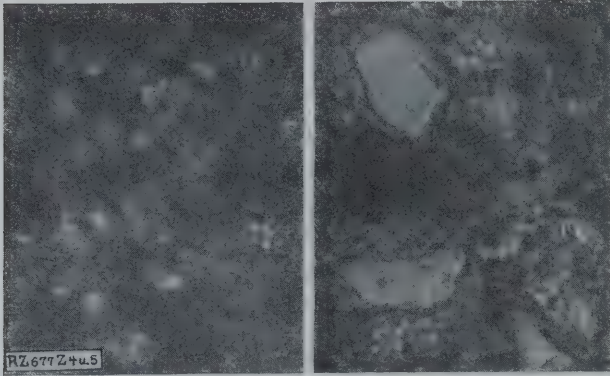


Abb. 4 Porzellan hoher elektrischer Durchschlagfestigkeit
Abb. 5 Porzellan hoher mechanischer Festigkeit

Abb. 4 und 5
Photographien von Porzellandünnschliff

weise an die der besten metallischen Werkstoffe heran. Mit dem Mangel an plastischer Formbarkeit hängt es auch zusammen, daß bei Porzellan Ermüdungs- und Alterungserscheinungen, die bei metallischen Werkstoffen so gefürchtet sind, bisher bei den verschiedenen Untersuchungen²⁾ nicht festzustellen waren.

Einfluß von Zusammensetzung, Glasur und Brand auf die Eigenschaften des Porzellans

Masse. Grundlage und Träger der Werkstoffeigenschaften ist die Porzellanmasse. Maßgebend ist hierbei nicht nur der chemische Versatz, sondern auch Art und physikalischer Zustand der eingeführten Rohstoffe. Den Einfluß der Einzelbestandteile auf die thermische, elektrische und mechanische Widerstandsfähigkeit des Porzellans zeigt Abb. 3. Nicht alle wünschenswerten Werkstoffeigenschaften lassen sich in einer einzigen Porzellanmasse vereinigen; sie stehen vielmehr teilweise im Widerspruch zueinander. Wenn es sich dagegen darum handelt, nur eine Eigenschaft auf Kosten der anderen zu möglichster Vollkommenheit herauszuarbeiten, kann man zu überraschenden Ergebnissen kommen. So gelingt es z. B., Massen herzustellen, die von der für Porzellan sprichwörtlichen Zerknirschlichkeit bis zu einem erstaunlich hohen Maße frei sind. Kugeln von 30 mm Dmr. aus solcher Masse lassen sich aus 12 m Höhe beliebig oft auf starke Stahlplatten herabwerfen, ohne die geringste Beschädigung zu erleiden.

²⁾ W. Weicker, Altern Porzellan-Isolatoren? „L'Ellettrotecnica“, 1926 Heft 15 und Mitteilungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-G.m.b.H. 1926, Heft 23. K. Draeger, Über Zerstörungs- und Alterungserscheinungen von Porzellan-Isolatoren, Mitteilungen der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co., A.-G., 1926 Heft 8.

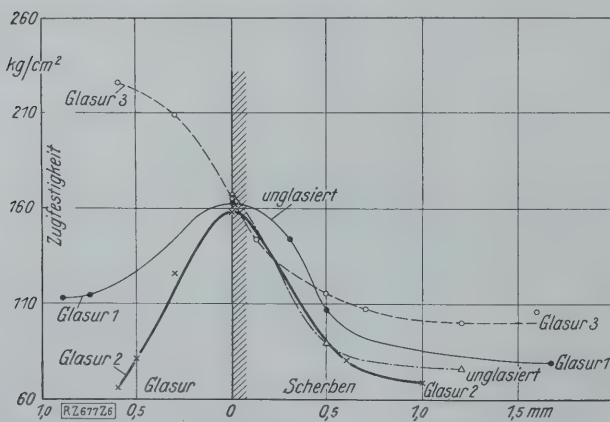


Abb. 6
Einfluß der Entfernung der Glasurschicht auf die Zugfestigkeit von Porzellan-Isolatoren.
1 und 2 ungünstige Glasur, 3 günstige Glasur.

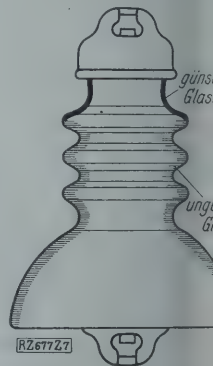
Gefügebau. Betrachtet man einen schliff von Porzellan in durchfallendem Lichte bei 300facher Vergrößerung unter dem Mikroskop, so scheidet man eine glasige Grundmasse, in die meist weniger aufgelöste Quarzkristalle, ferner amorphstandteile und Kristallite (Mullit) eingelagert sind, sind deutlich kleine Luft- und Gasbläschen zu sehen. Abb. 4 und 5 zeigen Mikrophotographien zweier verschiedener Porzellane, von denen bei den vorausgesetzten Untersuchungen das Porzellan, Abb. 4, hohe elektrische Durchschlagfestigkeit aufwies, während das Porzellan, Abb. 5, elektrisch weniger gut, dagegen mechanisch besser war.

In Verbindung mit der Dünnschliffuntersuchung mag die Röntgenanalyse nach dem Verfahren von Scherrer wertvolle Hinweise für die Beurteilung der Güte und die Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften zu geben, wie dies die Arbeiten von O. Krause zeigen³⁾.

Aus dem Kleingefüge allzu weitgehende Schlüsse auf die Eigenschaften des Porzellans zu ziehen, vermag sich jedoch vielfach schon aus dem Grunde, weil die oberflächenschicht (Glasur) denjenigen der eigentlichen Gefügeänderungen meist erheblich übertrifft.

Glasur. Die Oberfläche des Porzellans, im unglasierten Zustande rau, wird mit einer Glasur überzogen, die sich von der eigentlichen Porzellanmasse abheben und einen etwaigen Farbkörperzusatz durch höheren Flußmittelgehalt unterscheidet und ihrer Härte, Dichte und Glätte atmosphärischen Einflüssen einen hohen Widerstand entgegensetzt. Die Angriffsbarkeit wächst mit dem Gehalt an Tonen und Kieselsäure. In dieser Hinsicht unterscheidet sich

Abb. 7
Verschieden glasierter Zugisolator, der im ungünstig glasierten, verstärkten Schaft gerissen ist



siertes Porzellan sehr wesentlich von Glas, das, den Verhältnissen ausgesetzt, rau, und blin während Porzellan auch nach jahrzehntelanger Verwendung sich seine glatte glänzende Oberfläche bewahrt.

Nach neueren Forschungen⁴⁾ ist die Glasur des Porzellans für seine mechanischen und thermischen Eigenschaften von ausschlaggebender Bedeutung. Gute Glasuren vermögen die Zug- und Biegefestigkeit bis 40 vH gegenüber dem unglasierten Zustande zu verbessern. Ungünstige Glasuren setzen die Festigkeit der guten Massen ohne äußere Anzeichen auf einen Bruch herab. Hieraus ergeben sich dann bisweilen ganz anmutende Erscheinungen, so die Erhöhung der Zugfestigkeit eines (ungeeignet) glasierten Porzellans nach Entfernung der Glasurschicht um mehr als 100 vH, oder die Zerstörung eines fehlerfreien Zugisolators statt an den dünneren Zapfen von 44 cm³ an den verstärkten Schaft von 74 cm² Querschnitt, Abb. 7.

Der Bruch wird bei Zug-, Biege- und thermischen Beanspruchungen stets durch Überschreiten der Festigkeit der Oberflächenschicht eingeleitet und daher durch die Zugfestigkeit dieser Schicht bedingt. Der Grund für den großen Einfluß der Oberfläche

³⁾ O. Krause, Anwendung von Röntgenographie und Röntgenstrahlung in der Feinkeramik, Ber. d. Deutschen Keram. Ges., Heft 2 S. 11.

⁴⁾ F. Gerold, Der Einfluß der Glasur auf einige physikalische Eigenschaften von Porzellan, Z. Bd. 69 (1925) S. 1123 und Mitteilungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren-G.m.b.H. 1925 Heft 15. H. Haas, Die Bedeutung der Glasur für Güte und Betriebssicherheit von Isolatoren, Keram. Rundschau 1926 Heft 14 S. 224.

gerade bei starkscherbigen Stücken liegt in der ungleichmäßigen Verteilung der mechanischen Spannung im Einspannquerschnitt derart, daß auf die Oberfläche eine weit höhere spezifische Beanspruchung entfällt als auf weiter im Inneren liegende Schichten. Demnach ist auch die Oberfläche des Einspannquerschnittes am empfindlichsten gegen Verletzungen, wie dies für einen Zugisolator zeigt.

Für gutes Zusammenpassen und Spannungsfreiheit der Masse und Glasur ist die Eigenzugfestigkeit der Glasur ausschlaggebend, erst in zweiter Linie wichtig die Abstimmung der beiderseitigen Ausdehnungszahlen. Unter dieser Bedingung gewählte Glasuren erhöhen erheblich die mechanische Güte des Porzellans wie Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturwechsel und Widerstand im Gegensatz zu vielfach herrschenden Annahmen⁶⁾, selbst in Dicke von mehreren Millimetern an Scherben aufgebracht, ihre günstigen Eigenschaften unverändert bei.

kürzlich ausgeführte, bisher noch unveröffentlichte Versuchs- und Bruchmessungen an Stäben aus reinen Glasuren von 100 Dmr. und 83 mm Stützweite und an glasierten und unglasierten Porzellanstäben gleicher Abmessungen hatten das folgende Ergebnis:

	Elastizitätsmodul kg/mm ²	Biegefestigkeit kg/mm ²
Stäbe	5845	7,4
mit glasierter Glasur		
Porzellanstäbe	6810	7,8
mit glasierter Glasur	7840	5,3

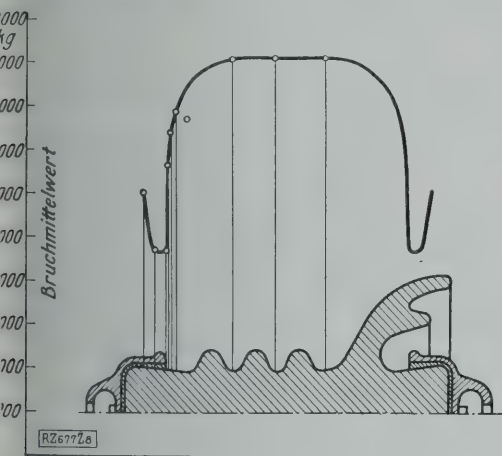


Abb. 8

Abhängigkeit des Bruchwertes eines Zug-(Vollkern-)Isolators vom Ort der Verletzung

Abb. 9 zeigt den Einfluß günstiger und ungünstiger Glasuren auf einige physikalische Eigenschaften des Porzellans.

Herstellungsvorgang. Von den während des Herstellungsprozesses wirkenden Einflüssen ist das Brennen der Glasur am deutlichsten. Am deutlichsten zeigt sich die mechanische Beanspruchung, weniger die elektrische Durchschlagfestigkeit, ab von den Einflüssen während des Brandes, wobei nicht die Schnelligkeit der Temperatursteigerung und die erreichte Höchsttemperatur, sondern auch die Rauchgaszusammensetzung in den einzelnen Brandperioden eine wichtige Rolle spielen. Sogar an verschiedenen Stellen im Ofen gebranntes Porzellan kann erhebliche Eigenschaftenunterschiede aufweisen. Die Kenntnis und Berücksichtigung der hier obwaltenden besonderen Verhältnisse belohnt sich durch eine bemerkenswerte Gleichmäßigkeit der Erzeugnisse und geringe Streuung der Bruchwerte.

Werkstoffprüfungen

Werkstoffprüfungen haben in die Porzellanindustrie erst in jüngster Zeit Eingang gefunden. Allgemein gültige Prüfverfahren liegen auch heute nur für Hochspan-

Singer, Steinzeug als Werkstoff. Z. Bd. 71 (1927) S. 123.

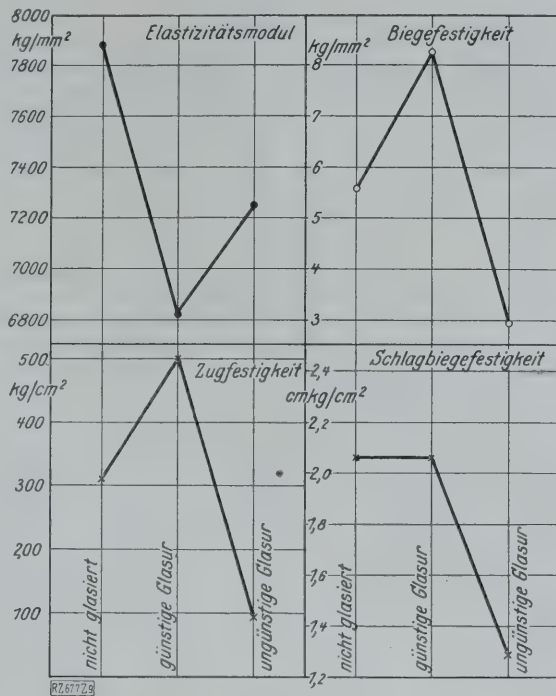


Abb. 9

Einfluß der Glasur auf einige physikalische Eigenschaften des Porzellans

nungs-Isolatoren nach den Vorschriften des VDE vor⁶⁾. Seit 1920 besteht innerhalb des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik ein besonderer Ausschuß (18), der es sich zur Aufgabe gemacht hat, zweckmäßige und einheitliche Prüfverfahren für Porzellan und Steinzeug auszuarbeiten⁷⁾.

In jüngster Zeit hat der Materialprüfungsausschuß der Deutschen Keramischen Gesellschaft Richtlinien für Festigkeitsprüfungen und für die Bestimmung der thermischen Eigenschaften an besonders hergestellten Prüfkörpern herausgegeben⁸⁾, die, zunächst in Form von Vorschlägen, zu einer Vereinheitlichung der Prüfverfahren beitragen und einer Normung vorarbeiten sollen. Die im folgenden gemachten Angaben entsprechen, wo nichts anderes bemerkt, diesen Vorschlägen in bezug auf Form des Prüflings und Art des Meßverfahrens. Abb. 10 zeigt eine Anzahl solcher Prüfkörper.

Untersuchungen können an Werkstoffproben und Fertigerzeugnissen ausgeführt werden. Die Prüfung des fertigen, mit Armaturen versehenen Stückes umfaßt außer den Werkstoffeigenschaften im engeren Sinne gleichzeitig eine Reihe anderer, für die Betriebseignung wich-

⁶⁾ Diese Vorschriften haben auf Grund sehr eingehender Beratungen eine neue Fassung erhalten, die der nächstjährigen Hauptversammlung des VDE zur Annahme vorgelegt werden soll. Vergl. ETZ (1927) Bd. 48 S. 372, 816.

⁷⁾ R. Rieke und M. Gary, Die Prüfung von Porzellan, Berichte d. Deutschen Keram. Ges. 1922 Heft 1 S. 5.

⁸⁾ Untersuchungs- und Prüfungsmethoden keramischer Rohstoffe und Erzeugnisse, Berichte d. Deutschen Keram. Ges. 1927 Heft 1 S. 44

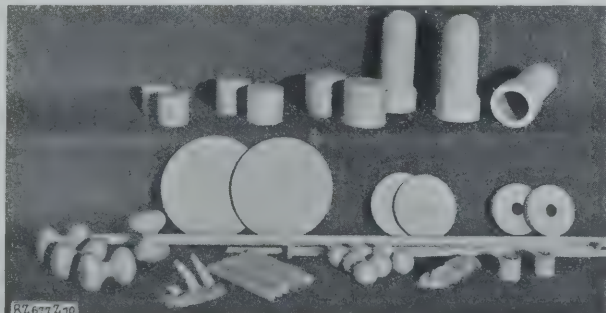


Abb. 10

Probekörper für Festigkeitsprüfungen

tiger Punkte, wie Zweckmäßigkeit der Konstruktion, Festigkeit der Armaturen, Güte von Kittung und Ausguß. Solche Prüfungen werden insbesondere an Freileitungs-Isolatoren nach den verschiedenen Richtungen hin vorgenommen. Will man dagegen das Verhalten des Werkstoffes möglichst rein von störenden Einflüssen erforschen, so empfiehlt sich die Untersuchung einfacher, leicht herzustellender Prüfkörper.

Chemische Eigenschaften

Porzellan zeichnet sich durch außerordentlich hohe Widerstandsfähigkeit gegen die meisten chemischen Angriffe, besonders die der stärksten Säuren aus. Weder die Atmosphärien noch die bei elektrischen Entladungen entstehenden Stickoxyde und Ozon vermögen im geringsten einzuwirken, so daß eine Verwitterung selbst nach langen Jahren ausgeschlossen ist. Laugen lösen erst bei starker Konzentration und hoher Temperatur geringe Mengen von Kieselsäure. Dagegen greifen Fluor und Flußsäure, mehrere Oxyde unedler Metalle (Bleioxyd), Phosphorsäure bei Glühtemperatur sowie alkalische Schmelzen Porzellan an. Als zahlenmäßiger Anhalt mag dienen, daß Porzellanringe von 45 cm² Oberfläche nach 18stündigem Kochen mit Natronlauge (6,5 vH) je nach Zusammensetzung 0 bis 0,5 vH Gewichtsverlust erlitten. Natronlauge (3 bis 4 vH) löste nach einer 40 min währenden Behandlung bei 80 °C (Oberfläche 34 cm²) etwas über 0,01 vH, während unter denselben Verhältnissen Schwefelsäure mit 70 vH Monohydrat- und 10 vH Kaliumbichromatgehalt einen Gewichtsverlust von 0,03 vH hervorrief.

Physikalische Eigenschaften

Die physikalischen Eigenschaften⁹⁾ des Porzellan sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Die Werte glasiertes Porzellan gelten bei Anwendung günstigeren.

Die für Güte und Lebensdauer eines Porzellans wichtigsten Werkstoffeigenschaften sind Zugfestigkeit, Biegefestigkeit, Zähigkeit und Temperaturwiderstandsfähigkeit in mechanischer und thermischer, Schlagfestigkeit in elektrischer Hinsicht.

Die höchste Festigkeit hat Porzellan gegen seine Druckfestigkeit nimmt, wie alle übrigen mechanischen Festigkeitseigenschaften, mit wachsender Scherendicke ab, Abb. 11 und 12.

Während man früher Zug- und Biegebeanspruchungen eines Porzellans bei allen Konstruktionen möglichst ausschloß, da die Zug- und Biegefestigkeit nur etwa den zehnten Teil der Druckfestigkeit trägt, haben diese Eigenschaften in neuerer Zeit große Bedeutung erlangt, seitdem eine besondere Bauart von Isolatoren (Knüppel-, Motor-, Bahn-Isolatoren) entwickelt wurde, bei denen der Porzellankörper rein Zug und Biegung beansprucht wird. Die Abhängigkeit der Zugfestigkeit vom Querschnitt für zylindrische und unglasierte Stäbe und Isolatoren geht aus Abb. 13 hervor. Für die Zug- und Biegefestigkeit, die bei Porzellan weitgehend parallel verlaufen, spielt nicht

⁹⁾ R. M. Friese, Das Porzellan, Hermsdorf 1904. F. Singer, E. Rosenthal, Die physikalischen Eigenschaften des Porzellans, d. Deutschen Keram. Ges. 1920 Heft 3 S. 47. F. Singer, Die Keram. im Dienste von Industrie und Volkswirtschaft, Braunschweig 1920.

Zahlentafel 1

Übersicht über die physikalischen Eigenschaften des Porzellans

Spezifisches Gewicht	2,3 bis 2,5	bestimmt an pulverisiertem Porzellan
Raumgewicht	2,2 „ 2,4	bestimmt an ganzen Porzellanstücken
Porenraum vH	2 „ 5	im Scherben eingeschlossene mikroskopische Bläschen
Scheinbare Porosität (Wasseraufnahmevermögen) „	0	Scherben völlig dicht
Porosität unter Druck (Fuchsinprüfung) 150 at 4 h „	0	„ „ „ bis 1300 °C
Gasdichtigkeit	—	„ „ „
Härte Mohssche Skala		Sklerometerzahlen:
unglasiertes Porzellan	7	550 bis 650
Oberflächenschicht der Glasur	8	950 „ 1000
Inneres der Glasur	6,3	350 „ 400
Abnutzbarkeit, Verlust:		
normales Porzellan cm ³	3,3	
Spezialporzellan	1,7	
Druckfestigkeit unglasiert t/cm ²	4,0 bis 4,5	Zylinder von 16 mm Dmr. und Höhe
„ glasiert	4,5 „ 5,5	„ „ „ „
Zugfestigkeit unglasiert kg/cm ²	240 „ 320	Umdrehungskörper in „Achterform“
„ glasiert	400 „ 520	„ „ „ „
Biegefestigkeit unglasiert „	400 „ 650	
„ glasiert	700 „ 900	
Elastizitätsmodul unglasiert „	7500 „ 8000	Sondermassen unter 6000 und über 15000
„ glasiert	6800 „ 7100	
Schallgeschwindigkeit unglasiert m/s	5500	} stimmt gut überein mit der Formel $u = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$
„ glasiert	5300	
Kugeldruckfestigkeit kg/cm ²	684 bis 1384	
Verdrehungsfestigkeit unglasiert „	180 „ 250	
„ glasiert	250 „ 400	
Räumliche Zusammendrückbarkeit:		
quarzreiche Massen	$1,4 \cdot 10^{-6}$	
feldspatreiche Massen	$1,8 \cdot 10^{-6}$	
Schlagbiegefestigkeit unglasiert cmkg/cm ²	1,8 bis 2,1	} Stäbe von 16 mm Dmr. und 120 mm Länge
„ glasiert	1,8 „ 2,3	
Schlagdruckfestigkeit kg/cm ²	98 „ 116	Sondermasse 140 kg/cm ²
Lineare Ausdehnungszahl zwischen 20 und 100 °C .	$2,5 \text{ bis } 4,5 \cdot 10^{-6}$	nimmt mit der Temperatur langsam zu
„ „ von Glasuren	$2,9 \text{ „ } 5,3 \cdot 10^{-6}$	
Spezifische Wärme zwischen 20 und 100 °C .	0,20 bis 0,25	= Segerkegel 10 bis 16
Wärmeleitfähigkeit gcal/cm s °C	0,0019 „ 0,0025	= „ 20 „ 32
Garbrandtemperatur °C	1300 „ 1500	bei 30 vH Luftfeuchtigkeit
Erweichungstemperatur „	1530 „ 1700	
Oberflächenwiderstand Ωcm	20 bis $40 \cdot 10^{12}$	an 2 mm dicken Platten (Abb. 18)
Isolationswiderstand bei 20 °C	$10^{14} \text{ bis } 10^{15}$	
Durchschlagfestigkeit kV/mm	23 „ 38	
Dielektrizitätskonstante	5,5 „ 6,5	
Verlustwinkel bei 50 Hertz tg δ	0,015 „ 0,03	
„ „ 800 „ „ „	0,01 „ 0,015	
„ „ 10^5 „ „ „	etwa 0,009	

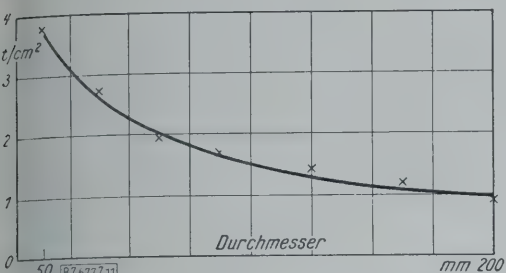
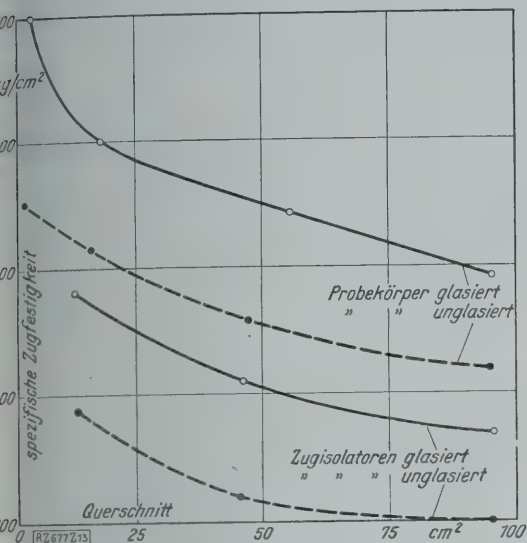
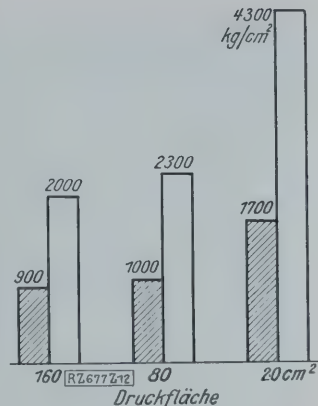


Abb. 11 und 12
Druckfestigkeit von Porzellan

Abb. 11 (links)
in Abhängigkeit vom Durchmesser
für unglasierte Zylinder

Abb. 12 (rechts)
in Abhängigkeit von Druckfläche
und Glasur für Druckisolatoren
beim ersten Knistern. (Die schraffierte Fläche gilt für unglasierte
Isolatoren.)



Bemerkenswert sind folgende vom schwedischen staatlichen Materialprüfungsamt angestellten Biegeversuche an Stäben von $10 \times 20 \times 75 \text{ mm}^3$, die aus den Schirmen großer Isolatoren herausgeschnitten waren. Auch hier zeigte sich der Einfluß der Glasur. Ferner konnte auf Grund von vorliegenden Betriebserfahrungen der Nachweis erbracht werden, daß sich das Porzellan mit der höchsten Biegefestigkeit im Betrieb am besten bewährt hatte. Die an zehn in- und ausländischen Erzeugnissen auf diese Weise ermittelten Biegefestigkeiten lagen bei Dehnung der glasierten Seite zwischen 200 und 830, bei Dehnung der unglasierten Schnittfläche zwischen 220 und 600 kg/cm^2 .

An Zugisolatoren von 45 cm^2 Querschnitt und 30 cm Länge verschiedener fabrikationsmäßig hergestellter Porzellanmassen ergaben sich Festigkeiten von 380, 590 und 700 kg/cm^2 . Die für die verschiedenartigen Verwendungsmöglichkeiten des Werkstoffes Porzellan wichtigsten mechanischen Eigenschaften, Druck-, Zug-, Biege- und Verdrehungsfestigkeit, sind in Abhängigkeit vom Querschnitt in Abb. 14 bis 17 zusammengefaßt.

Zur Bestimmung der dynamischen Festigkeit wird außer dem Schlagbiegeversuch mit gutem Erfolg die bereits erwähnte Kugelfallprüfung benutzt. Die mittlere Fallhöhe, bei der Porzellankugeln von 30 mm Dmr. zerspringen, gibt ein Maß für ihre Zähigkeit. Die Rücksprunghöhe ermöglicht einen Vergleich ihrer Elasti-

Scherbendecke eine Rolle, auch Form und Ausbildung Stückes sind von Einfluß. Daher haben Isolatoren mit reren keramischen Schirmen geringere Zug- und efestigkeit als entsprechende schirmlose Porzellan- pel gleicher Schaftabmessungen. Auch mit der Länge Porzellankörpers sinkt die Festigkeit.

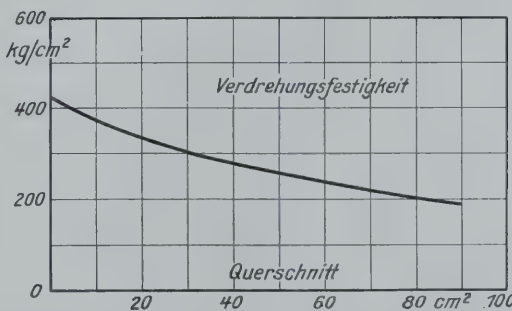
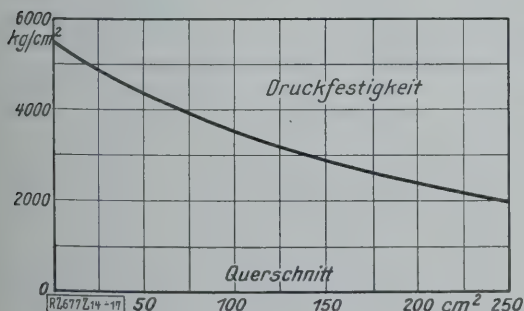
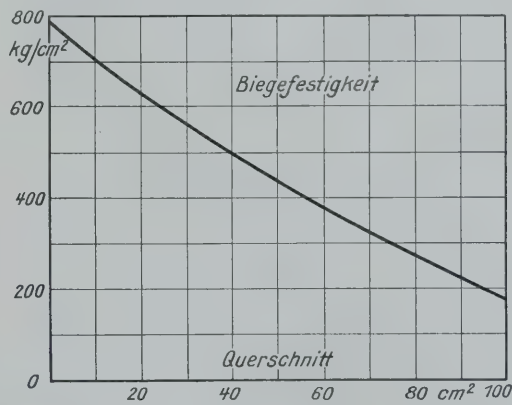
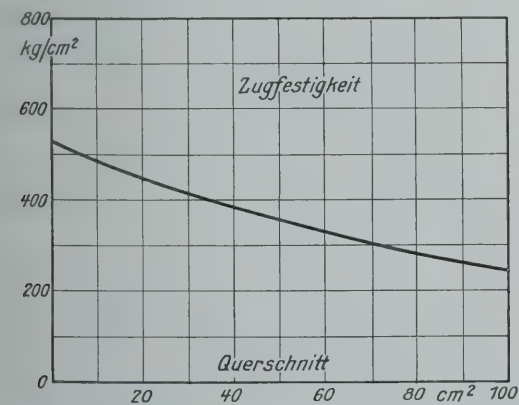




Abb. 18
Schmelzen des Porzellans im Lichtbogen einer Bogenlampe

zität. Für gebräuchliche Porzellanmassen treten beim Fall aus 40 bis 150 cm Höhe die ersten Oberflächenverletzungen, beim Fall aus 4 bis 8 m Höhe die ersten Vollbrüche ein.

Für die Widerstandsfähigkeit gegen Temperatureinflüsse ist die Ausdehnungszahl der Glasur im Verhältnis zu dem des Scherbens wichtig, den größten Einfluß hat jedoch die Zugfestigkeit der Glasur. Gute Abrundungen und gleichmäßige Scherbendicken gewähr-

leisten bessere Widerstandsfähigkeit gegen plötzlichen Temperaturwechsel als eckige Umrisse und ungleiche Übergänge. Dünne Scherben ertragen Temperaturwechsel besser als dicke, Abschrecken ist gefährlich, plötzliche Erhitzung.

Innere Spannungen sind bei einwandfrei hergestelltem Porzellan nicht vorhanden. Sie werden bei Erzeugnissen bisweilen vorgetäuscht durch schlechtes Zusammenpassen von Masse und Glasur, das in besonders krassen Fällen bis zur Haarrissigkeit oder Abblättern der Glasur führen kann. Das Fehlen innerer Spannungen wird am besten bewiesen durch die Möglichkeit, Porzellan bei punktförmiger Beanspruchung mit den ordentlich hohen Temperaturen des Kohlelichtbogens weit zu erhitzen, daß flüssige weißglühende Glasur aus der Porzellanmasse herabtropft, Abb. 18.

Die Beständigkeit gegenüber Temperaturwechseln von großer Bedeutung bei der Befestigung von Armaturen, die bei neuzeitlichen Isolatoren meist durch Bleiausgang folgt. Ein guter Isolator muß den hierbei auftretenden hohen Beanspruchungen ohne weiteres gewachsen sein.

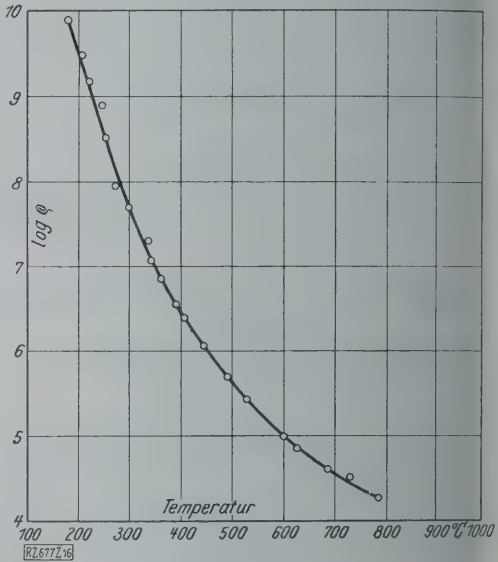


Abb. 20
Spezifischer Widerstand (Durchgangswiderstand) von Porzellan in Abhängigkeit von der Temperatur (ρ in Ω cm)

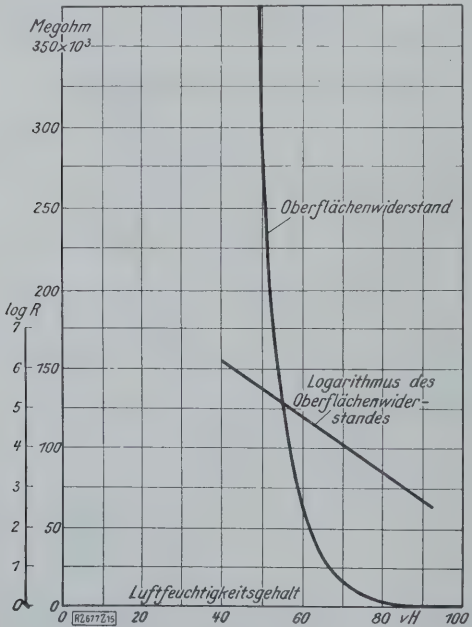


Abb. 19
Oberflächenwiderstand von Porzellan in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit (Reichspostmodell Nr. 1)

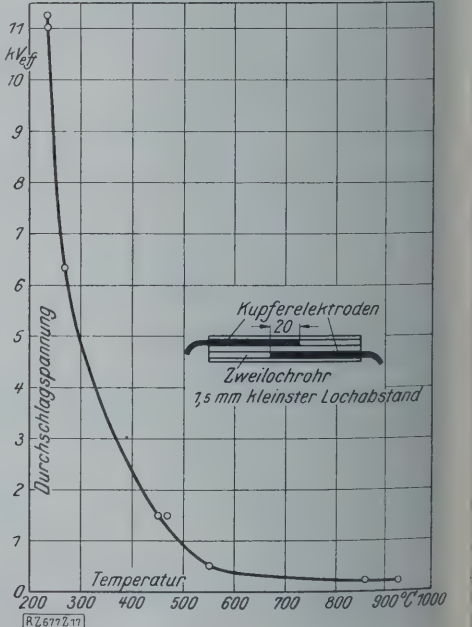


Abb. 21
Durchschlagspannung von Porzellanrohren in Abhängigkeit von der Temperatur

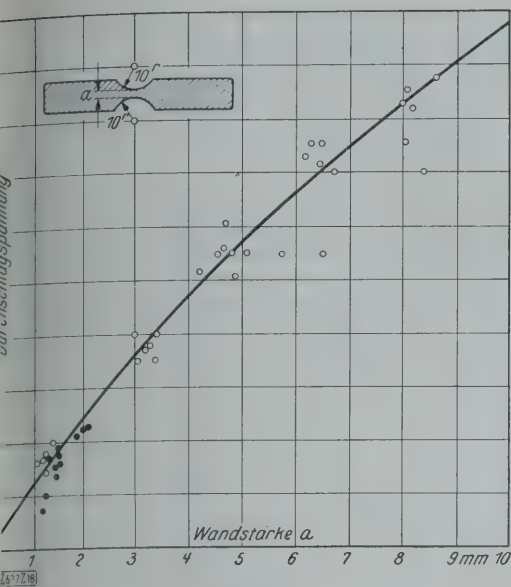


Abb. 22
Abhängigkeit der Durchschlagspannung
von der Schichtdicke

Porzellan sogar möglich, eine keramisch so schwierige Form, wie sie ein Zugisolator mit zwei Porzschirmen darstellt, in ein Bleibad von 400 °C einhängen, ohne daß der Isolator geschädigt wird. Im thermischen Widerstandsbeiwert, der nach von Winkelmann und Schott für Glas auf einer Formel bisweilen für glasiertes Porzellan berechnet wird, kommt praktisch keine Bedeutung zu.

Der Oberflächenwiderstand ist keine Konstante des Werkstoffes, sondern hängt von seiner Oberbeschaffenheit und der Feuchtigkeit der Umgebung ab. Abb. 19. Glasiertes Porzellan hat kaum höheren Widerstand als unglasiertes. Abb. 20 stellt den spezifischen Widerstand (Eingangswiderstand) in Abhängigkeit von der Temperatur dar. Die Leitfähigkeit von Porzellan ist im wesentlichen elektrolytischer Natur.

Die Durchschlagfestigkeit ist ebenso wie der spezifische Widerstand von der Temperatur, Abb. 21, von der Ausbildung des elektrischen Feldes (Rundenform) und der Scherbendicke abhängig. In vielen Stoffen und in Luft erhält man nur bei der Wahl der Elektroden übereinstimmende Ergebnisse. Bewährt haben sich Probeplatten, Abb. 22. In Abb. 2 sind weiter die an solchen Platten bei verschiedener Dicke erhaltenen Durchschlagwerte nach Messungen von Weicker und Schwaiger¹⁰⁾ aufgetragen. Die Vertiefungen der Platten werden vor dem Versuch verkupfert. Das Verhältnis der kleinsten Wandstärke darf ein Fünftel nicht übersteigen, weil sonst bisweilen trotz des großen Unterschiedes der Durchschläge am Rand des Kupferbelages, also der dicken Scherben hindurch stattfinden und die Ergebnisse verursachen, ein Umstand, der die Verwendung ebener Platten wegen der hier stets vorhandenen Randedurchschläge ausschließt. Vorbedingung für hohe Durchschlagfestigkeit ist ein völlig dichter Körper ohne Einschlüsse größerer Luftblasen. Die geringe Dicke wegen der auf die Durchschlagfestigkeit gebräuchlicher Isolatoren keinen Einfluß haben, nach Abb. 23 können gleichzeitig zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstante, der elektrischen Verluste und der Durchschlagfestigkeit benutzt werden. Unmittelbar vor dem Durchschlag ist bei Porzellan ein Ansteigen der Verluste nicht zu beobachten, der Durchschlag ist demnach bei gewöhnlicher Temperatur kein thermischer Durchschlag; denn jede Temperaturerhöhung macht

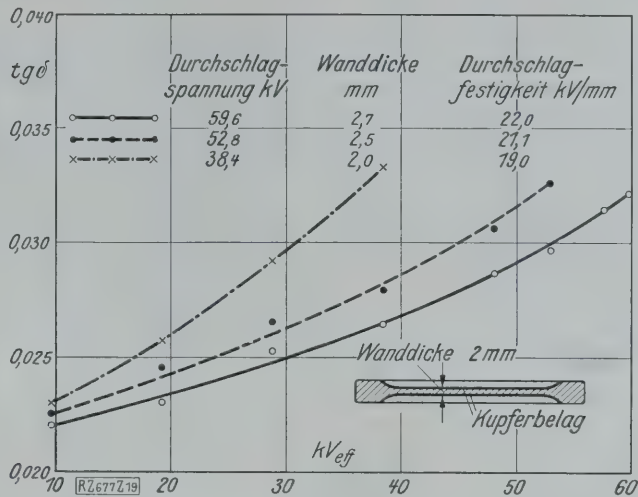


Abb. 23
Verlustwinkel und Durchschlagfestigkeit von Platten in Abhängigkeit von der Spannung

sich durch Vergrößerung des Verlustwinkels deutlich bemerkbar. Im übrigen ist der Verlustwinkel keine die Güte des Porzellans kennzeichnende Eigenschaft, selbst nicht in rein elektrischer Beziehung¹¹⁾.

Verwendung des Werkstoffes

Neben seiner ursprünglichen Verwendung für Gebrauchsgüter aller Art im Haushalt, für Luxus- und künstlerische Zwecke, hat Porzellan in der chemischen Technik und in der Elektrotechnik ein sehr ausgedehntes Anwendungsgebiet. Viele Laboratoriumsgeräte des Chemikers und Keramikers bestehen aus Porzellan. In der chemischen Technik gehört Porzellan als Apparatebestandteil, als Gefäß- und Auskleidungswerkstoff und für viele andere Verwendungszwecke zum unentbehrlichen Rüstzeug. Die Photographie und die Färbertechnik, die Kakao- und Grießmüllerei verwenden Walzen aus Porzellan.

Für Thermoelemente zum Messen hoher Temperaturen sind Pyrometerschutzrohre aus Sonderporzellan verbreitet. Besondere Bedeutung kommt dem Werkstoff in jüngster Zeit für die Kunstseidenindustrie zu, seitdem es gelungen ist, Porzellanspinnndüsen mit bis zu 1000 auf einer Fläche von etwa 2 cm² gleichmäßig verteilten Löchern so sauber und genau herzustellen, daß eine Maßhaltigkeit der Bohrungen von 1/100 mm gewährleistet werden kann.

In äußerst mannigfachen Ausführungsformen verwendet man Niederspannungsporzellan in der Fernmelde- und Installationstechnik. Für Zündkerzen in Verbrennungsmotoren wird gleichfalls Porzellan in Sonderzusammensetzung mit gutem Erfolg benutzt.

Die höchsten Anforderungen an den Werkstoff stellt jedoch die Hochspannungs-Isolationstechnik, besonders bei Verwendung als Freileitungsisolator¹²⁾. Die außerordentlich hohen Beanspruchungen, denen das Porzellan hierbei standhalten muß, und gleichzeitig die Fortschritte der letzten Jahre auf diesem Gebiete zeigen folgende Zahlen: Für einen normalen Kappenisolator von 280 mm Schirm-Dmr. und 185 mm Bauhöhe (Scherbendicke 20 mm) wird eine mechanische Bruchfestigkeit von 6500 kg gewährleistet. Der wahre Bruchwert liegt noch wesentlich höher, im Mittel bei 10 000 kg, wobei meist nicht Bruch des Porzellans, sondern des eisernen Klöppels eintritt. Eine größere Ausführungsform, die besonders für die erste 220 000 V-Leitung in Deutschland ausgebildet worden ist, hat sogar eine mittlere Bruchfestigkeit von 20 000 kg.

Einer für die normale Bauart gewährleisteten elektrischen Durchschlagsspannung von 130 000 V steht eine

¹¹⁾ K. Draeger, Über Verlustwinkel- und Kapazitätsmessungen an Porzellan, Mitteilungen der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co., A.-G., 1925, Heft 7 S. 33.

¹²⁾ W. Weicker, Hochspannungs-Isolatoren aus Porzellan, Z. Bd. 70 (1926) S. 1183.

wirklich erreichte mittlere Durchschlagsspannung von 200 000 bis 250 000 V gegenüber.

Motorisolatoren mit zwei Porzellanschirmen erreichen bei etwa 45 cm² Einspannquerschnitt trotz ihrer keramisch besonders ungünstigen Form eine mittlere Bruchfestigkeit von 8000 bis 9000 kg, während ein elektrischer Durchschlag durch den dicken Porzellanstrunk überhaupt nicht in Frage kommt. Bei Ausführung ohne Schirm als Stabisolator ergeben sich bei gleichem Querschnitt noch wesentlich höhere Zerreißwerte, etwa 9000 bis 11 000 kg.

Von Bedeutung ist die Verwendung hochwertigen Elektroporzellans für Isolationszwecke von Großfunkstationen. So werden zur Fundamentisolierung der Funktürme massive Druckstücke benutzt, die bei 10 cm Höhe

und 22 cm größtem Dmr. erst unter Belastungen von 700 000 kg entsprechend rd. 5000 kg/cm² Vollbruch leiden. Hohle Knüppelisolatoren zum Abspannen Antennen von 120 cm Länge, 60 mm innerem und 1 äußerem Dmr. im Einspannquerschnitt weisen eine Reißfestigkeit zwischen 15 000 und 18 000 kg entsprechend einer spez. Zugbelastung von 225 bis 275 kg auf.

Die hohen Leistungen, die sich in diesen Zahlen widerspiegeln, sind zu einem wesentlichen wissenschaftlicher Forschung und der Nutzbarmachung ihrer Ergebnisse für die Praxis zu verdanken. Das Zusammenwirken beider berechtigt zu der Erwartung weiterer Verbesserungen der Eigenschaften des Porzellans für die Zukunft.

[B 6]

Steinzeug

Die Anwendung des Steinzeuges als Isolierstoff für die Elektrotechnik ist erst in jüngster Zeit in Aufnahme gekommen; der Baustoff ist dem Elektrokonstrukteur also noch verhältnismäßig fremd und in seinen Eigenschaften unbekannt; dennoch stellt gerade das Steinzeug den ältesten Baustoff der Gruppe keramische Erzeugnisse dar. Die Ursache liegt in der Entwicklung der Technik, die erst jetzt vielfach Konstruktionen verlangt, die in den Abmessungen von der Feinkeramik nicht mehr leicht erfüllt werden können.

Die Schwachstrom- und die Niederspannungstechnik stellten in bezug auf Isolation und mechanische Leistungen nur geringe Anforderungen, das leicht formbare Porzellan erfüllte alle Notwendigkeiten. Mit der Entwicklung der Fernstromversorgung traten neue Gesichtspunkte auf, die elektrische Beanspruchung stieg, bedeutende mechanische Festigkeiten wurden verlangt, die Formgebung wurde schwieriger, ganz besonders wuchsen die Abmessungen. Der Hersteller von Porzellan verstand es, die Fertigung zu verbessern; sie ist im ganzen den Forderungen der Konstrukteure gefolgt, soweit es mit der feinkeramischen Masse möglich war. Die höchsten Ansprüche an die Fertigung stellen die Durchführungen für die Kraftwerke. Hier fordert der Konstrukteur schon mehr, als derzeit in Porzellan mit Sicherheit und ohne großen Ausschuß geleistet werden kann. Die Teile

sollen möglichst einscherbig ohne Kittstellen und Garnierfugen geliefert werden.

Mit dem Steatit und dem Specksteinporzellan (Steatolith) ist ein sehr beachtenswerter Baustoff in die Praxis eingeführt, der der keramischen Fertigung der Eigenheit seiner Rohstoffe manche Vorteile bietet, die sich ganz besonders bei größeren, elektrischen und mechanisch stark beanspruchten, schwerer formbaren Stücken auswirken. Die Steatitteile haben sich daher für hochwertige Isolatoren gut eingeführt, die Masse gestattet eine Anpassung an die schwierigsten Konstruktionsfälle.

Neben dem Steatit ist das Steinzeug geeignet, die Anforderungen nach Herstellung ganz großer Stücke einem Teil, also ohne Kittstellen und Garnierfugen, zu erfüllen. Seine Anwendung dürfte sich im wesentlichen die großen unter den keramischen Isolierteilen der Elektrotechnik beschränken; im übrigen wird es nicht mit Porzellan in Wettbewerb treten. Dem Konstrukteur bieten hier neue Möglichkeiten.

Die Verarbeitung ist im wesentlichen die der üblichen keramischen Stoffe [Porzellan¹⁾ und Steatit²⁾], es wird nur die Abweichungen zu kennzeichnen, Zahlenangaben sind in der folgenden Tabelle gegeben.

¹⁾ Handrek, Porzellan, dieses Heft S. 1553.

²⁾ Demuth, Steatit, dieses Heft S. 1566.

Zahlentafel 1

Übersicht über die Eigenschaften von Steinzeugmassen für die Elektrotechnik

- I. **Herkommen:** Naturerzeugnis, durch Verarbeitung ähnlich wie Porzellan und Steatit verformt und gebrannt.
- II. **Rationelle Zusammensetzung:**

Allgemein	{	Tonsubstanz	30 bis 70 vH
		Quarz	30 „ 60 „
		Feldspat	5 „ 25 „

dazu kommen bei größeren Stücken vorgebrannte, grobkörnige Scherben.
- III. **Fertigung:** Aufbereitung der Masse und Verarbeitung im Naßverfahren wie bei Porzellan, jedoch hier nur ein Brand bei etwa 1250°. Einsatz der Stücke in die Öfen ohne Kapsel und unglasiert; die Glasur wird kurz vor Beendigung des Brandes durch Einstreuen von Kochsalz in die Feuerungen aufgetragen. Durch Verdampfen folgt chemische Zersetzung und Umsetzung mit der Steinzeugoberfläche zu einer dünnen geschmolzenen Salzglasur. Für bestimmte Formen Anwendung des Gießverfahrens. Verarbeitung von Preßmassen wie bei Porzellan ist bei Steinzeug nicht gebräuchlich.
- IV. **Lieferungsform:** Für die Elektrotechnik nur in Form großer und langer Rohre oder Durchführungen oder nicht auf Zug beanspruchter Teile, im übrigen beliefert die Steinzeugindustrie nur ihre bekannten, der Elektrotechnik fernliegenden Arbeitsgebiete: Kanalisationsrohre und Geräte, Gefäße und Maschinen für die chemische Industrie. Werkstücke bis 8 m Länge möglich.
- V. **Farbe:** Bruch gesteinartig, grau, braun bis gelb, Oberfläche glatt braun, gelblich bis grau.
- VI. **Glasur:** Salzglasur.
- VII. **Mechanische und physikalische Eigenschaften:**

Zugfestigkeit:	glasiert und unglasiert 160 bis 250 kg/cm ² ,
Druckfestigkeit	5500 bis 7900 kg/cm ² ,
Biegefestigkeit,	glasiert und unglasiert, 600 bis 950 kg/cm ² ,
Schlagbiegefestigkeit	1,8 bis 2,5 cmkg/cm ² ,
Kugeldruckhärte	800 bis 1000,
Härte nach Mohs	unglasiert 7,1 bis 7,5,
Verdrehungsfestigkeit	210 bis 230 kg/cm ² ,
Temperaturwechselbeständigkeit	wie bei Porzellan,
Frostbeständigkeit	vollkommen, da nicht hygroskopisch, Scherben, glasiert und unglasiert, nicht dicht,
Wasseraufnahme	0,
Feuersicherheit	beständig,
Säurefestigkeit	außer gegen Flußsäure beständig,
Wetterbeständigkeit	wie bei Porzellan,
Ausdehnungskoeffizient	3,5 bis 4,9 · 10 ⁻⁶ ,
spezifisches Gewicht	2,4 bis 2,6,
Raumgewicht	2,2 bis 2,4,
Wärmeleitfähigkeit	1 bis 1,25 $\frac{\text{kcal}}{\text{m h } ^\circ\text{C}}$,
Genauigkeit Schwindung	10 bis 14 vH, durch Schleifen auf 0,002 mm bearbeitbar.
- VIII. **Elektrische Eigenschaften:**

Durchschlagfestigkeit	5 bis 10 vH geringer als bei Porzellan,
Dielektrizitätskonstante	5,1 bis 5,2.

Die festen Isolierstoffe der Elektrotechnik

Von W. Demuth, beratendem Ingenieur, Berlin-Friedrichshagen

Übersicht der wichtigsten festen Isolierstoffe nach Herkommen, Verarbeitung und Eigenschaften — Naturstoffe: Glimmer, Holz, Kautschuk, Marmor, Schiefer — Kunststoffe: Asbest, Glimmerwaren, keramische Stoffe, gummifreie Schichtstoffe, gummifreie Preßstoffe, gummihaltige Preßstoffe

Die hier behandelten Stoffe haben für die Elektrotechnik als Isolierstoffe in erster Linie Bedeutung, doch haben die so bezeichneten Stoffe heute zum Teil erheblich weitere Anwendung gefunden. Die mechanischen Eigenschaften, die neben der Isolierbarkeit erreicht werden, haben vielfach Anlaß gegeben, Stoffe auch für reine Aufbauzwecke zu verwenden. Eine einzelne gehende Behandlung ist hier nicht möglich, verwandte Stoffe sind in Gruppen zusammengefaßt, es ist nur auf sie hingewiesen, ebenso auf einzelne besonders wichtige Stoffe, über die bereits an dieser Stelle ausführlichere Aufsätze vorausgegangen sind. Die Arbeit schließt auch nur die festen und selbständigen Isolierstoffe, soweit sie im allgemeinen für den verarbeitenden Konstrukteur von Wert sind; Papiere, Seiden und Weichgummassen für Sonderzwecke, wie die Kabelfabrikation und ähnliche Gebiete, sind hier nicht näher behandelt, ebenso nicht die Vergußmassen (Compound) als Übergangsstoffe zu den flüssigen Isolierstoffen.

Naturstoffe

Die Anwendung reiner Naturstoffe ist infolge der fortwährenden Ausbildung der Kunststoffe erheblich zurückgegangen, nur die höchstwertigen verwendet man noch imstande, die meisten werden durch Nachbearbeitung, Lackieren oder Lackieren erst zu brauchbaren Isolatoren. Mit den Naturstoffen nur als Grundlage für Kunststharzergänze dienen, werden Vorkommen, Verarbeitung und Eigenschaften erst dort gebracht.

In die Gruppe Naturstoffe fallen Glimmer, Holz, Kautschuk, Marmor und Schiefer.

Glimmer

Im Glimmer haben wir den für die Elektrotechnik wertigsten, ältesten und durch keines der heute zur Verfügung stehenden Kunsterzeugnisse ersetzbaren Naturstoff. Seine Eigenschaften sind hervorragend und seine Anwendung für alle Zweige des elektrotechnischen Gebaues ist äußerst vielseitig.

Glimmer, im Auslande meist unter der englischen Benennung „Mica“ gehandelt, ist ein Mineral, das in den verschiedensten Weltgegenden gefunden wird, die einzelnen Sorten haben sehr verschiedenen Wert. Im heutigen Deutschland gibt es keine Glimmervorkommen, früher waren wir in Deutsch-Ostafrika über eine ganz vorzügliche Ware, die mit dem besten indischen Glimmer in Wettbewerb stand. Als uns nächstliegendes Einfuhrland kam jetzt Österreich in Frage, doch sind die dortigen Vorkommen noch nicht in ihrem ganzen Umfang und in ihrer Wertigkeit untersucht und erschlossen. Es sei auf die Berichte von Prof. Mohr hingewiesen¹⁾.

Die für die Elektrotechnik meist benutzten Glimmerarten sind der Kaliglimmer oder Muskowit und der Magnesiumglimmer oder Biotit. Der Muskowit zeigt die für die liegenden Anforderungen besten Eigenschaften, große Flächen bis zu 300 cm² von guter Ebenheit, klarer Durchsicht bei 0,2 mm Dicke mit nur leichter Tönung und höchster Spaltbarkeit. Die Farbe ist leicht gelblich, rötlich oder schwach grün ohne Flecken, von andern Fundstellen auch Beimengungen von Eisen, Magnesium und Kalzium. Biotit-Glimmer ist selten ganz rein, in der Farbe dunkler, meist grün, oft nur durchscheinend bis undurchsichtig. Andre Glimmersorten, wie Magnesit oder Bernsteinglimmer (Phlogopit) von gelber bis brauner Farbe, Epidotmelan dunkelgrün bis schwarz mit starkem Eisengehalt, sind für elektrotechnische Zwecke wegen ihrer mangelhaften Spaltfähigkeit und hohen Dämpfung wenig geeignet. Tronoglimmer und Lithionoglimmer scheiden für den Gebrauch ganz aus.

Die Unterscheidung von Muskowit und Biotit ist durch die Schwefelsäureprobe möglich, Muskowit wird nicht angegriffen, Biotit zersetzt. Weitere Merkmale gibt die Prüfung im polarisierten Licht.

Glimmer findet sich nie rein in großen Lagern oder Blöcken, sondern stets fest eingebettet in Nestern oder Gängen im Gebirge in Gemeinschaft von Feldspat, Quarz, Glimmerschiefer in Pegmatitgängen. Der Gewinn der rohen Pakete ist mühsam, sie werden durch Sprengung und Hacke im Tagebau gelöst, an Ort und Stelle auf etwa 10 mm Dicke roh gespalten und nach Größen und Ebenheit sortiert. Verschiebungen im Gebirge ergeben Faltungen in den Glimmerschichten, die ihren Wert stark beeinträchtigen. Der Gewinn an Glimmer aus dem gelösten Stein ist sehr gering, etwa 10 vH des gebrochenen Gesteins.

Die Anforderungen der Elektrotechnik sind im allgemeinen in bezug auf die Größe der Platten wesentlich zurückgegangen. Nachdem die Funktechnik nur noch in älteren Anlagen mit tönenden Löschfunken arbeitet, besteht der Hauptverbrauch in der Verarbeitung für Kleinisolationen, zu Spaltglimmer für Mikanit oder zu Pulver als Füllstoff für Kunststoffe; ein an Plattengröße höhere Ansprüche stellendes Gebiet ist der Bau von Kondensatoren. Nur geübte Sonderfachleute sind befähigt, die Auswahl der einzelnen Glimmersorten und Abstufungen nach Reinheit und Fleckenhaltigkeit zu treffen.

Eigenschaften des Glimmers²⁾:

Spaltbarkeit bis auf $\frac{1}{100}$ mm herunter;

Härte 2 bis 3 nach Mohs;

Wärmebeständigkeit je nach Sorte: zwischen 400° und 600° unverändert, bei 900 bis 1000° wird Glimmer spröde, weiß und pulverisierbar, bei 1200 bis 1300° schmelzbar;

Wasseraufnahme nur durch Kapillarwirkung zwischen den Schichten, in der Fläche null;

Säurebeständigkeit: Muskowit gegen Schwefel- und Salzsäure beständig, Biotit nicht;

Ölbeständigkeit (Transformatoröl) gut;

Wärmeleitfähigkeit sehr gering;

Wärmedurchlässigkeit gegen Strahlung wie 6 : 10 im Vergleich mit Fensterglas;

Spezifisches Gewicht 2,65;

Durchschlagfestigkeit³⁾:

Glimmersorte	Dicke cm	in Luft gemessen kV	in Luft kV/mm	unter Öl gemessen kV	unter Öl kV/mm
Ia Ruby, klar	0,055	10,5	191	4,9	89
	0,12			5,3	44
	0,28			7,6	27
	0,4			9,5	24
	1,0			13,5	13,5
Kalkutta, schwer rot- fleckig	0,11	70	64	67	60
Kalkutta, schwarzfleckig, streifig	0,11	52	47	60	54,3
Madras, schwarz, rund- fleckig	0,10	68	68	63	63

Spezifischer Widerstand nach Dr. Bärtling: Ostafrikanischer Glimmer 900 bis 980 Mill. Megohm, kanadischer Glimmer 700 bis 900 Mill. Megohm, bester indischer Ruby-Glimmer 1200 Mill. Megohm; der Oberflächenwiderstand schwankt nach der Luftfeuchtigkeit wie nach der Güte der Ware und der Art der Beimengungen;

die Dielektrizitätskonstante schwankt ebenfalls nach der Art sehr, und zwar zwischen 3 und 8, für gute Ware liegt sie etwa bei 5;

²⁾ Vergl. Demuth, Die Materialprüfung der Isolierstoffe der Elektrotechnik II, Berlin 1923.

³⁾ Vergl. Schering-Schröder, Die Isolierstoffe der Elektrotechnik, Berlin 1923, S. 83.

¹⁾ Prof. Dr. Hans Mohr, Die Versorgung Mitteleuropas mit Nutzener, „Internationale Bergwirtschaft“ Bd. 1 (1925/26) S. 134.

der Verlustwert ist gleichfalls von den Einlagerungen stark abhängig; $\tan \delta$ nach Messungen von Schröder $2 \cdot 10^{-4}$ bis $10 \cdot 10^{-4}$;

Verarbeitung und Werte von Mikanit folgen unter den Kunststoffen.

Holz

Holz ist, während man es früher in der Elektrotechnik viel angewandt hatte, von den VDE-Vorschriften als Isolierstoff fast vollständig ausgeschlossen, nur in getränktem Zustand ist es für einzelne Geräte noch zugelassen; es wird fast nur noch unter Öl benutzt, ist aber auch hier schon von höherwertigen Stoffen, wie Hartpapierleisten und Hartpapierformstücken, fast völlig verdrängt. Die Verlegung von Leitungen in Holz ist nur noch in Straßenbahnwagen und ähnlichen Fahrzeugen gestattet. Eine besondere Anwendung findet das Holz in den Verbundisolator-Konstruktionen, bei denen es auf Zug beansprucht wird und gleichzeitig die Isolation übernimmt; gegen Witterungseinflüsse sind die Holzteile hierbei zumeist durch Porzellan, Glas oder andre Umkleidungen geschützt.

Kautschuk

verwendet man nur in verarbeitetem Zustande. Näheres ist unter den Kunsterzeugnissen bei Hartgummi angegeben.

Marmor

ist ein in der Starkstromtechnik, ganz besonders im Schalttafelbau, gern benutzter Baustoff. Er wurde eine Zeitlang durch Kunstharzplatten verdrängt, die an sich erheblich bessere elektrisch-isolierende Eigenschaften haben. Diese Verdrängung ist nicht von Bestand gewesen; in allen größeren Schaltanlagen herrscht Marmor wieder vor, rein architektonische Gründe geben hier den Ausschlag.

Marmor ist eine Abart des Kalksteines; der Bruch zeigt je nach der Fundstelle verschieden große Körnung. Als deutsche Vorkommen seien genannt: Kunzendorf i. Schl., das Fichtelgebirge und unsre uns heute gesperrte Kolonie Südwest-Afrika. Von den weiteren europäischen Vorkommen seien Griechenland und Karraræ in Italien als Lieferer vorzüglicher Ware angeführt.

Man gewinnt das Gestein in großen Blöcken, die dann in Platten verschiedener Dicke geschnitten werden. Die Bearbeitung ist leicht durch Sägen, Fräsen, Feilen, Bohren, Schleifen und Polieren auszuführen. Der Verband Deutscher Elektrotechniker verlangt, weil Marmor zur Aufnahme von Feuchtigkeit neigt, besondere Behandlung, nach der der Marmor tatsächlich weniger als Isolier-, mehr als Bau- und Konstruktionsstoff benutzt wird; dennoch wird auch eine sorgfältige Messung auf Isolationsfähigkeit durchgeführt, da der Stein mit leitenden Adern durchsetzt ist.

Marmor ist nicht säurebeständig, dagegen ölfest, Ölflecke sind jedoch aus Schalttafeln nicht wieder herauszubringen.

Schiefer

Die Verwendung von Schiefer ist erheblich zurückgegangen; sie beschränkt sich nur auf Kleintafeln für den Gerätebau. Die VDE-Vorschriften geben hierfür noch weiter einengende Regeln als für Marmor. Die Isolationsfähigkeit ist infolge vielfacher Eiseinlagerungen noch geringer, nur in einem Punkt ist Schiefer höherwertig als Marmor: er weist neben Ölbeständigkeit auch gute Säurebeständigkeit auf.

Über Schiefervorkommen verfügen wir in Thüringen und im Rheinland, die Verarbeitung der deutschen Schiefergesteine ist etwas schwieriger als die solcher fremder Herkunft.

Kunststoffe

Asbest

Der handelsübliche Rohasbest stellt eine weiße bis gelbe, flockenartige Faser dar; er wird an vielen Stellen der Erde gefunden, die wertvollsten Vorkommen liegen in Kanada, Sibirien und Südafrika. Man gewinnt ihn bergmännisch im Tagebau; die Ausbeute an brauchbarer Ware ist im Vergleich zum bewegten Gestein sehr gering,



Abb. 1
Rohglimmerstücke sowie Stanzteile aus Reinglimmer und Mikanit

sie beträgt höchstens 10 vH. Die Härte beträgt 5 nach der Mohsschen Reihe, die Wichte^{8a)} 2,5 bis 3,3. Asbest läßt sich nach Lösung und Reinigung der Adern Gestein vermahlen oder zu Fäden, Geweben und Platten verarbeiten. Die Eigenschaften sind technisch äußerst wertvoll, Asbest ist unentflammbar, hitzebeständig, sehr fest, nicht elektrisch und schlecht wärmeleitend, unstetig ist die starke Wasseraufnahmefähigkeit.

Deutsche Asbestvorkommen liefern nur eine kleine Menge, die eine Verarbeitung für technische Zwecke in beschränktem Maße lediglich als Füllstoff zuläßt.

Man verwendet Asbest als Nichtleiter von Elektrizität für die Isolation von Kabeln und Drähten, sonst noch in beschränktem Umfang in reiner Form für Widerstandbau, als säurefestes Stopfmittel für ortsfeste Sammler und in mehr oder weniger fein verpulvertem Zustand als Füllmittel für Preßstoffe, wie Kunstharz, Teermassen u. a., in Verbindung mit Pappen, Stroh- oder Kaolin für hochhitzebeständige Trennwände.

Glimmerwaren

Schellack-Mikanit. Der Name deutet darauf hin, daß es sich hier um ein Folgeerzeugnis des Schellackes handelt. Bei der Gewinnung des Schellackes aus dem Farnharz der Lärche wird der Abfall an Schnitt- und Spaltblättchen, der noch in einem weiten Maße für die Zwecke der Elektrotechnik nutzbar gemacht wird. Der Glimmer wird nach Größe sortiert, zumeist kommen unregelmäßige Blätter von etwa 4 bis 5 × 5 cm² zur Verwendung, die auf etwa 0,05 mm Dicke gespalten und auf eine Fläche schuppenartig übereinandergreifend gelegt werden, darüber kommt ein Spiritus-Schellacklösung und nach Bedarf neue glasartige Schichten. Die so mit der Hand verklebte Platte wird unter Erwärmung gepreßt, das Lösungsmittel verdunstet und ausgetrieben und der Schellack gehärtet, ergeben sich kluge, feste Platten, die in Dicken von 0,25 bis 1,5 mm geliefert werden. Die Flächengröße beträgt 1000 × 500 mm² und 1000 × 1000 mm² handelsüblich. Die hier benutzten Druckwasserpressen sind die gleichen, die für die Herstellung von Hartpapier benutzt werden, und wie eine solche in meinem Aufsatz „Kunstharz-Baustoffe“^{8b)} abgebildet ist. Der Flächendruck beträgt meist 75 kg/cm², die übereinanderliegenden Platten werden mit Dampf beschickt und nach dem Vergasen mit Spirituslösung zum Härten auf Kühlwasser umgewechselt.

Die Mikanitarten, alle nach dem geschilderten Verfahren hergestellt, sind untereinander sehr verschieden und lassen sich dem jeweiligen Bedarfsfall bestens anpassen. Als Beispiele für die vielen Einzelheiten der Möglichkeiten seien die folgenden von der AEG gefertigten Sorten angeführt:

Preßmikanit, geschliffen von 0,4 mm an, spez. Gewicht 2,5 bis 2,6, Durchschlagfestigkeit (D) bei 1 mm Dicke in Zimmertemperatur 25 kV; Verarbeitung zu Platten, Streifen und Segmenten für Kollektorbau.

^{8a)} = spezifisches Gewicht Vorschlag Aussch. f. Einh. u. Form
^{8b)} Z. Bd. 71 (1927) S. 1231.

ßmikanit, ungeschliffen, von 0,3 mm an, spez. Gew. und Durchschlagfestigkeit wie vorstehend.

rtbraunmikanit von 0,3 mm an, spez. Gew. 2,2 bis 2,3; $D = 37$ kV, für Scheiben, Ringe, Rohre, Nutenisolation.

ßmikanit von 0,3 mm an, spez. Gew. 2,5 bis 2,6, $D = 25$ kV; für Widerstände in Heizgeräten.

eständiges Mikanit von 0,3 mm an, spez. Gewicht 2,5 bis 2,6, $D = 36$ kV, für Transformatoren und Ölschalter. gsaimes Mikanit ohne Papierauflage von 0,15 mm an, legsl. mit einfacher oder beiderseitiger Papierauflage von 0,4 mm an, spez. Gewicht 2,2, $D = 38$ kV; für Wicklungen.

kartafolium 0,15 mm dick, spez. Gew. 1,15 bis 1,5, $D = 3$ kV; nur in Rollen von 800 mm Breite; für Spulen für Maschinen mit offenen Gehäusenuten und zum Wickeln von Rohren.

kanit auf Japanpapier, in Rollen von 750 mm Breite oder in Bogen 450×600 mm², 0,08 bis 2 mm dick, spez. Gew. 1,1, $D = 6$ kV; Verwendung wie vorstehend.

kanitleinen, ein- und zweiseitig belegt, von 0,4 und 0,5 mm an, spez. Gew. 2,2.

kanitbatistband von 0,15 mm Dicke in Rollen oder Bändern zum Isolieren von Spulen.

kanitseide, von 0,12 bis 0,15 mm Dicke, in Rollen oder Bändern.

Abb. 1 zeigt eine Reihe von Stanzteilen aus Mikanit, auch Rohglimmerstücke.

Neben rein flächenartigen Erzeugnissen lassen sich ziemlich rein beliebig gestaltete Formstücke für verschiedene Zwecke, wie Rohre, Kollektorrings, Hülzen, Hülsmaskierungen, Spulenkörper, Kniestücke usw., Mikanit herstellen, als Beispiele dienen die Körper Abb. 2.

Als Ergänzung zu den angegebenen Durchschlagen sei noch gesagt, daß Mikanit nicht als feuerfest im Sinne der VDE-Vorschriften gilt, und daß die Beständigkeit nur bis etwa 80° reicht. Dieser Umstand bereitet für die Verwendung der elektrisch hochgeleiteten und der Form nach so anpaßfähigen Mikanit eine frühe Grenze; man hat darum versucht, mit rein Klebemitteln zu arbeiten. Das sonst so vielseitig verwendete, das als nächstes Mittel in Frage kam, hat wohl höhere Wärmebeständigkeit, es haftet aber an Glimmerfläche nicht und wird dazu völlig hart, ist auch nicht im nötigen Maß verformbar.

Es sei daher auf einen ganz neuen Stoff aufmerksam gemacht, der eigentlich in das Gebiet der Kunstharze, aber gerade im Zusammenhang mit Glimmer ein besseres Erzeugnis, das Kunstharz-Mikanit ergibt, handelt sich um die Verwendung eines in Amerika der General Electric Co. entwickelten Kunstharzes (Glyptal).

Das Glyptal hat die Eigenschaft, vorzüglich auf ebenen Flächen zu haften, so auf Glas, Glimmer, glasiertem Porzellan, poliertem Metall u. a. Für die Verwendung, besonders für die Mikanitfertigung ist weiterhin, eine hohe Klebefestigkeit, eine hohe Druckfestigkeit, eine Härte, die sich der Abnutzung der Kupferplatten und der Kohlenbürsten an Kollektoren gut anpaßt.

Vermeidung jeder Art von Gasbildung oder Verkohlung unter der Betriebserwärmung, hohe Durch-

schlagfestigkeit, hohe Wärmebeständigkeit (etwa 120 bis 150°), Beständigkeit gegen Mineralöle und Feuchtigkeit, Beständigkeit gegen scharfe Temperaturwechsel, Gleichmäßigkeit der dielektrischen Werte bei verschiedenen Temperaturen. Die genannten Eigenschaften machen Glyptal-Mikanit für alle Bedarfsfälle in der Elektrotechnik geeignet, so für Hochspannungsgeräte, Widerstandbau, Heizgeräte, Funkgeräte, Kondensatoren u. a.

Vergleichende Versuche an Schellack-Mikanit und an Glyptal-Mikanit haben mindestens die Gleichwertigkeit des neuen Bindemittels erwiesen. Glyptal verkohlt nur schwer, die verkohlte Bahn nach Einwirkung eines Lichtbogens ist geringer als bei Schellack oder Phenolharz. Die Herstellung, Verarbeitung und Anwendung ist für Glyptal-Mikanit fast dieselbe wie für Schellack-Masse.

Keramische Stoffe

Porzellan. Diesem hochwertigen Isolierstoff ist mit Rücksicht auf seine Wichtigkeit für Hochspannungsisolatoren bereits ein selbständiger Aufsatz⁵⁾ gewidmet, ebenso dem Steatit⁶⁾, einem Speckstein-Erzeugnis von außerordentlich hoher Fähigkeit, sich den Bedürfnissen der Elektrotechnik und anderer wichtiger Industrien anzupassen.

Ein weiteres keramisches Erzeugnis, das für die Elektrotechnik Wichtigkeit erlangt hat, ist das Steinzeug⁷⁾, und zwar ein zwischen dem Feinststeinzeug und dem Porzellan liegendes Erzeugnis Sillimanit der Deutschen Ton- und Steinzeugwerke. Es wird in ähnlicher Weise wie das Porzellan verarbeitet mit dem Vorteil, daß selbst große Stücke, wie Hochspannungsdurchführungen, aus einem Teil ohne Kitt- oder Garnierfugen angefertigt werden, die Masse ist ihrer Art nach aber nur zur Erzeugung solcher Teile geeignet, die in Porzellan nur schwer herstellbar sind, also von Isolatoren der größten Abmessungen.

Glas ist ein Schmelzfluß aus Kieselsäure, Natron, Kali, Kalk, Bleioxyd und je nach Anforderung andern Zusätzen, es ist leicht formbar und den verschiedensten Zwecken anzupassen⁸⁾.

Das Glas hat in der Elektrotechnik als Isolator, als Dielektrikum für Kondensatoren, teilweise auch für Schalttafeln oder Durchführungswände vielfach Anwendung gefunden, ist jedoch für diese Zwecke in Deutschland fast völlig wieder verlassen. Als Ursache sind das Vorkommen von inneren Spannungen als Folge der Herstellung und die daher unzuverlässige Festigkeit insbesondere bei Temperaturschwankungen sowie eine verhältnismäßig geringe Beständigkeit der Oberfläche gegen den Einfluß der Atmosphäre und der Rauchgase zu nennen. Jedenfalls ist Glas als Baustoff für Freileitungsisolatoren in Deutschland durch die besseren Eigenschaften von Porzellan, Steatit und Steinzeug völlig verdrängt, während in Amerika noch viele Strecken damit gebaut sind; hier ist wohl ausschlaggebend, daß das amerikanische Porzellan nicht die Güte der deutschen Ware erreicht.

Als Dielektrikum für den Kondensatorbau großer Abmessungen wird Glas in stark bleihaltiger Zusammensetzung noch unter Öl benutzt; für die Kleinkondensatoren, in denen es während des Krieges in Ermangelung von Glimmer verwendet wurde, ist es jetzt nach Wiedererlangung dieses Stoffes mit Rücksicht auf Raum und Gewicht wieder verschwunden. Gleichwohl ist das Glas für die Elektrotechnik ein besonders wichtiger Werkstoff, wenn auch nicht als eigentlicher Isolierstoff für Elektrizität. Als Baustoff für die Lampenbirnen ist es unersetzlich, und für die Gefäße der Quecksilberdampf-Gleichrichter, Röntgenröhren u. a., spielt es noch immer eine große Rolle.

Ein ganz neues glasartiges Erzeugnis bringt die AEG jetzt dagegen auf den Markt, das Mikalex, einen durch Zusatz verschiedener Mineralstoffe hergestellten Glasfluß, der mit Glimmerstaub oder andern mineralischen Stoffen vermischt wird. Mikalex ist in Wärme plastisch und läßt sich unter der Presse formen, das Einpressen von Metall-

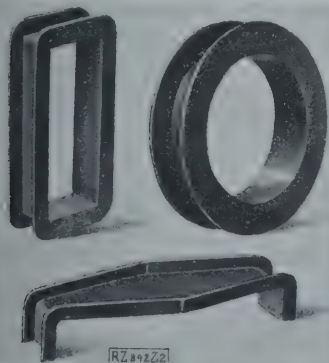


Abb. 2
Gepreßte Formstücke aus Mikanit
(Spulenkörper, Brücke)

⁵⁾ Handrek, Porzellan als Werkstoff, dieses Heft S. 1553.

⁶⁾ W. Demuth, Steatit, dieses Heft S. 1566.

⁷⁾ Dr. F. Singer, Das Steinzeug, Z. Bd. 71 (1927) S. 122; vergl. W. Demuth, Steinzeug, S. 1560 dieses Heftes.

⁸⁾ Z. Bd. 67 (1923) Heft 21, Bd. 70 (1926) S. 37 u. f.

teilen ist möglich, ebenso das Umpressen um Kontakt-schienen, Bolzen, Griffe u. ä. Teile. Die Temperaturbeständigkeit geht bis über 450°; die Wärmeausdehnung entspricht annähernd der des Metalles, so daß die Isolierüberzüge nicht reißen, abplatzen oder ähnlichen Schaden nehmen. Die Werte entsprechen im allgemeinen der Güte der Stoffe nach Klasse I der gummifreien Isolierstoffe, die elektrischen Eigenschaften übertreffen die Werte der Sonderklasse X.

Gummifreie Stoffe (geschichtet)

Preßspan-Hartpappe wurde in den Entwicklungsjahren der Elektrotechnik viel benutzt, heute ist dieser Baustoff aus seinen Hauptanwendungsgebieten durch Kunstharz-Hartpapiere und -Gewebe stark verdrängt. Die Benutzung beschränkt sich jetzt zumeist auf Schutzgehäuse, Spulenkörper, Nutenisolation, Induktorspulen, Feldspulen-Zwischenlagen, Wicklungsversteifungen und -umkleidungen, die fast sämtlich noch einer nachträglichen Tränkung als Feuchtigkeitsschutz unterzogen werden.

Preßspan wird gelb und schwarz geliefert, roh, matt und glänzend, geölt, lackiert, in Tafeln von 0,2 bis 5 mm Dicke und in Größen bis 1000 × 1200 mm², und zwar ungeölt und geölt. Die Durchschlagfestigkeit von Edelpreßspan unter Öl von 75° C nach den gemeinsamen Bedingungen der SSW und der AEG ist zu folgenden Werten festgestellt:

0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,5	2 mm
10	15	23	29	37	48	56 kV.

Preßspan läßt im Vergleich zu den vielseitigen Anforderungen der Elektrotechnik nur eine beschränkte Anwendung zu, wie auch das Vulkanfaser, das aus Papierfaser, die vorher mit Schwefelsäure und Chlorzink behandelt ist, unter hohem Druck hergestellt wird. Die Lieferungsform in Platten, Rohren und Stangen läßt eine mannigfaltigere Anwendung als Preßspan zu, die Bearbeitung ist leicht, die Wärmebeständigkeit ausreichend, doch zeigt es große Feuchtigkeitsaufnahme, die den Verband Deutscher Elektrotechniker zu eng begrenzenden Vorschriften veranlaßt hat.

Der Werkstoff ist darum aus der Elektrotechnik wieder mehr verdrängt und durch die weitaus höherwertigen Hartpapiere ersetzt. Der Aufbau vollzieht sich hier unter Verwendung von Papieren oder auch andren Stoffen, die mit Bakelit getränkt und unter Druck und Hitze zu einem geschichteten, annähernd gleichförmigen Körper verarbeitet werden. Die Lieferungsform in Platten, Rohren, Stäben und Formstücken ermöglicht eine umfangreiche Anwendung im Bau von Hoch- und Niederspannungsgeräten. Ausführlicheres über Einzelheiten ist bereits in zwei Arbeiten in dieser Zeitschrift gesagt⁹⁾.

Webstoffe. Den festen geschichteten Isolierstoffen schließen sich die Webstoffe an, die in Bändern oder in Breiten bis 1200 mm handelsüblich sind und hauptsächlich zu Isolationszwecken im Maschinen- und Gerätebau gebraucht werden. Die Auswahl ist hier außerordentlich groß. Als Tragkörper dienen Seide, Leinen, Batist, Köper, Segelleinen, Papier, die durch Tränken mit Isolierlacken zu hochdurchschlagfesten, wickelfähigen Isolierstoffen verarbeitet werden und sehr wertvolle Bauteile für Spulen, Ankerwicklungen u. dergl. ergeben.

Einige Beispiele aus der Reihe der AEG-Webstoffe lassen die Isolationsgüte erkennen:

Isolierwebstoffe	Dicke mm	Durchschlagfestigkeit bei Zimmertemperatur je nach Dicke kV
Isolierseide	0,1 bis 0,25	4 bis 20
„ batist	0,15 „ 0,25	3 „ 7
„ leinen	0,12 „ 0,30	3 „ 18
„ köper	0,5 „ 0,7	4,5
Renforcé	0,25 „ 0,30	6
Isoliersegelleinen . .	0,7 „ 0,8	8 bis 10
„ papier	0,05 „ 0,1	3 „ 6

⁹⁾ Vergl. 4, ferner Oehler, Papier als Werkstoff, Z. Bd. 71 (1927) S. 545.

Den Bahnen und Bändern schließen sich die Lierschläuche aus Eisengarn und Baumwolle die mit 1 bis 14 mm l. W. und 1 m Länge geliefert den; die Wanddicke beträgt 0,5 und 1 mm, die Durchschlagfestigkeit 3 bis 8 kV. Verwendung finden die Schl. im Gerätebau, in der Funktechnik, im Kraftwagenbau, Zünderleitungen u. dergl. Stellen.

Gummifreie Preßmassen

In diese Gruppe gehören die Teer-, Asphalt-, Wasserglas-, Gips-Zementmassen, trocknende Öl-, Kunstharz-Preßstoffe; die ersteren sind zwar noch Gebrauch, soweit nicht hohe Ansprüche an Wärmebeständigkeit gestellt werden, doch stehen wir in einem Gang, der sich vollkommen den hochwertigen Kunstharzerzeugnissen zuneigen dürfte.

Man verarbeitet diese Massen nach Mischung mit Stoffen entweder nach dem Kaltpreß-, dem Spritz- oder dem Heißpreßverfahren in Matrizen. Die Vorteile Kaltpreß- und Spritzmassen liegen im billigen Preis als Folge ihrer niedrigen Wärmegrenze und Verformbarkeit, in dem erneuten Nutzarmachen von Abfällen und Ausschuß, während die Kunstharzerzeugnisse an sich teurer sind und nach der Endverarbeitung zurückgewonnen werden können. Kunstharze haben nach den Füllstoffen eine Wärmebeständigkeit bis nach Angaben der Bakelite-Ges. auch bis 300° C und nicht wieder schmelzbar, über der Grenztemperatur langsame Verkohlung ein.

Für die Beurteilung der Stoffgüten sind vom Verband der Deutschen Elektrotechnischen Industrie dem Material-Prüfungsamt Untersuchungsverfahren eine Gütestaffel, Zahlentafel 1, festgelegt.

Die einzelnen Preßwerke mischen und verarbeiten die Grundstoffe vielfach nach Sondererfahrungen. Namen sind ebenfalls sehr vielartig, so daß eine Gesamtaufzählung hier nicht möglich ist. Die Kennzeichnung durch das amtliche Klassenzeichen ist ein einwandfreies Merkmal¹⁰⁾.

¹⁰⁾ Vergl. a. W. Demuth, Kunstharze als Baustoffe, Z. (1927) S. 1231.

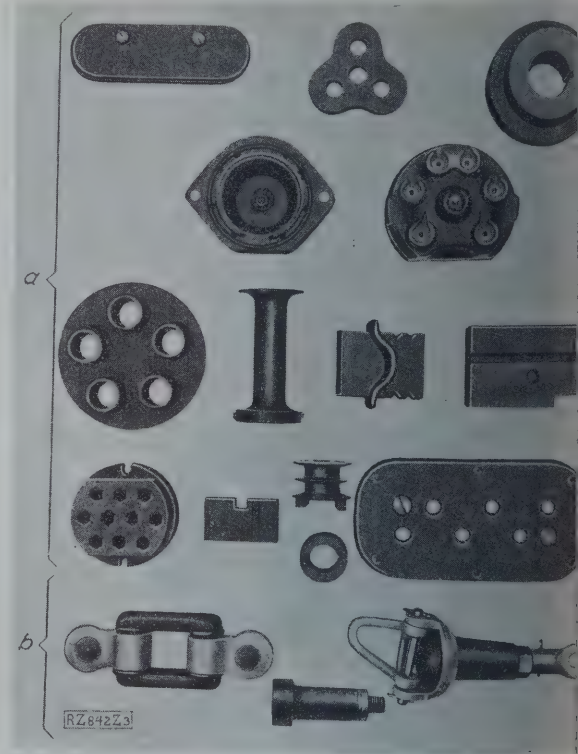


Abb. 3
Bauteile aus Hartgummi

a Preßteile als Brücken, Verteilerschieber, Klemmleisten, Spulenkörper, Deckel usw.
b Abspannisolatoren für Straßenbahnen

Demuth: Steatit



Abb. 1
Verarbeitung von Naturspeckstein vom Findling bis
zum brennfertigen Stück



Abb. 5
Düsen, Fadenführer, Treibräder und Mahlsteine
aus Steatit

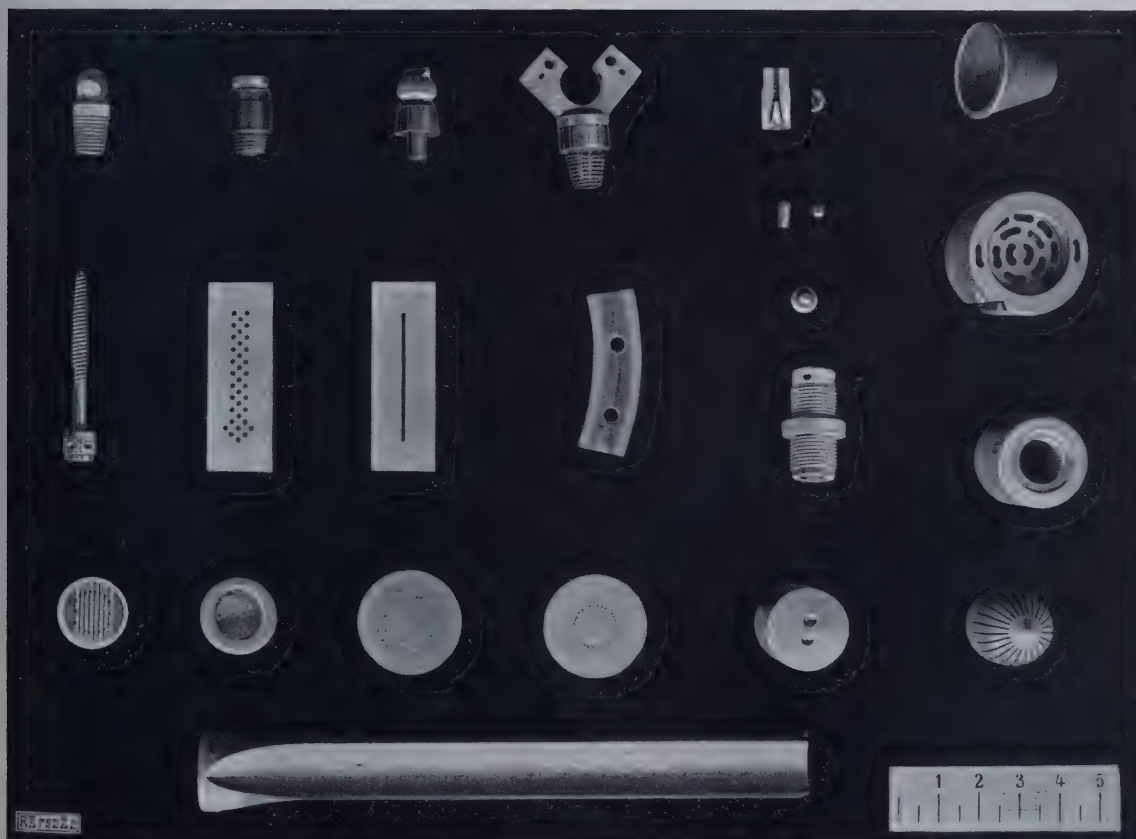


Abb. 2
Teile aus Naturspeckstein

Demuth: Steatit

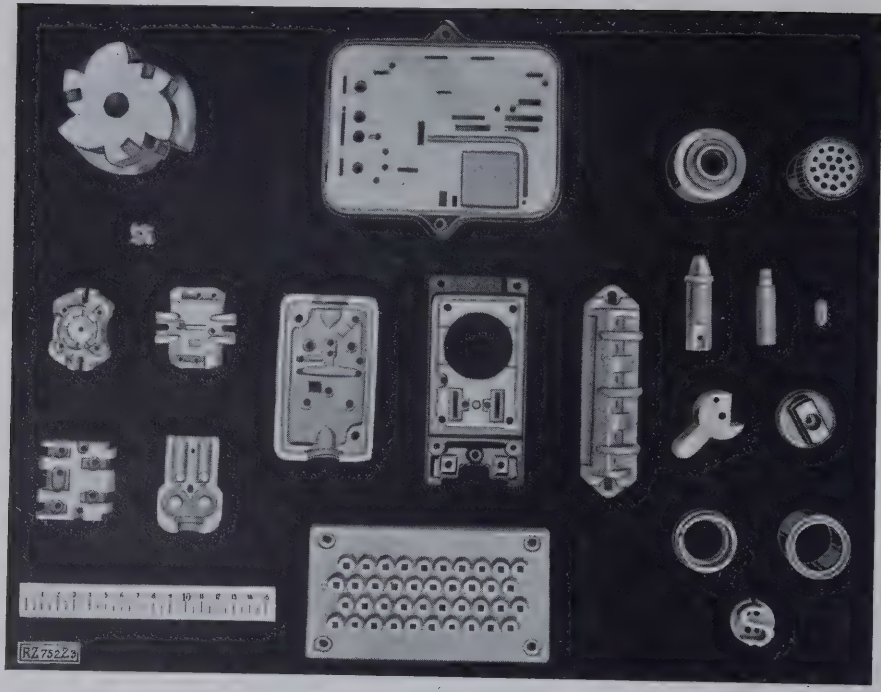


Abb. 3
Preßteile für die Elektrotechnik
gepulvertem Speckstein, trocken
preßt, glasiert und gebrannt

Abb. 6 (unten)
Teile für Elektro-Wärmegeräte

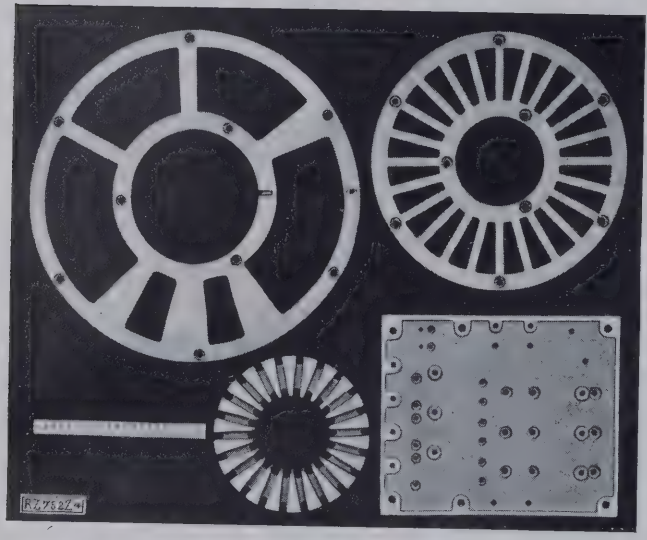


Abb. 4
Preßteile von besonders großen Abmessungen, bis 40 cm Dmr.

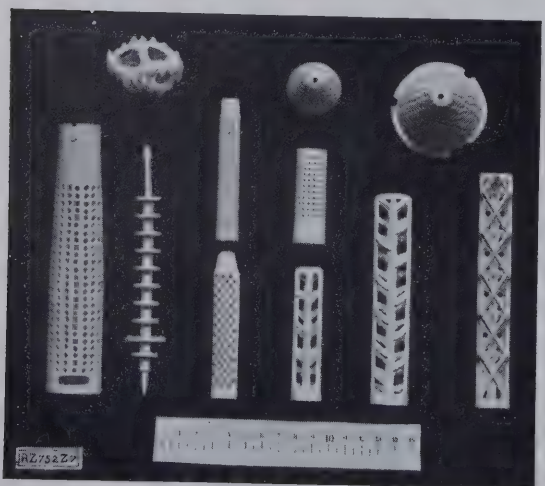


Abb. 7
Formteile für Gas-Wärmegeräte aus Magnesolith



Abb. 8
Geräte für die chemische Industrie

Zahlentafel 1

Eigenschaften von gummifreien Preßmassen

Klasse	Wärmebeständigkeit nach Martens ° C	Biegefestigkeit kg/cm ²
	mindestens 150	mindestens 500
	" 150	" 350
	" 150	" 200
	" 150	" 150
	" 150	unter 150
	" 100	mindestens 350
	" 65	" 250
	" 45	" 125
	unter 45	" 125
	funkensichere Stoffe	

Gummihaltige Isolierstoffe

Die Benutzung der mittels Kautschuks¹¹⁾ hergestell-
gummiartigen Stoffe ist in der Elektrotechnik im letz-
Jahrzehnt wegen der geringen Wärmebeständigkeit

¹¹⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 553.

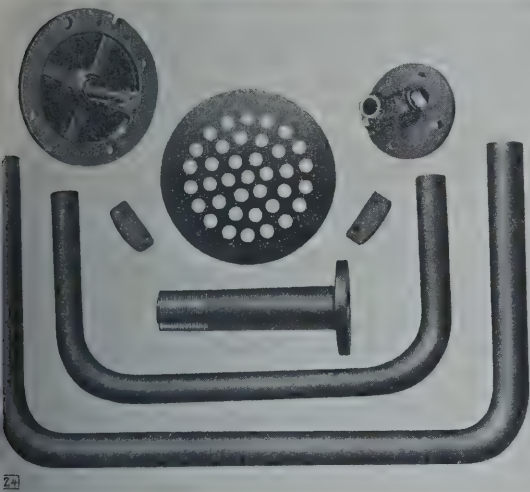


Abb. 4

Säurefeste Bauteile aus Ebonit



Abb. 5

Mit Ebonit säurefest
umkleideter Misch-
bottich

wesentlich zurückgegangen, und andre Kunstmassen sind
an ihre Stelle getreten. Den Anforderungen entsprechend
haben auch hier die Gummifabriken Sondermischungen
unter eigenen Namen geschaffen.

Die Lieferungsformen umfassen Platten, Rohre,
Stangen und die verschiedensten Preßteile mit und ohne
Metalleinlage. Der Hauptvorteil der Gummistoffe liegt
in einer guten Eignung für Bauteile, die betrieblich
dauernd feinen Stößen ausgesetzt sind, denen gegenüber
Ersatzstoffe zu spröde sind. Zur Darstellung der Ge-
samteigenschaften diene Zahlentafel 2, die ein Auszug
aus der AEG-Liste ist; damit ist eine Vergleichsmöglich-
keit mit den gummifreien Preßstoffen möglich. Abb. 3
zeigt einige Bauteile.

Ein für die mannigfachsten Zweige der Technik
wichtiges Gebiet der Hartgummiverarbeitung ist die Her-
stellung von Bauteilen aus säurefestem Ebonit oder die
Auskleidung von Gefäßen, Kesseln, Misch- und Rühr-
trommeln mit der Masse, wofür in Abb. 4 und 5 einige
Beispiele gegeben sind.

Hier müssen auch noch die Isolierbänder erwähnt
werden, die in verschiedenen Dicken, Farben, Breiten und
Gütegraden, ein- oder zweiseitig gummiert, geliefert werden.

[B 842]

Zahlentafel 2

Eigenschaften einiger gummihaltiger Isolierstoffe nach Angaben der AEG.

Bezeichnung	Farbe an der Ober- fläche	Spezi- fisches Gewicht	Zer- reiß- festig- keit	Biege- festig- keit	Schlag- biege- festig- keit	Härte- zahl nach Brinell P = 50 kg D = 5 mm	Wärme- bestän- digkeit nach Martens, Ab- sinken um 3 mm bei	Wärmebe- ständigkeit nach Vicat, Temperatur- steigerung 50° in 1 h, Nadel 1 mm ² , runder Auflagequer- schnitt Be- lastung 5 kg, Einsinken um 1 mm bei	Wasser- auf- nahme in 96 h etwa	Licht- bogen- sicher- heit, Güte- grad	Ober- flächen- wider- stand	Durch- schlag- festigkeit	Kleinste Wand- dicke
			kg/cm ²	kg/cm ²	cm kg/cm ²	kg/cm ²	° C	° C	vH		Megohm > 10 ⁶ cm ²	kV/mm	mm
gummi 26 769	schwarz	1,24	340	900	9	1500	65	105	0,018	3	1,84	9,7	0,2
nstabilit 640	braun	1,56	290	675	9	2100	60	165	0,03	3	2,1	7,3 bis 10,5	2
ngummi 6 755	grau	1,7	210	600	7	2000	80	170	0,09	3	2,1	10 bis 11	2
masbest 5730	braun- schwarz	1,9	120	350	5	1500	90	über 230	1,53	3	0,75	2,5	2

Steatit

Von W. Demuth, beratendem Ingenieur, Berlin-Friedrichshagen

Übersicht über die Verarbeitung und Verwendung von Speckstein, Steatit, Melalith und verwandten Baustoffen.
Tafel der Eigenschaften von Steatitmassen.

Hierzu Textblatt 19 und 20

Das Steatit wird oft von den Verbrauchern als ein dem Porzellan wesensgleicher Stoff angesehen, tatsächlich ergeben sich bei näherer Betrachtung ganz erhebliche Unterschiede, grundsätzliche Abweichungen und vielseitigere Anwendungsmöglichkeiten. Das Steatit läßt einmal eine weitaus sorgfältigere Anpassung an die verschiedenen Erfordernisse der Verbraucherkreise unter Voranstellung der einen oder andern physikalischen oder chemischen Eigenschaft durch besondere Zusammensetzung oder Behandlung zu, andererseits ist bei Verwendung von Naturspeckstein eine Bearbeitung möglich, die an Feinmechanik erinnert; selbst bei Benutzung gepulverter Massen in den verschiedenen Mischungen wird noch eine Sauberkeit und Maßhaltigkeit erreicht, die die des Porzellans erheblich übertrifft. Hinzu kommen noch die außerordentlich hohen Festigkeits- und elektrischen Eigenschaften. Das Steatit gestattet in vorzüglicher Weise die weiteste Anwendung der neuzeitlichen Bandfertigung und unbedingte Austauschbarkeit, Eigenschaften, die in einem wirtschaftlich arbeitenden Betriebe höchste Wertung genießen.

Vorkommen und Erzeugungsstätten

Das Steatit und seine Folgeerzeugnisse werden ausschließlich in Deutschland gewonnen und verarbeitet; keines der fremden Industrieländer ist in der Lage, dem ein gleichwertiges Erzeugnis entgegenzustellen, da der Urstoff, der Speckstein, in dieser Güte und Eigenart nur in deutschem Boden gefunden wird. Aus volkswirtschaftlichen Gründen ist es daher von großer Bedeutung, dem in technischer Beziehung so hochwertigen Baustoff immer weitere Anwendungsmöglichkeiten zu erschließen und nicht nur auf dem Inlandmarkt zu verwenden, vielmehr noch ergibt sich hier für die Fertigung ein wertvolles Ausfuhrgut, das geeignet ist, zur Verbesserung unsrer stark passiven Handelsbilanz beizutragen.

Der Naturspeckstein ist ein monoklin kristallisierendes Mineral vom spezifischen Gewicht 2,6 bis 2,8 und der Härte 1 nach der Mohsschen Reihe, er läßt sich leicht verarbeiten, durch folgenden Ofenbrand wird die Härte 6 erreicht. In chemischer Beziehung ist der Speckstein dem Talk gleich, unterscheidet sich aber in seinem geologischen Vorkommen und seinen physikalischen Eigenschaften wesentlich von diesem. Der Rohstoff findet sich in derben Massen, in Stücken bis Faust- oder Kinderkopfgroße in Nestern im Kalk, Granit, Serpentin und Glimmerschiefer. Die Farbe ist weiß, gelblich bis graugrün; der Stoff ist fettig und nicht hygroskopisch.

Das deutsche Vorkommen bei Göpfersgrün im Fichtelgebirge hat eine Mächtigkeit von mehr als 5 km Länge bei fast 1 km Breite und erheblicher Tiefe. Den Rohstoff baut man rein bergmännisch teils im Tage- teils im Tiefbau ab. Das in Deutschland gewonnene Gestein zeigt so hervorragende Besonderheiten, daß der vom Ausland versuchte Wettbewerb durch Ausbeutung von Vorkommen in Spanien, Frankreich, Rumänien und Amerika nicht dagegen aufzukommen vermochte; auch der in Ostasien anzutreffende, für Schnitzereien vielfach benutzte Rohstoff zeigt wohl ähnliche Eigenschaften, weicht jedoch so erheblich ab, daß man ihn für technische Zwecke nicht verwenden kann. Der Speckstein ist durch den Einfluß kiesel- und kohlen säurehaltiger, magnesia-reicher Wasseradern entstanden, die die Kalkschichten umbildeten. Der in der Grube gewonnene Rohstoff wird gewaschen, ausgelesen und getrocknet.

Die Vorkommen wie die Verarbeitung lagen bis vor einigen Jahren noch in der Hand verschiedener Firmen; sie sind jetzt zusammengefaßt in der Steatit-Magnesia-A.-G., Berlin, die die Ausnutzung und Verwertung mit

allen wissenschaftlichen Mitteln neuzeitlicher unter Beschäftigung von Geologen und Chemikern, Gewinnung und Vorbereitung, Elektroingenieuren, Technikern und Betriebsbeamten als Sonderfachleute treibt. Die Fertigung liegt in Erzeugungsstätten Berlin-Pankow, Berlin-Tempelhof, Holenbrunn und a. d. Pegnitz, getrennt nach den Verbrauchszweigen, den dafür nötigen Sonderstoffen. Einige wenige noch ständige Betriebe beziehen den Rohstoff von der H. G. Gesellschaft.

Verarbeitung und Verwendung des Naturspecksteins

Die rohen Natursteine lassen sich ohne Schwierigkeit und infolge der Fettigkeit des Stoffes fast ohne Bearbeitung in Scheiben oder sonst beliebige flache, kantige Formstücke, Abb. 1), mit der Kreissäge schneiden. Die gewonnenen Teile lassen sich drehen, bohren, fräsen, mit feinstem Gewinde versehen, die Lochmesser bis auf 0,08 mm herstellen. Die Erzeugnisse, die meist in der Gasindustrie verwendet werden, vielfach auch als feinste Spritzdüsen für die Kunstseidenfertigung als Zerstäuberdüsen für verschiedene Flüssigkeiten benutzt werden, werden auf Sondermaschinen, die der Kleinheit der erzeugten Gegenstände oft 4 bis 6 mm Bohrungsgänge ausführen, ohne Umspannen hergestellt. Auch zeigt solche Stücke, in der ersten Reihe Brenner für Gas ganz aus Speckstein, teils sind die Brennerköpfe in Metall einsetzbar eingesetzt. Wenn auch in Deutschland die Gasbeleuchtung zum Teil der Elektrizität hat weichen müssen, finden die Stücke aus Naturspeckstein doch noch für den Auslandmarkt bedeutenden Absatz, auch für Azetylenbrenner für die Kraftwagen- und Fahrradindustrie, Grubenlampen, Streckenbaulampen, für Bojen und Leuchtfeuer, für Vergaserdüsen an Kochgeräten, Matrizen, Bleistiftminen, für die optische Industrie, für Schweiß- und Schneidbrenner usw. Die untere Reihe auf dem Textblatt zeigt u. a. mehrere Spritzdüsen einsetzungen, die kaum noch eine Feinheit und Vielheit der sehr kleinen Löcher erlauben; unten ist ein rund gedrehter, mit feinem Gewinde versehener und nutenförmig ausgefräster Widerstandper für elektrische Zwecke dargestellt.

Die mechanisch fertig bearbeiteten Stücke werden unglasiert einem einmaligen Brande unterworfen, durch die Härte 6 erreicht wird. Eine Glasierung, die sich auf dem Naturstein nicht anbringen, doch eine sehr glatte Oberfläche. Die Schmelzung beträgt nur 0,25 vH, wodurch eine außerordentlich hohe Maßhaltigkeit erreicht wird. Die Feuerbeständigkeit ist durch keinen andern Baustoff zu übertreffen.

Erwähnt sei, daß der Naturspeckstein infolge seiner leichten Bearbeitbarkeit vielfach zur Fertigung von Versuchsteilen für Laboratorien, für die Elektrotechnik und andere Zweige vorzüglich verwendet ist, um für die Massenfertigung vorgesehene, noch nicht genügend durchgebildete Körper herzustellen und die geeigneten Formen zu erproben. Durch die Hilfsmittel lassen sich oft teure Formen und Werkzeuge ersparen und viel Zeit gewinnen; die Gelegenheit zu solchen Vorstudien sollte im Bau technischer, physikalischer und optischer Geräte zur Vermeidung von Ausfällen, die sich in wirtschaftlicher Beziehung oft schwer auswirken, weit mehr ausgenutzt werden.

Die Schnittabfälle und das Sägemehl aus der Verarbeitung von Naturspeckstein leiden in ihrer Güte nicht und sie finden für die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Pulverpreßmassen noch volle Ausnutzung.

¹⁾ Abb. 1, 2 und 5 auf Textbl. 19, Abb. 3, 4 und 6 bis 8 auf Textbl. 20 (hinter S. 1564).

Verarbeitung von Preßmassen für die Elektroinstallation

Fein vermahlener Speckstein wird für die Industrie, namentlich für die Elektrotechnik, im großen Umfange zur Verwendung keramischer Zusätze verarbeitet. Die Form ist in ihren Grundzügen hier aus der Preßplattenherstellung übernommen, das vermahlene Gut in Stahlmatrizen verpreßt; doch ist der Ausfall der Teile und ihre allgemeine Wertigkeit weit überlegen.

Ein grundsätzlicher Unterschied gegenüber Porzellan vor allem darin, daß die Specksteinmasse zumeist auf Teile besonders gearteter Formen ohne jeden Öl- oder Petroleumzusatz auf Grund der eigenen Plastizität vollkommen trocken verpreßt werden kann. Umstand gestattet die Anwendung sehr wirtschaftlicher Arbeitsverfahren, bedeutende Steigerung der stündlichen Maschinenleistungen, saubere Pressung und damit Verringerung des lästigen Verputzens, große Dichte, verkürzte Lieferzeit, da infolge Fehlens der Zusatzflüssigkeit die Ware vom Preßtisch, sofern es sich nicht um sehr große Teile handelt, fast ohne Trockenzeit dem Ofen zugeführt werden kann; weiter ergibt sich bei der Trocknung wesentlich geringere Schwindung und damit größere Genauigkeit des fertigen Stückes. Hervorzuheben ist außerdem, daß der Steatit-Scherben sich kaum beim Brennen verzieht; die Teile kommen gerade und ohne Verzug aus der Kapsel, zusammenzubauende Teile, wie Schalterplatten und dergl. liegen fest und schließend auf der Unterlage auf. Ein Ausschuß durch die Teile beim Einbau ist bei der hohen Festigkeit nicht zu fürchten; durch Gewinde miteinander zu verbindende Teile kann man sicher zusammenschrauben.

Neben den rein elektrotechnischen Teilen werden auch viele Gegenstände anderer Industrien, die hohe mechanische Festigkeit, große Härte oder hohe Hitzebeständigkeit, oft verbunden mit großer Durchschlagfestigkeit verlangen, aus Preßsteatit gefertigt, so Zündkerzen für Gaskraftmaschinen, Fadenführer und Garnspulen für die Textilindustrie, Matrizen für die Bleistiftferzeugung, Formen für Schleppluppen zu Trockenbatterien usw.

Abb. 3 zeigt einige häufig vorkommende Preßteile, wie Schalt- und Sicherungssockel, mit den verschiedensten Aussparungen als Rund- und Langlöcher, Vertiefungen, Rippen, Nuten und dergl., Klemmleisten, Schalter für Drehschalter, Sicherungseinsätze mehrerer Größen, Fassungsringe und -einsätze. In Abb. 4 sind besonders große Preßstücke dargestellt, für die sich die hohen geforderten Härte und Ebenheit wegen, die für Mahlwerke unbedingt erforderlich ist, besonders gut eignen. In Abb. 5 sind verschiedene Teile für verschiedene Zwecke wie Zündkerzen, Düsen, Mahlsteine, Fadenführer usw. gezeigt; sie lassen die vielfältige Form und Anwendung von Steatitmassen erkennen.

Der Scherben von Preßsteatit zeigt unglasiert außen gelbliche Färbung, während der Bruch rein weiß bis hellgrau ist. Der Scherben ist auch unglasiert völlig dicht und hygroskopisch, er läßt sich nach Wunsch ganz oder teilweise mit Glasur überziehen; die meisten gebräuchlichen Arten sind farblos, schwarz oder weiß. Beachtenswert für den Brand notwendig unglasiert bleiben, da die für den Brand notwendigen hohen Temperaturen auf der aufruhenden Flächen müssen zur Verhinderung des Verbrennens glasurfrei bleiben. Die Teile werden namentlich, sogar auch bei großen Stücken gepreßter Form, nur in einem Gang gebrannt; das Verarbeiten fällt fort, da die Rohmasse kein Wasser entleeren kann. Kleine Massenteile werden zur besseren Ausnutzung des Ofenraumes im Ofen vielfach gemuffelt. Die Eigenschaften des Steatits gestattet auch bei diesem Arbeitsgang eine weitgehende Mechanisierung und Ausscheidung von manueller Arbeit und Arbeitszeit, die sich in Gleichmäßigkeit der Teile und des Erzeugnisses wie in verkürzter Lieferzeit äußert.

Die Festigkeitseigenschaften sind zugleich mit den Eigenschaften für die Hochspannungsmasse in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Sondermassen für Wärmegeräte

In ähnlicher Weise werden die Sondermassen Magnesolith und Thermolith für außergewöhnlich hohe Anforderungen hergestellt, z. B. für Elektrowärmegeräte, Gasheizkörper, chemische und Laboratoriumsgeräte.

Abb. 6 zeigt Teile für hochhitzebeständige Widerstandskörper, für Wärmestrahler und ähnliche Geräte sowie Flachkörper für Heizwiderstände, in die die Heizdrähte einglasiert werden können, Abb. 7 Einsätze für Gasöfen von z. T. außerordentlich schwieriger Gestaltung. Die Stücke lassen einerseits erkennen, welchen hohen Ansprüchen an Konstruktionsgedanken man mit dem Baustoff bei gleichzeitig höchster Temperaturbeanspruchung nachkommen kann, andererseits aber auch, über welche hohe Erfahrung im Matrizenbau und in der Pressertechnik das Werk verfügt, um solche Ansprüche erfüllen zu können. Anschließend an die Teile für Gasheizung seien hier die Erzeugnisse für Glühlichtbrenner wie Gabeln für stehende Strümpfe und Ringe für Hängestümpfe erwähnt. Abb. 8 gibt einige Kleinteile für die chemische Industrie wieder; es ließen sich hier noch Teile wie Ölfeuerungsdüsen, Geräte für Flammenbogenuntersuchung nach Prof. Wedekind, säure- und hitzebeständige Teile für die chemische und metallurgische Industrie, Pyrometerrohre u. a. anschließen.

Widerstände für drahtlose Nachrichtenübermittlung

Für die drahtlose Nachrichtenübermittlung wendet man sehr hohe Widerstände bestimmter, diesem Zwecke angepaßter Konstruktion und Verarbeitung an, die ebenfalls auf keramischen Massen aufgebaut sind.

Hochspannungsisolatoren aus Steatit und Melalith

Neben dem Steatit, das sich infolge seiner außerordentlich hohen mechanischen Festigkeit besonders für solche Isolatoren eignet, die auf reinen Zug beansprucht werden, wie z. B. die Motorisolatoren, Stabisolatoren für Bahnzwecke und ähnliche Konstruktionen, wurde unter dem Namen Melalith eine Masse durchgebildet, die sich in der Hauptsache aus den Porzellanrohstoffen unter Beigabe von Speckstein als Flußmittel zusammensetzt. Damit wurde eine Verbesserung der Masse und ihrer Festigkeitswerte erreicht. Der Baustoff hat einen hervorragenden Stand im Arbeitsgang (d. h. während des Formens und Brennens); er läßt sich gut garnieren (Zusammensetzen von Einzelteilen, die fertig gebrannt, ein Stück ergeben), er ist vorzüglich geeignet zur Fertigung von Teilen großer Abmessungen, die sonst keramisch schwer herstellbar sind.

Aus Melalith werden alle Isolatorformen gefertigt, ferner Ketten-Freileitungsisolatoren, Hochspannungsdurchführungen bis zu den größten Abmessungen, Stützer, Deltaglocken, Weitschirmisolatoren und die durchschlagsicheren Konstruktionen.

Die Bruchwerte, die jetzt an Steatit- und Melalith-Isolatoren der verschiedenen Formen erreicht werden, hätte man noch vor nicht langer Zeit für unmöglich erachtet. Die vom V. D. E. vorgeschriebenen Prüfungen und Werte werden sämtlich erfüllt, teils noch übertroffen.

Als Beispiele seien hier nur zwei ausgewählt, und zwar in Abb. 9 eine in einem Stück hergestellte Hochspannungsdurchführung für 200 000 V und in Abb. 10 ein Steatit-Längenisolator der Motorkonstruktion, der während der mechanischen Zugbelastung Beschußproben ausgesetzt war, ohne daß er irgendwie zersprang. Vielfach sind nämlich auf den nicht dauernd überwachten Hochspannungs-Fernstrecken Störungen der Übertragung durch Zerschlagen der Isolatoren versucht worden.

Steatit und Melalith verarbeitet man unter sorgfältiger Beobachtung der Massenzusammensetzung in gleicher Weise wie Porzellan nach dem Naßverfahren aus Hubel oder Strang, ebenso schließen sich Trocknung, Glasierung und Brand an, so daß der Konstrukteur bei seinen Entwürfen von den gleichen Gesichtspunkten ausgehen kann.

Die bisher ermittelten Werte für Speckstein- und Steatitmassen sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Weitere Einzelheiten und Wiedergabe von Versuchsreihen über die verschiedenen Massen, insbesondere über Steatit



Abb. 9
200 000 V-
Hochspannungs-
durchführung
aus Melalith in
einem Stück

und Melalith und Isolatorenformen und die vielgestaltigen Erfahrungen im Zusammenbau ließen sich im Rahmen der Arbeit nicht unterbringen; sie müssen Sonderaufsätzen vorbehalten bleiben, hier war lediglich die Aufgabe gestellt, in das Gebiet der Steatitmassen allgemein einzuführen, um so anlässlich der Werkstoffschau schon einen Überblick über die Anwendungen dieses Stoffes zu geben.



Abb. 10
Motor-Isolator aus Steatit, unter Zuglast beschossen

Zahlentafel 1

Eigenschaften von Steatitmassen

- I. **Herkommen:** Naturerzeugnis, durch Verarbeitungsverformt, durch Zusätze für Sonderzwecke angefertigt und veredelt.
- II. **Zusammensetzung:** Magnesium-Silikat-Naturspekstein mit Flußmitteln.
- III. **Fertigung:**
 - a) Naturstein: trocken schneiden, drehen, fräsen, Gewinde schneiden, garbrennen 1400 °C;
 - b) Pulvermassen: trocken vermahlen, pressieren, (ohne Verglühbrand) garbrennen 1400 °C;
 - c) Pulvermassen: vermahlen, naß aufbereiten, Zusätze naß drehen, pressen oder gießen, (ohne Verglühbrand), garbrennen 1400 °C.
- IV. **Lieferungsform:** Als Fertigkörper für verschiedene Industriegebiete. Nachbearbeitung durch Schleifen und Bohren.
- V. **Anwendung:** Für alle Zwecke der Elektroindustrie, Schwachstrom, Starkstrom, Hochspannung, Frequenz, für die Gasindustrie, chemische Industrie, Mahlwerke, Textilmaschinen, Bleistiftindustrie.
- VI. **Farbe:** Scherben außen leicht gelblich bis bräunlich, Bruch rein weiß bis grau, muskörnig.
- VII. **Glasur:** Naturstein nur unglasiert, Farbe gelb-rötlich. Preß-, Gieß- und Drehteile unglasiert und beliebig glasiert lieferbar, Hauptfarben schwarz, weiß, braun. Scherben auch unglasiert dicht.
- VIII. **Mechanische und physikalische Eigenschaften:**
 1. Zugfestigkeit je nach Versatz 550 bis 750 kg/cm².
 2. Druckfestigkeit 8000 bis 9200 kg/cm².
 3. Biegefestigkeit 950 bis 1200 kg/cm².
 4. Schlagbiegefestigkeit 2,3 bis 2,8 cmkg/cm².
 5. Kugeldruckhärte 1300 bis 1800 kg/cm².
 6. Härte nach Mohs { Naturstein (gebrannt) 7 bis 8
Steatit 7 bis 8
 7. Verdrehungsfestigkeit 500 kg/cm².
 8. Wärmebeständigkeit bis Schmelzpunkt 1400 °C.
 9. Temperaturwechselbeständigkeit: V. D. E. Norm von +10 ° bis +95 °C übertreffen.
 10. Frostbeständigkeit vollkommen, da nicht spröde.
 11. Wasseraufnahme 0.
 12. Feuersicherheit beständig.
 13. Säurefestigkeit, außer gegen Flußsäure beständig.
 14. Wetterfestigkeit (glasiert u. unglasiert) beständig.
 15. Ausdehnungszahl 4,1 bis 8,3 · 10⁻⁶.
 16. Spezifisches Gewicht je nach Versatz 2,7 bis 2,9.
 17. Raumgewicht je nach Versatz 2,6 bis 2,7.
 18. Wärmeleitfähigkeit 2,3 bis 2,4 kcal/mh °C.
- IX. **Elektrische Eigenschaften:**
 1. Durchschlagfestigkeit kV/cm { geringe Wanddicken bis 80 kV/cm
größere Wanddicken 80 kV/cm
 2. Oberflächenwiderstand: zahlenmäßig nicht geben, da von Luftfeuchtigkeit abhängig.
 3. Durchgangswiderstand 10¹⁴ bis 10¹⁸ Ω/cm.
 4. Dielektrizitätskonstante etwa 4,1 bis 5.
 5. Dämpfverluste bezogen auf Luft tg δ = 0,001 bis 0,01 bei 800 Per./s.

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite		Seite
Zehn Jahre deutscher Normung. Von W. Hellmich	1525	Die Nichteisenmetalle in der Elektrotechnik. Von W. Wunder	1532
Die Bedeutung des Reiß- und Gleitwiderstandes für die Werkstoffprüfung. Von P. Ludwik (hierzu Textblatt 17 und 18)	1532	Bücherschau: Archiv für das Eisenhüttenwesen — Festigkeitslehre. Von A. Föppl	1538
Anfressungserscheinungen und -versuche an Leichtmetallen für den Flugzeugbau	1538	Porzellan als Werkstoff. Von H. Handrek	1539
Stahl und Eisen im Elektromaschinenbau. Von F. László	1539	Steinzeug	1547
Trockenprüfmaschine für isolierte elektrische Leitungen	1547	Die festen Isolierstoffe der Elektrotechnik. Von W. Demuth	1547
		Steatit. Von W. Demuth (hierzu Textblatt 19 u. 20)	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

SONNABEND, 5. NOVEMBER 1927

Nr. 45

Rolle des Sauerstoffes für die Metallurgie und die Qualität des Stahls

Von P. Oberhoffer †

Nach Notizen des Verstorbenen bearbeitet von W. Hessenbruch und H. Esser, Aachen

Die Entwicklung der Sauerstofffrage — Die analytische Bestimmung des Sauerstoffes — Der Einfluß des Sauerstoffes auf die Eigenschaften des Stahls — Die Bindung des Sauerstoffes im Stahl sowie die Beeinflussung der Sauerstoffbindung durch Desoxydationsmittel — Die Untersuchungsverfahren zur Erforschung der Desoxydationsvorgänge.

„Wer das Gesetz der Phänomene kennt, gewinnt damit nicht nur Kenntnisse, er gewinnt auch die Macht, bei geeigneter Gelegenheit in den Lauf der Natur einzugreifen und sie nach seinem Willen und zu seinem Nutzen arbeiten zu lassen.“

Helmholtz, Goetherede 1892.

Während die Wissenschaft schon frühzeitig die Fragen nach dem Aufbau des Stahls und nach den metallurgischen Vorgängen bei den verschiedenen Stahlerzeugungsverfahren aufgriff und bearbeitete, blieb die Praxis diesen Fragen erst in neuerer Zeit unter dem Druck der parallel laufenden Qualitätsfrage eine größere Beachtung geschenkt. Es war und ist auch noch für manchen Praktiker nicht leicht, die Vorzüge zu erkennen, die sich aus einer möglichst eingehenden wissenschaftlichen Bearbeitung der genannten Fragen bei der Entwicklung der gesamten Eisenindustrie ergeben haben und weiterhin ergeben werden.

Man erkennt bei genauerem Studium der Geschichte der Metallurgie in ihrem Zusammenhang mit der Entwicklung der reinen Naturwissenschaften deutlich wie die Entdeckung der Anschauungen vom Wesen des Stahls an die Kenntnisse und Arbeiten einzelner überragender Meister geknüpft ist.

Einem früheren Vortrag von Oberhoffer¹⁾ wurde deutlich, wie sich an die Namen Réaumur, Sven Rinman, Karsten und Ledebur eine Entwicklung anknüpfte, die uns die Entstehung unserer heutigen Vorstellungen veranschaulicht. Der Wert solcher Betrachtungen liegt nicht nur in der Möglichkeit, dem Verbraucher einen Einblick in die Länge, sondern auch von der Schwierigkeit des rückgelegten Weges zu geben und damit sein Verlangen für die Lage der Erzeuger zu wecken und wachsen zu lassen.

Es ist bewundernswürdig, wie die Forscher des 19. Jahrhunderts trotz ihrer verhältnismäßig geringen Hilfsmittel bereits zutreffende Erkenntnisse gewinnen konnten. Bereits Karsten widmet sein Hauptwerk den Hauptbegleitern des Eisens: Kohlenstoff, Mangan, Phosphor und Schwefel. Die analytischen Schwierigkeiten waren jedoch damals noch so groß, daß er ihn zu der Bemerkung veranlaßten: „Wer mit diesen Analysen bekannt ist, wird die Hoffnung, sie als kontrollierende Probe auf den Eisenhütten einzusetzen zu sehen, gerne aufgeben.“

Ein besonders starker Sprung macht die Entwicklung des letzten Jahrzehntes des 19. Jahrhunderts. Die Gestaltung der naturwissenschaftlichen Anschauungen und die Versuche zur rechnerischen Erfassung der Naturgesetze, eng verbunden mit Namen wie Robert Mayer, Helmholtz, Guldberg, Waage, Berthelot, van't Hoff usw. machen sich in Ledeburs

3. Auflage des Handbuchs der Eisenhüttenkunde bemerkbar. Was Karsten nicht zu hoffen gewagt hatte, ist inzwischen verwirklicht worden. Die Analyse der verschiedenen Stahl- und Roheisensorten ist die Grundlage der Beurteilung ihrer Güte geworden. Damit erfahren die Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften und der Zusammensetzung des Stahls eine wesentliche Klärung.

In diese Entwicklungszeit fällt die Beobachtung, daß der bei wesentlich höheren Temperaturen und zum erstenmal im flüssigen Zustand gefröschte Stahl leicht unbrauchbar wird, wenn nicht durch geeignete Zusätze der hereingebrachte Überschuß an Sauerstoff unschädlich gemacht wird. Diese neue Erscheinung äußerte sich beim Walzen des ersten Bessemerstahls dadurch, daß der Block unter der Walze zerfiel. Sie war bei dem bis dahin in niedriger Temperatur erzeugten Schweißbleichen nicht aufgetreten, weil der Sauerstoffträger, das FeO, nach unserer heutigen Kenntnis im festen Zustand weit weniger löslich ist als im flüssigen. Erst durch die Erfindung der Desoxydation mit Mangan durch Mushet erhielt die Flußeisenerzeugung Bedeutung.

Damals erkannte man im Sauerstoff die Ursache dieses Übels; es erhoben sich gleichzeitig die Fragen nach seiner analytischen Bestimmung, seiner Einwirkung auf die Eigenschaften und nach den Mitteln zur Bekämpfung dieses Einflusses.

Gerade Ledebur widmet der Frage der Bestimmung des Sauerstoffes, seiner im Eisen vorliegenden Form und seines Einflusses auf die Eigenschaften einen großen Teil seiner Forschungstätigkeit und entwickelt das Wasserstoff-Reduktionsverfahren, dessen Prinzip die Reduktion der Oxyde zu Metall und Wasser ist. Die Menge des gebildeten Wassers wird bestimmt. Es zeigte sich, daß die maßanalytische Bestimmung des Sauerstoffes mit viel größeren Schwierigkeiten verbunden war als die der übrigen Elemente. Während die Bestimmung dieser Elemente durch eine Analyse wässriger Lösungen möglich war, ergab sich hier die Notwendigkeit, hohe Temperaturen und starke Reduktionsmittel anzuwenden sowie den Luftsauerstoff auszuschließen. Es lag daher in der Natur der Sache, daß die ersten Ergebnisse dieser Arbeiten nicht sehr befriedigten.

Die Praxis half sich mit der seit jenen Tagen kaum veränderten Rotbruchprobe über diese Schwierigkeiten hinweg und erhielt so einen Anhalt über die Anwesenheit von Sauerstoff im Stahl. Die Beurteilung der übrigen Schmelzproben gestattete außerdem weitgehende Rückschlüsse auf Temperatur und Zusammensetzung des Schmelzgutes. Die Rotbruchprobe gibt jedoch lediglich einen qualitativen Anhalt über das Vorhandensein von Sauerstoff. Andererseits üben auch geringere, nicht zum Rotbruch führende Sauerstoffgehalte einen schädlichen Einfluß auf einzelne Eigenschaften aus. Es sei nur erwähnt, daß Stähle trotz gleicher Zusammensetzung und Vorbehandlung vollkommen verschiedenes Verhalten bei der Wärmebehandlung (Härten, Anlassen, Vergüten)

¹⁾Vorgetragen auf dem Eisenhüttenstag, Leoben 1927, vergl. „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 1512.

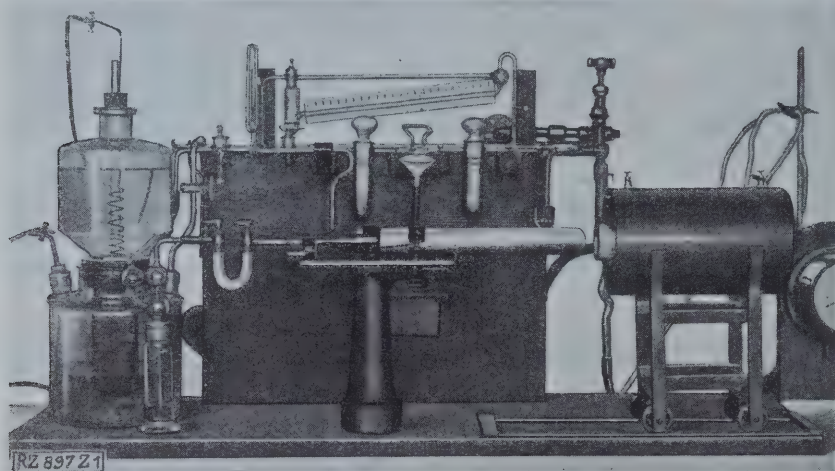


Abb. 1
Geräteanordnung zur Bestimmung des Sauerstoffes nach dem
Wasserstoff-Reduktionsverfahren

zeigen können. All diese Fälle bestärkten Oberhoffer in der gefühlsmäßig seit Ledeburs Zeiten in der metallurgischen Fachwelt vorhandenen Auffassung, daß hier die Gegenwart von Oxyden, Sauerstoff, wie man sich kurzweg ausdrückte, eine Rolle spielen. Die Frage nach einem einwandfreien Verfahren zur Sauerstoffbestimmung wurde seither immer dringender.

Die Grundlage der langjährigen Untersuchungen Oberhoffers zur Klärung der Sauerstofffrage im metallurgischen, physikalischen und physikalisch-chemischen Sinne war daher an erster Stelle die Auffindung eines geeigneten Verfahrens zur Bestimmung des Sauerstoffes.

Den Ausgang dieser Arbeiten bildeten Untersuchungen über die Brauchbarkeit und Entwicklungsmöglichkeit des von Ledebur begründeten Wasserstoffverfahrens, bei dem die Eisenprobe in Form von Frässpänen im Wasserstoffstrom von ihren Oxyden befreit und das gebildete Wasser in P_2O_5 aufgefangen und gewogen wird. Obschon der Wasserstoff im festen Eisen bei Temperaturen von 800 bis 900° schon merklich diffundiert, erschien eine quantitative Reduktion des Eisens und der Oxyde im festen Zustand aussichtslos. Durch Zusatz von Zinn-Antimon und später Antimon allein gelang es, den Schmelzpunkt des Stahles soweit zu erniedrigen, daß die Reduktion der Sauerstoffverbindungen bei 1100 bis 1200°C vorgenommen werden konnte. Über die Entwicklung dieses Verfahrens ist mehrfach berichtet worden²⁾. Abb. 1 zeigt die zu diesen Untersuchungen verwendete Geräteanordnung.

Das an und für sich elegante Verfahren ist jedoch mit zwei wesentlichen Fehlerquellen behaftet. Die verglichen mit den Temperaturen der metallurgischen Verfahren niedrige Reduktionstemperatur von 1100° erlaubt nur die Reduktion der Oxyde des Eisens, Mangans (und teilweise Siliziums). Für legierte Stähle, bei denen ein Teil des Sauerstoffs an die stabile Oxyde bildenden Metalle wie Cr, Al usw. gebunden ist, reicht die Reduktionskraft von H_2 bei 1100° nicht aus.

Deshalb wurden Reduktionsversuche mit H_2 bei höheren Temperaturen ausgeführt. Hierbei tritt ebenso wie bei dem Heißeextraktionsverfahren mit steigender Temperatur eine steigende Reduktion des Tiegelbaustoffes ein, die den Leerwert beträchtlich erhöht.

Ein weiterer Nachteil ist die Tatsache, daß der vorhandene Kohlenstoff sich an der Reduktion der Oxyde beteiligt. Die dadurch hervorgerufene Bildung von CO wird durch steigende Temperatur und steigenden Kohlenstoffgehalt begünstigt. Es ist daher bisher nicht möglich, Stähle mit mehr als 0,20 vH C nach dem H_2 -Verfahren zu

untersuchen. Schon 1922 Oberhoffer gemeinsam mit Pfeiffer-Schießl³⁾ den Versuch, das Reduktion sich bildende CO zu entfernen. Das hierzu verwendete Verfahren ergab jedoch derartige Schwierigkeiten mit den Geräten, daß der Weg für eine praktische Durchführung von Betriebsanalysen als aussichtslos erschien und verlassen wurde. Allerdings wird die Frage, die gasförmigen Sauerstoffverbindungen des Kohlenstoffes zu erfassen, im Eisenhüttenmetallurgischen Institut, Aachen, von Pfeiffer-Schießl nach einem neuartigen, entsprechenden Verfahren wieder aufgenommen.

Aussichtsreicher als die Reduktion mit Wasserstoff erschien die Reduktion der Metall-Sauerstoff-Verbindungen mit Kohlenstoff, der bei Temperaturen oberhalb 1100 bis 1200° ein wesentlich stärkere Reduktionskraft als der Wasserstoff. Da zur Reduktion der meisten Oxyde die An-

wendung höherer Temperaturen notwendig ist, lag die Benutzung des Kohlenstoffes als Reduktionsmittel nahe.

Das im Prinzip zuerst von Tucker 1881 entwickelte Verfahren wurde von Goerens, Walk und Patrick⁴⁾ ausgebaut. Eine wesentliche Vereinfachung der Durchführung der Reduktionen erforderlich machte die von Oberhoffer mit Beutell geschaffene selbsttätige Quecksilber-Tropfpumpe. Im Laufe der drei Jahre entwickelte sich diese Geräteanordnung zu einem bereits für Betriebsmessungen geeigneten Werkzeug.

Die Voraussetzung für die Brauchbarkeit des Verfahrens bildet die mehrfach festgestellte Erscheinung, daß CO und CO_2 im festen Eisen unlöslich sind und daß bei der Extraktion gefundenen Gase aus der Reduktion der Oxyde stammen. Es ergab sich jedoch eine verblühende CO-Quelle in den Oxyden des Schmelzbaustoffes (MgO , Al_2O_3 , SiO_2 usw.) die bei Temperaturen oberhalb 1200° in Anwesenheit von Eisen im Vakuum bereits namhaft reduziert werden. Es wurden deshalb umfangreiche Versuche, zum Teil unter Leitung von Professor Dr. H. Salmang in der Silikatchemischen Abteilung des Eisenhüttenmännischen Instituts, Aachen, unternommen, die Fehlerquellen durch Herstellung hochschmelzenden, porenfreien und chemisch weitgehend feuerfesten Gefäßes zu beheben.

Da vermutet wurde, daß die Bildung von Kohlenstoff auf die Anwesenheit von SiO_2 als Bindemittel zurückzuführen sei, wurde möglichst reine Magnesia zur Herstellung der Schiffchen benutzt. Nach sorgfältigen Untersuchungen zeigte sich jedoch, daß oxydhaltige Tiegelschlacken oberhalb 1200° für diese Zwecke unbrauchbar. Nun wurde Graphit als Tiegelwerkstoff verwendet, wodurch sich ergebenden Schwierigkeiten der Gasabsorption usw. konnten behoben werden.

In längerer Gemeinschaftsarbeit mit der Staatlichen Porzellanmanufaktur, Berlin, gelang es außerdem, ein Porzellan zu finden, das zudem noch ziemlich widerstandsfähig gegen Temperaturwechsel ist. Dieses Porzellan wird seit langem im Institut für Eisenhüttenkunde zur Herstellung der Vakuumrohre benutzt. Die Rohre aus diesem Porzellan gegenüber gleichen Rohren aus Quarz die Vorteile der größeren Dichte, des höheren Erweichungspunktes und der größeren Lebensdauer, da sie nicht wie Quarz zerbröckeln.

³⁾ Diss. Pfeiffer-Schießl, Aachen 1922, s. a. „Stahl und Eisen“ Bd. 44 (1924) S. 113.

⁴⁾ Genaue geschichtliche Entwicklung s. Diss. Hessenl, Aachen 1927.

⁵⁾ „Stahl und Eisen“ Bd. 46 (1926) S. 1046.

²⁾ Oberhoffer und v. Keil, „Stahl und Eisen“ Bd. 40 (1920) S. 812, Bd. 41 (1921) S. 1449; Oberhoffer und Piwowarsky, Pfeiffer-Schießl, Stein, „Stahl und Eisen“ Bd. 44 (1924) S. 113; Keutmann und Oberhoffer, „Stahl und Eisen“ Bd. 45 (1925) S. 1557; Oberhoffer, „Stahl und Eisen“ Bd. 46 (1926) S. 1045.

⁶⁾ Piwowarsky, Dr.-Ing.-Diss. Breslau 1919; Maurer, Ges. zur Förderung der Wissensch., Berlin 1921, S. 146; Oberhoffer und Piwowarsky, „Stahl und Eisen“ Bd. 42 (1922) S. 801; Oberhoffer, Schreiber und Boppl, „Stahl und Eisen“ Bd. 44 (1924) S. 113.

ie im Laufe der letzten Jahre ent-
te Geräteanordnung für die Heiß-
tion zeigt Abb. 2. Die im Por-
rohr aus der Probe (Frässpäne)
entgastem schwedischen Roheisen
ohlenstoffträger gebildeten Gase
n von der Tropfpumpe abgesaugt
esammelt. Das Sammelgefäß kann
nfender Pumpe in beliebigen Zwi-
räumen entleert werden, wobei das
n den Analysator übergeführt wird.
werden CO_2 , CO und H_2 bestimmt.
Gasrest besteht erfahrungsgemäß
ollkommen aus N_2 .

it dieser Geräteanordnung ist man
de, bei Vorrat von entgasten Roh-
eguli als Zusatz eine O_2 -Bestim-
n 1 bis $1\frac{1}{2}$ h durchzuführen⁹⁾.
on die Temperatur von 1200° als
g bezeichnet werden muß, und die
h bedingte Probenahme in Span-
grundsätzlich falsch ist, lassen sich
em Verfahren bereits verhältnis-
gut vergleichbare Ergebnisse er-
n. Über eine große Reihe von Un-
hungen an einfachen C- und legier-
ählen wird weiter unten berichtet
1.

Amerika ist man ähnliche Wege gegangen. Im Bu-
f Standards wurde 1925 ein Verfahren zur Bestim-
von Sauerstoff ausgebildet⁸⁾, bei dem in einem
reuzenofen die Entgasung eines 50 g schweren Me-
inders in einem Grafitiegel vorgenommen wird.
ersuchstemperatur kann bis 1600° gesteigert wer-
eträgt jedoch normalerweise 1400 bis 1450° . Die
ierten Gase bestimmt man auf gewichtsanalytischem
Im ersten Absorptionsrohr wird H_2O durch P_2O_5 ,
eiten CO_2 durch mit KOH getränkten Asbest ge-
a. H_2 und CO werden dann über Kupferoxyd ver-
und H_2O und CO_2 wie vorher bestimmt. Für jede
umung müssen also vier Wiegeröhrchen ausgewogen
n. Jede Bestimmung dauert einen Tag. Die mit
merikanischen Verfahren erhaltenen Werte sind ge-
als die nach unserem Heißextraktionsverfahren ge-
nen. Der wesentliche Vorteil dieser Geräteanord-
ist die Benutzung des Hochfrequenzofens. Leider
Oberhoffer infolge der Rheinlandbesetzung erst seit
n ermöglicht worden, den Hochfrequenzofen in den

Diss. Hessenbruch; Eilender und Oertel, „Stahl und
Bd. 47 (1927) S. 1558.
Jordan, Eckman, Scient. Papers, Bur. of Stand. 514 (1925);
und Eisen“ Bd. 46 (1926) S. 1428.

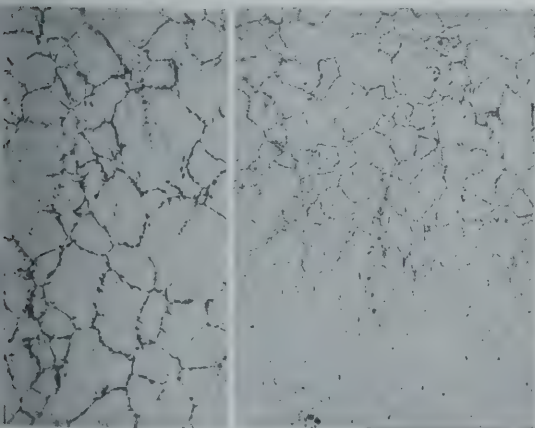


Abb. 3
Ehnsche Zementationsprobe

a Oa-Stahl 5				b Or-Stahl 8			
C 0,82 vH	P 0,01 vH	C 0,76 vH	P 0,01 vH	Si 0,40	S 0,022	Si 0,40	S 0,022
Mn 0,58	S 0,018	Mn 0,75	O ₂ 0,112	Mn 0,75	O ₂ 0,112	Mn 0,75	O ₂ 0,112
0,79	O ₂ 0,056						

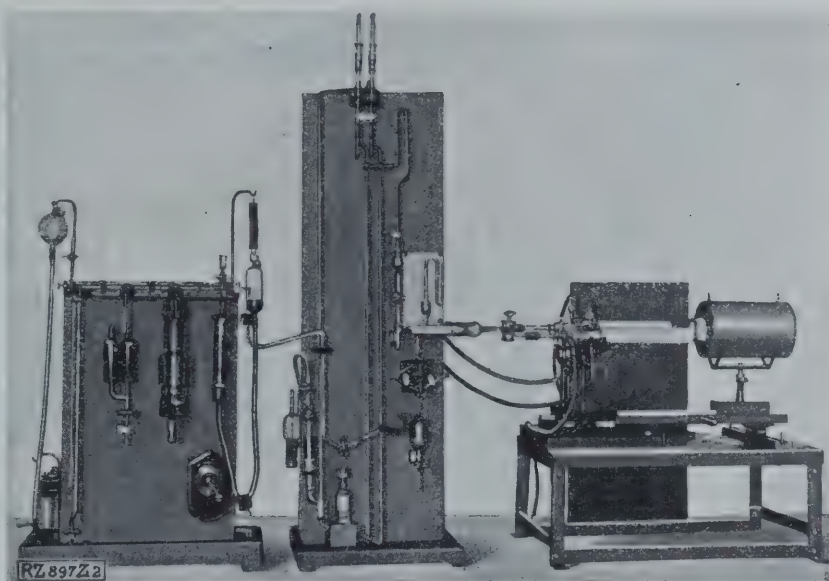


Abb. 2
Geräteanordnung zur Bestimmung des Sauerstoffes nach dem
Heißextraktionsverfahren

Dienst der Sauerstoffbestimmung zu stellen. Die Anlage
wurde durch die Notgemeinschaft der Deutschen Wissen-
schaft zur Verfügung gestellt. Es soll in Kürze ausführ-
lich über Versuche mit dieser von uns entworfenen neu-
artigen Geräteanordnung für die Heißextraktion berichtet
werden⁹⁾.

Das Wasserstoff- und Heißextraktionsverfahren
geben günstigenfalls nur die gesamte Menge der vor-
handenen Oxyde an. Für die Beurteilung der Vorgänge
bei der Desoxydation usw. ist aber neben der quantita-
tiven Erfassung auch die Bindungsform des Sauerstoffes
von besonderem Wert. Die an die hier in Frage kom-
menden Verfahren geknüpften Erwartungen¹⁰⁾ haben sich
im Laufe der Zeit nur teilweise erfüllt. Es ist heute mit
Hilfe des Bromverfahrens möglich, nur SiO_2 und Al_2O_3
zuverlässig auch in harten Stählen und Roheisensorten
zu bestimmen¹¹⁾¹²⁾. Die Bestimmung des MnO ist mit Brom
nicht, wahrscheinlich jedoch mit Jod in alkoholischer
Lösung unter Ausschuß von Wasser möglich¹³⁾. Bei dem
Aufschluß im Chlorstrom, der ebenfalls die Bestimmung
der Kieselsäure und der Tonerde gestattet, stößt man bei
der Ermittlung der übrigen Oxyde auf erhebliche Schwierig-
keiten.

Im Zusammenhang mit den Verfahren der Sauerstoff-
bestimmung verdient die Ehnsche Zementationsprobe
Erwähnung. Nach Versuchen von Ehn¹⁴⁾ verhält sich ein
oxydreicher Stahl bei der Zementation ganz anders als
ein oxydarmer. Die Tiefe und das Gefüge der zementi-
erten übereutektoiden Schicht zeigen bei sauerstoffrei-
chen Stählen ein unklares, wirres Zementitnetzwerk,
während dies bei sauerstoffarmen Stählen klar und gleich-
mäßig groß ist. Abb. 3, a und b, zeigt das Gefüge zweier
nahezu gleich zusammengesetzter Stähle mit verschieden
hohem Sauerstoffgehalt nach der Zementation und Ätzung
mit Natriumpikrat. Man erkennt deutlich das unklare
Zementitnetzwerk des stark sauerstoffhaltigen Stahls.

Dieser von mehreren Seiten bestätigte¹⁵⁾, allerdings
in neuerer Zeit auch bekämpfte Versuch hat sich als Mittel
zur qualitativen Sauerstoffbestimmung in der amerikani-
schen Kraftwagenindustrie zu einem ständigen Hilfsmittel
für die Beurteilung der Güte entwickelt. Dabei ist die
Feststellung bemerkenswert, daß schon Réaumur vor
nahezu 200 Jahren in seiner berühmten Schrift über

⁹⁾ Diss. Hessenbruch, „Stahl und Eisen“ demn.
¹⁰⁾ Scherer und Oberhoffer, „Stahl und Eisen“ Bd. 45 (1925)
S. 1555.
¹¹⁾ Diss. Ammann, Aachen 1927.
¹²⁾ „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 1536.
¹³⁾ s. Willems, „Stahl und Eisen“ demn.
¹⁴⁾ Ehn, „Iron and Steel Inst.“ (1922) I S. 157.
¹⁵⁾ Gat, „Blast Furn. Steel“ Bd. 15 (1927) S. 271.

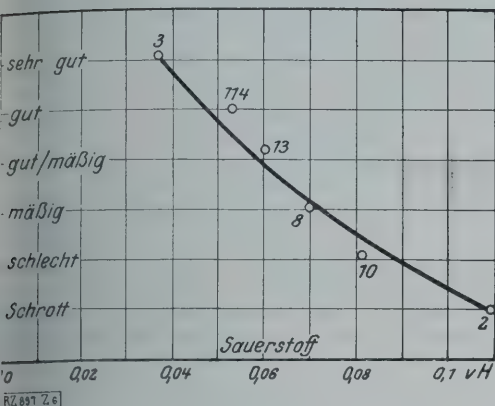


Abb. 6

Einfluß des Sauerstoffs auf das Bruchgefüge von Chrom-Kugel- und Kugellagerstahl

rd sich die Sauerstoffanalyse von größtem Nutzen e Werkstoffuntersuchung erweisen.

ber den Einfluß des Sauerstoffs auf die Eigenen der Stähle liegen im Schrifttum wenig zusammenfassende Angaben vor. Wimmer¹⁷⁾ gibt in seiner Arine Zusammenstellung der Ergebnisse seiner Untersuchungen über den Einfluß des Sauerstoffs auf die Eigenschaften eines weichen Flußstahles. Abb. 5 ist dieser entnommen und zeigt, daß durch Sauerstoff im Geste zum Phosphor Festigkeit, Streckgrenze, Kontraktions-Härte erniedrigt werden. Einen besonders nachteiligen Einfluß übt der Sauerstoff auf die Kerbzähigkeit auf. Die Dehnung ist ein höherer Sauerstoffgehalt geringem Einfluß. Alle übrigen in der Literatur vorfindenen Angaben über den Einfluß des Sauerstoffs sind verstreut und betreffen meist die Härteempfindlichkeit oxydhaltiger Stähle¹⁸⁾.

ine bedeutende Bereicherung unserer Kenntnisse dieser Richtung hin wurde durch die Anwendung des Oberhoffer ausgebauten Heißextraktionsverfahrens im Jahre von Dr. Eilender, Stahlwerk Becker, Willich, erzielt.

aus den Ergebnissen von mehr als 600 Bestimmungen über den Einfluß des Sauerstoffs auf verschiedene Eigenschaften von Sonderstählen deutlich hervor¹⁹⁾.

Die Beurteilung des Kugellagerstahls nach der Zahl der Schläge im Bruchgefüge steht danach in Übereinstimmung mit dem Ausfall der Sauerstoffanalyse. Mit steigendem Sauerstoffgehalt wird das Bruchgefüge des gegebenen Stahls unsauberer, Abb. 6.

Besonders ausgeprägt ist der Einfluß des Sauerstoffs auf die Eigenschaften von Transformatorenblech. Mit steigendem Sauerstoffgehalt steigen die Wattverluste. Es zeigt sich, daß die Differenz Kohlenstoffgehalt und Sauerstoffgehalt von ausschlaggebender Bedeutung ist, Abb. 7.

„Stahl und Eisen“ Bd. 45 (1925) S. 73.
Thallner, „Stahl und Eisen“ Bd. 27 (1907) S. 1677, Bd. 30 (1910) S. 1677.
Eilender, „Stahl und Eisen“ Bd. 33 (1913) S. 585.
„Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 1558.

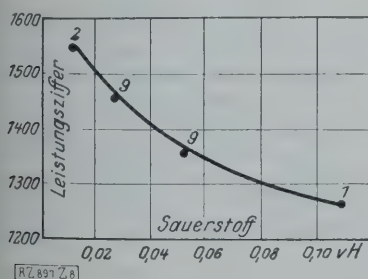


Abb. 8

Einfluß des Sauerstoffs auf die Würschmidtische Leistungszahl bei Wolframagnetstahl

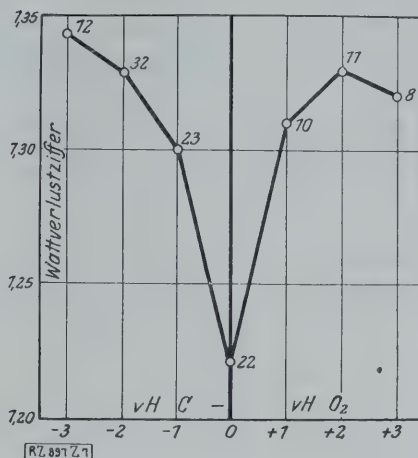


Abb. 7

Einfluß von C-O₂ auf die Wattverluste von Transformatorenblech

deutung ist, Abb. 7. Die kleinsten Wattverluste werden für $vH C - vH O_2 = 0$ erhalten. Bei steigenden Werten dieses Unterschiedes, d. h. bei steigendem O₂- und C-Gehalt, steigt die Verlustzahl. Daraus geht die große Bedeutung hervor, die die Glühbehandlung für die Güte des Transformatorenbleches hat, worauf früher bereits verschiedentlich hingewiesen wurde²⁰⁾.

Bei Wolframagnetstahl konnte eine klare Abhängigkeit der Würschmidtischen Leistungszahl ($L = (B \times S) \max$) vom Sauerstoffgehalt festgestellt werden, derart, daß mit steigendem Sauerstoffgehalt die Leistung der Magnete abnimmt, Abb. 8.

Von ganz besonderer Bedeutung ist das Ergebnis der Untersuchungen an Kesselblechen über den Einfluß des Sauerstoffes auf die Alterungsfähigkeit dieses Werkstoffes. Flußstahl mit geringem Sauerstoffgehalt gibt danach im normalen und künstlich gealterten Zustand geringe Unterschiede in der Kerbzähigkeit, während bei hohem Sauerstoffgehalt die Kerbzähigkeit im künstlich gealterten Werkstoff stark sinkt. Wegen Einzelheiten sei auf die Originalarbeit verwiesen.

Abgesehen von der noch unklaren Rolle des Sauerstoffes beim Mechanismus der Alterung dürften die übrigen Ergebnisse dieser Untersuchungen sehr wertvoll sein. Obwohl die absolute Höhe der angeführten Sauerstoffwerte unsicher ist, darf man aus den Versuchen folgern, daß das benutzte Verfahren zur Sauerstoffbestimmung relativ vergleichbare Werte liefert, die wertvolle Rückschlüsse auf das verschiedenartige Verhalten des Stahles gestatten. Bei der Frage des Alters nach unsere Anschauungen noch nicht genügend gefestigt, so daß man eine eindeutige Erklärung für die Abhängigkeit der Alterungsfähigkeit vom Sauerstoffgehalt noch nicht geben kann.

Welche Bedeutung der Sauerstoffanalyse für die Beurteilung der Güte eines Werkstoffes zukommt, zeigt auch recht deutlich eine größere Untersuchung, die von Chefchemiker Weissen im Laboratorium von Belval, Luxemburg, ausgeführt wurde, und über die Oberhoffer dank des Entgegenkommens der Arbed auf dem Luxemburger Eisenhüttenkongress anlässlich des 50jährigen Jubiläums des Luxemburger Ingenieurvereins berichten konnte²¹⁾. An drei verschieden schweren Blöcken (2550, 3400 und 4760 kg) wurde nachgewiesen, daß der Sauerstoff ebenso wie Phosphor, Schwefel und Kohlenstoff der Blockseigerung unterworfen ist²²⁾.

In Abb. 9 sind die Ergebnisse der einzelnen Versuchsreihen dargestellt. Die aus einer Beschickung stammenden verschieden schweren Blöcke wurden zu Knüppeln ausgewalzt und an den Stellen analytisch und makroskopisch untersucht, die den in Abb. 9 durch arabische Zahlen gekennzeichneten Querschnitten des Blockes ent-

²⁰⁾ Gümlich, „Stahl und Eisen“ Bd. 39 (1919) S. 800; Wolff, Diss. Breslau 1919; Oertel und Eichenberg, Werkst. Aussch. Ber. 87 (1926).

²¹⁾ „Revue Techn. Luxembourg“ Bd. 19 (1927) S. 99.

²²⁾ Betr. Kristallseigerung s. Oberhoffer, Schiffler und Hessenbruch, Arch. Eisenhüttenw. Bd. 1 (1927) S. 57.

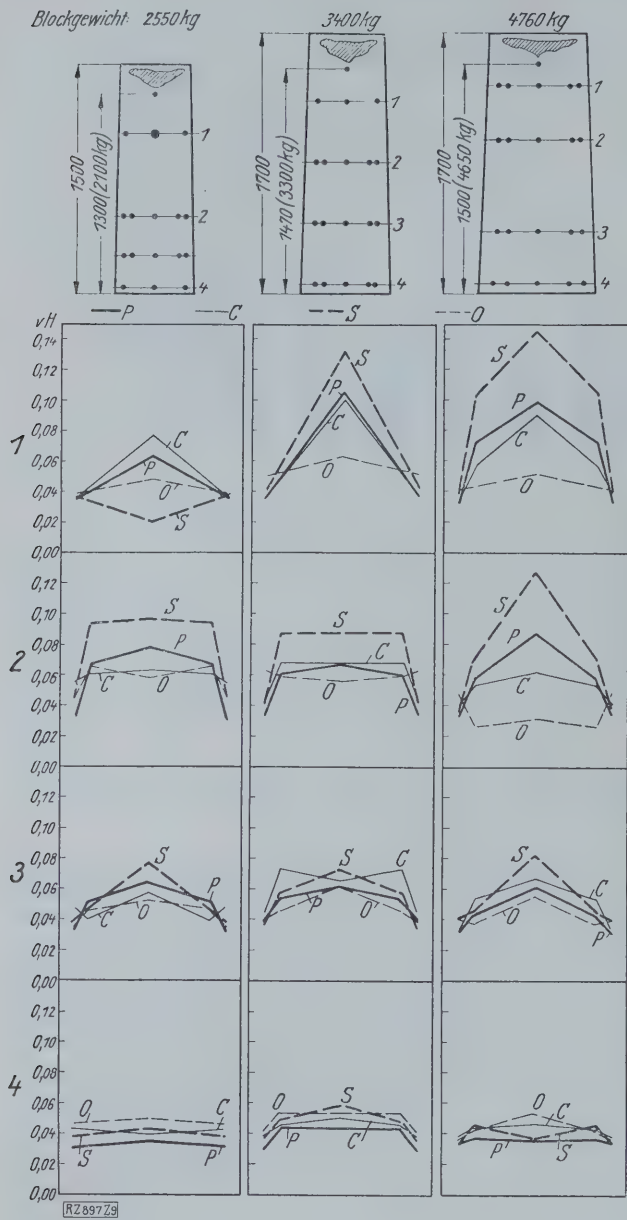


Abb. 9

Abhängigkeit der Seigerungen in Flußstahlblöcken von den Blockabmessungen. Mittlere Chargenanalyse: 0,06 vH C, 0,06 vH P, 0,043 vH S

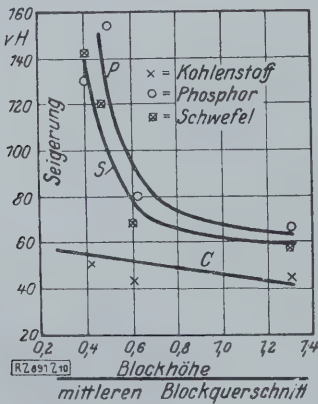


Abb. 10

Abhängigkeit der Seigerung vom Verhältnis Blockhöhe zu mittlerem Blockquerschnitt bei Flußstahl

sprechen. Die eingezeichneten Punkte sollen die P zahl und die Zonen, aus denen die Proben entnommen wurden, andeuten. Aus den Untersuchungen, Abb. 9 hervor, daß die Seigerungen mit steigendem Block schnitt zunehmen, und zwar seignen Phosphor Schwefel am stärksten, weniger stark der Kohlen

Dies Ergebnis geht aus Abb. 10 hervor, wo die Abhängigkeit der Seigerung in vH vom Verhältnis Blockhöhe zu mittlerem Blockquerschnitt dargestellt ist. Hier wurde der mittlere Sauerstoffgehalt der Proben nicht bestimmt, so daß für den Sauerstoff die entsprechenden Werte der anteiligen Seigerung fehlen. Um über die Sauerstoffseigerung Aufschluß zu erhalten, ist in Abb. 11 die Abhängigkeit der größten Abweichungen (Tiefst- und Höchstwert) im Sauerstoffgehalt innerhalb des Blockes vom mittleren Blockquerschnitt neben den entsprechenden Werten für Phosphor, Schwefel und Kohlenstoff wiedergegeben.

Wenn man schlechthin von Sauerstoff im Stahl spricht, so bedeutet das nicht, daß dieser in elementarer Form Eisen vorhanden ist, sondern in chemischer Verbindung. Diese Form dieser Bindung war von jeher eine viel erörterte Frage. Ledebur²³⁾ hat als erster in Anlehnung an die beim Kupfer bekannten Verhältnisse, das Eisenoxid FeO, als die Verbindung bezeichnet, in der der Sauerstoff im Stahl auftritt. Er stellte ferner fest, daß das flüssige Eisen etwa 0,9 vH FeO entsprechend 0,2 vH O₂ zu vermag. Goerens²⁴⁾ konnte später nachweisen, daß das flüssige Eisen ein Sauerstoffgehalt von etwa 0,04 vH enthält. Die Löslichkeit im flüssigen Eisen konnte durch die Mikrobilder verschiedener Forscher belegt werden. Abb. 12 zeigt Bilder von FeO-haltigem, reinem Eisen. Die eutektische Anordnung der FeO-Einschlüsse.

Die erste planmäßige Untersuchung des Systems Fe-FeO stammt von Rosenhain, Tritton und Hanson²⁵⁾. Diese Forscher stellten ein Diagramm der Löslichkeit von FeO in Eisen auf, das später von Schöner²⁷⁾ auf Grund einzelner im Schrifttum verstreuter Angaben erweitert wurde. Nach den bisher vorliegenden Angaben und den Erfahrungen an ähnlichen Systemen dürfte das in Abb. 13 veranschaulichte Schaubild voraussichtlich den hier vorliegenden Verhältnissen entsprechen. Erwähnt sei, daß die Konzentrationen der einzelnen Gleichgewichtslinien im Diagramm Grund der zu geringen Zahl von Versuchen noch als unbedingt zuverlässig angesehen werden können. Jedenfalls steht fest, daß der Sauerstoff auch im festen Eisen löslich ist und seine Löslichkeit mit steigender Temperatur steigt. Wir konnten kürzlich in einer Arbeit²⁸⁾ erneut den Beweis für die Kristallisation des Sauerstoffes und damit die Löslichkeit

²³⁾ „Stahl und Eisen“ Bd. 3 (1883) S. 502.

²⁴⁾ Metallographie 2. Aufl. (1916) S. 273.

²⁵⁾ Oberhoffer und d'Huart, „Stahl und Eisen“ Bd. S. 165.

²⁶⁾ „Iron and Steel“ Bd. 110 (1924 II) S. 85; vergl. „Stahl und Eisen“ Bd. 45 (1925) S. 1124.

²⁷⁾ Z. f. anorg. Chemie Bd. 154 (1926) S. 220.

²⁸⁾ Oberhoffer, Schöffler und Hessenbruch, Eisenhüttenw. Bd. 1 (1927) S. 57.

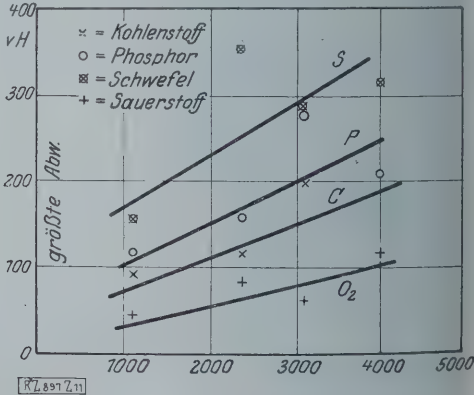
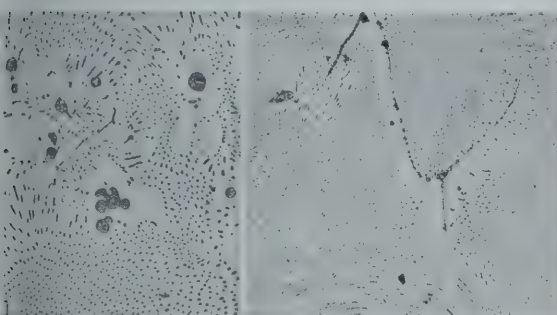
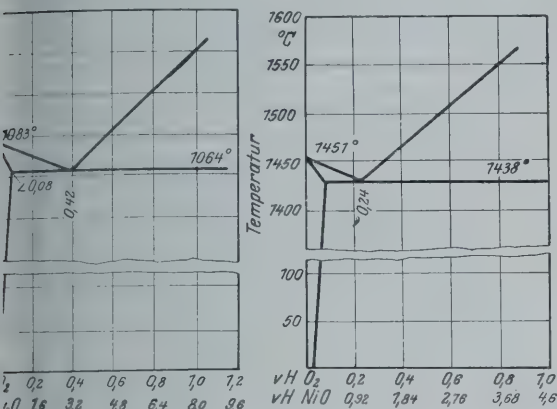


Abb. 11

Abhängigkeit der größten Seigerungsabweichungen vom mittleren Blockquerschnitt bei Flußstahl



berhoffer und d'Huart
Abb. 12
Eutektische Anordnung der FeO-Teilchen



a
Cu-Cu₂O-Legierung
2 vH Cu₂O = 0,4 vH O₂
b
Ni-NiO-Legierung
1,1 vH NiO = 0,24 vH O₂

Abb. 14

Zustandschaubilder der Systeme Cu—O₂, Ni—O₂

Zustand erbringen. Gerade in seiner Form als
g von FeO in Fe übt der Sauerstoff seine nach-
b Wirkung auf die Warmbildsamkeit der Stähle

a einer neuen Arbeit^{29a)} behandeln Benedicks
öfquist im Rahmen größerer, auf neuzeitlicher
talisch-chemischer Grundlage fußender Unter-
ngen ebenfalls das für die Metallurgie des Eisens
ge System Eisen-Sauerstoff. Prof. C. Benedicks hat
benswürdiger Weise die von ihm in Gemeinschaft
öfquist ausgeführten Untersuchungen über dieses
n zur Mitveröffentlichung an dieser Stelle^{29b)} zur
gung gestellt. Es sei uns gestattet, Hrn. Prof. Bene-
und Hrn. Löfquist hierfür unsern besten Dank auszu-
nen.

s. a. Jansen, Arch. Eisenhüttenw. Bd. 1 (1927) S. 147.
1) Versammlung des International. Materialprüfungskongresses
erdam 1927.
2) Vergl. S. 1576 „Über das System Eisen-Sauerstoff“ v. C. Bene-
und H. Löfquist.

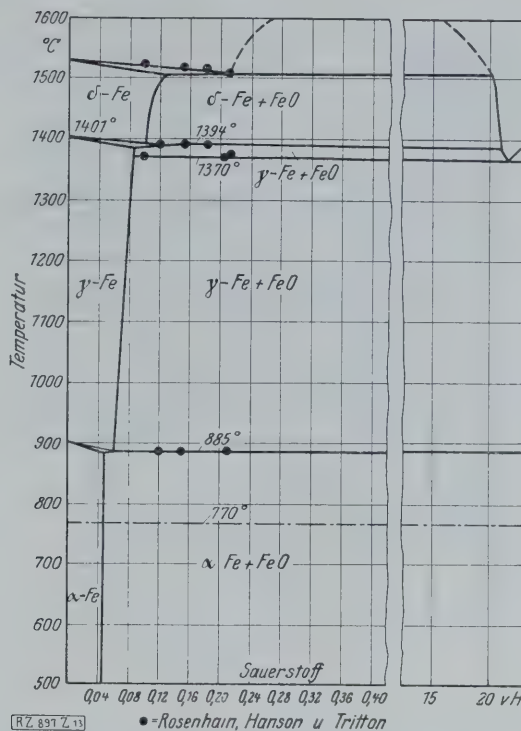
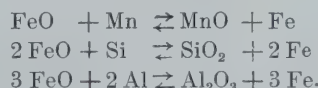


Abb. 13
Zustandschaubild Eisen - Sauerstoff

Bei den Systemen Cu—Cu₂O, Ni—NiO und wahr-
scheinlich auch Co—CoO liegen die Gleichgewichte ganz
ähnlich³⁰⁾. Alle diese Systeme haben ein Eutektikum, das
bei niedrigen Sauerstoffkonzentrationen liegt. Die Ernied-
rigung des Schmelzpunktes des reinen Metalls durch
Sauerstoff ist gering. Im Schliff zeigen sich deutlich eutek-
tisch angeordnete Oxydeinschlüsse. Abb. 14 zeigt die bei-
den Systeme Cu—O₂ und Ni—O₂.

Es war von jeher das Bestreben, den Sauerstoff im Stahl
in eine weniger schädliche oder unschädliche Form zu brin-
gen. Dies ist der Zweck jeder Desoxydation. Schon die
guten Ergebnisse Mushets mit der Desoxydation durch
Mangan führen zu der Anschauung, daß das MnO einen
weniger nachteiligen Einfluß auf den Stahl ausübt als das
FeO. Am häufigsten wird die Desoxydation heute durch-
geführt mit Mn, Si, Al. Diese Elemente reagieren mit FeO
in folgender Weise:



Über die Eigenschaften der Desoxydationsstoffe sowie
über den Verlauf der Reaktionen und die Lage der Gleich-
gewichte bei verschiedenen Temperaturen wissen wir
noch verhältnismäßig wenig. An die lange Zeit wenig
beachtete, bahnbrechende Arbeit Le Chateliers³¹⁾
knüpfen nach dem Krieg eine Reihe von physikalisch-
chemischen Arbeiten über das Desoxydationsproblem
an³²⁾. Diese Arbeiten fußen im Gegensatz zu den Unter-
suchungen von Le Chatelier auf dem Nernstschen Wärme-
theorem, krankten aber noch sehr an der Unzuverlässig-
keit der notwendigen Daten über die spezifischen Wär-
men, konventionellen Konstanten, wie Oberhoffer ausführ-
licher in seinem Vortrag in Leoben³³⁾ zeigen konnte.

Die einwandfreie Bestimmung dieser Daten muß des-
halb das nächste Bestreben aller wissenschaftlich arbei-
tenden Metallurgen sein. Im Eisenhüttenmännischen In-
stitut, Aachen, ist die Ermittlung sicherer Zahlenwerte

³⁰⁾ Heyn, Mitt. d. Staatl. Materialprüf.-A. Bd. 18 (1900) S. 315;
Merica, Amer. Inst. Min. Met. Ing. Januar 1925.

³¹⁾ Rev. Mét. Bd. 15 (1912) S. 513.

³²⁾ Styri, Iron and Steel Inst. Bd. 108 (1923) S. 189; Phys. Chemistry
Steel Making Proc. London (1925); Trans. Faraday Soc. Bd. 21 (1925 II)
S. 187 u. f.

³³⁾ a. a. O.

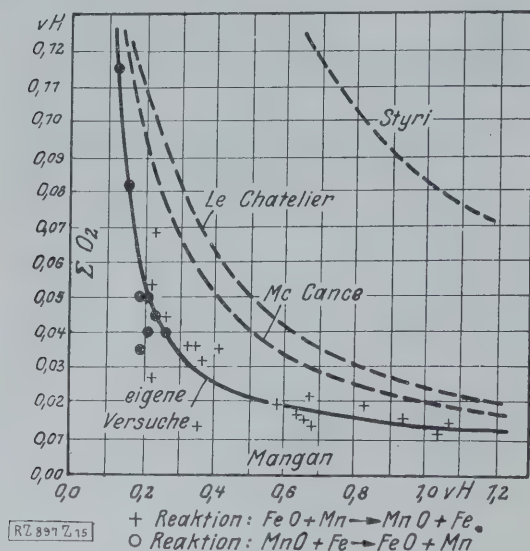


Abb. 15
Abhängigkeit des O_2 -Gehaltes vom Mn-Gehalt im
Eisen; Isothermen für 1600°

$$[FeO] = \frac{K}{[Mn]}; \quad \frac{[FeO]}{[MnO]} = \frac{K}{[Mn]}$$

seit längerer Zeit aufgenommen. Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die spezifische Wärme des Eisens konnten bereits veröffentlicht werden⁸⁴).

Außer der theoretischen Berechnung der Gleichgewichte ist der Laboratoriumsversuch imstande, uns Aufschlüsse über die Prozesse zu geben. Aber auch hier sind noch viele Schwierigkeiten zu beseitigen. Vor allem ist die Beschaffung temperaturbeständiger, reaktionsträger Tiegel eine noch ungelöste Frage. Die bisher bekannten Tiegelwerkstoffe beteiligen sich in mehr oder minder starkem Maß an den Reaktionen, z. B. zwischen Metall und Schlacke, und trüben dadurch die Ergebnisse außerordentlich.

⁸⁴) Oberhoffer und Grosse, „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 576.

Oberhoffer untersuchte zunächst gemeinsam H. Schenck die Desoxydation des Eisens mit Mangan. Aus Abb. 15, die das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt, geht hervor, daß die Versuchsergebnisse unter nach Le Chatelier, McCance und Styri berechneten Werten liegen. Im allgemeinen passen sich die berechneten Werte zwanglos der Kurve an. Leider ist die experimentelle Ermittlung der Gleichgewichtskonstanten nicht gelungen⁸⁶). Ohne sie ist aber eine sichere Festlegung der Desoxydationswirkung bestimmter Desoxydationsmittel unmöglich.

Einen dritten Weg zur Klärung der Metallurgie des Stahlerzeugungsverfahrens hat in den letzten Jahren Herty jr.⁸⁷) vom Bureau of Mines beschritten. Er untersuchte betriebsmäßige Chargen mit zahlreichen zuzufügung stehenden Meßverfahren auf Bad- und Schlackenzusammensetzung, Bad- und Schlackentemperatur, Bad- und Schlacken usw. Wenn auch die Ergebnisse heute noch wenig praktische Bedeutung haben, so wird auf dem Wege sicherlich bei genügend zahlreichen und einheitlichen Versuchen manche Erkenntnis über die Natur der Vorgänge zu gewinnen sein.

Fassen wir die mehr oder weniger ausführlich betrachteten Fragen zusammen, so erkennen wir, was die Frage nach dem Vorkommen und dem Verhalten des Sauerstoffes im Stahl das Kernproblem der Metallurgie des Eisens ist. Nur die großen Schwierigkeiten beim Ausbau geeigneter Verfahren zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes klären die Tatsache, daß unsere Erkenntnisse auf diesem so wichtigen Gebiete noch sehr gering sind. Es ist daher vor allem der Sauerstoffanalyse die erste Arbeit gewidmet sein. Während noch vor einigen Jahren die Sauerstoffanalyse über die analytische Untersuchung des Eisens auch auf die Sauerstoffanalyse zutraf, haben die letzten Jahre bewiesen, daß das Heißextraktionsverfahren bereits als Betriebsverfahren brauchbar ist. Damit ist die Untersuchung der Sauerstofffrage die Basis geschaffen, auf der planmäßig aufgebaut werden kann, und darf hoffen, daß die noch schwebenden Fragen über die Sauerstoff im Stahl einer Klärung in nicht allzu langer Zeit entgegengehen.

⁸⁵) „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 1526.

⁸⁶) „Stahl und Eisen“ Bd. 45 (1925) S. 1575, 1611.

⁸⁷) „Stahl und Eisen“ Bd. 46 (1926) S. 1597.

Über das System Eisen-Sauerstoff

Von C. Benedicks und H. Löfquist, Metallographisches Institut, Stockholm

Einer Aufforderung von Dr. H. Esser zufolge sei an dieser Stelle — im Anschluß zu dem Aufsatz von Oberhoffer, der für die Sauerstofffrage bahnbrechend gewirkt hat — das von uns, in Gemeinschaft mit G. Phragmén aus dem Schrifttum hergeleitete Schaubild Eisen-Sauerstoff schon veröffentlicht¹). Dabei ist aber eine kurze Beschreibung notwendig, damit deutlich hervorgeht, welche Einzelheiten hypothetisch sind. Die zu berücksichtigenden festen Phasen sind: Fe, FeO, Fe₃O₄ und Fe₂O₃ [R. Åkerman (1882); Sosman und Hostetter (1916); Matsubara (1922) u. a.^{1a})].

Der linke Teil des Schaubildes, Abb. 1, ist im wesentlichen nach den Angaben von Tritton und Hanson gezeichnet, jedoch mit einigen theoretisch notwendigen Zusätzen. Außer dem von diesen Forschern für geschmolzenes Eisen festgestellten Löslichkeitswert von 0,21 vH O bei dem (von 1533° auf 1519° erniedrigten) Schmelzpunkt (AB) sind noch zwei von de Coussergues mitgeteilte Löslichkeitswerte (BD) berücksichtigt worden.

Die Löslichkeit von Sauerstoff im festen α -Eisen wurde von den genannten Forschern zu etwa 0,05 vH festgestellt; Wimmer fand 0,035 vH; Oberhoffer, Schiffler und Hessenbruch gaben etwa 0,05 vH an. Für γ -Fe ist die Löslichkeit etwas höher als 0,05 vH anzunehmen,

da eine von dem Sauerstoff herrührende Erniedrigung A_3 mehrmals behauptet wurde (Austin 1915, Reed vergl. Humfrey 1912); vorhandene Beobachtungen stellen aber keine zahlenmäßigen Angaben; diejenigen, die sich auf A_3 beziehen, sind als sehr unsicher zu bezeichnen. Es ist also eine geringe Erniedrigung von A_3 mit steigendem Sauerstoffgehalt als wahrscheinlich anzunehmen ist. Es erscheint eine entsprechende geringe Erhöhung von γ (oder δ) wahrscheinlich (F) — da ja nach Westgren die Gitter von α - und δ -Eisen gleich sind.

Unter den drei von Oberhoffer (1927) betrachteten Möglichkeiten²) sind die beiden ersten unvereinbar mit den von Tritton und Hanson auch bei hohen Sauerstoffgehalten beobachteten Temperaturänderungen bei 1400° ; die dritte Möglichkeit, obschon theoretisch denkbar, erscheint weniger wahrscheinlich, vom oben erwähnten Gesichtspunkte der Gitterverhältnisse.

Der Punkt C ist durch Tritton und Hanson festgestellt, wie auch die Tatsache, daß FeO bei 1370° (vollständig oder teilweise) schmilzt (Punkt I). Zu entscheiden, wie die von C ausgehende Fe-Liquiduskurve (CD) in bezug auf I verläuft. Denkbar sind drei Fälle: 1. gänzlich links von dem FeO-Punkt I fallen, 2. unmittelbar auf I zugehen, oder aber 3. rechts von I enden. Möglichkeit 1 bedeutet das Vorhandensein eines links

¹) Eine kurze Beschreibung des Diagrammes wird in den Verhandlungen des Internat. Materialprüfungskongresses, Amsterdam 1927, erscheinen.

^{1a}) Schrifttum am Schluß.

²) Vortrag auf dem Eisenhüttentag in Luxemburg, Revue de Metallurgie Bd. 19 (1927) S. 99.

legenen Eutektikums. Ein solches ist aber beobachtet worden; aus mehreren Gründen ernt diese Möglichkeit recht unwahrscheinlich. Viel wahrscheinlicher kommt uns die dritte Möglichkeit vor, die mit dem Vorhandensein eines rechten Höchstwertes für FeO gleichbedeutend tatsächlich ist FeO ja nie aus einer Schmelze zu erhalten (was der Fall 1 erfordert), sondern enthält anscheinend immer Fe in verhältnismäßig grober Verteilung; einem verdeckten Höchstwert ist dies ja unvollständiger Gleichgewichtseinstellung zu erklären. Für Fall 3 spricht ebenfalls Umstand, daß Tritton und Hanson auch für Schmelze der Zusammensetzung FeO einen rechten A_4 -Punkt beobachteten, während im 1 oder 2 eine solche Beobachtung ausfallen ist.

Aus diesen Gründen wurde die Kurve CGM einem Knickpunkt bei G) wie in Abb. 1 zugeordnet.

Das homogene FeO-Gebiet muß sich nach nur bis etwa 570° erstrecken (Q) (Chaudron, Eastman, Matsubara); bei niedrigerer Temperatur zerfällt FeO in $Fe_3O_4 + Fe$. Oben das FeO-Homogenitätsgebiet eine erhebliche Abkühlung haben (PO), besonders nach der Stoffseite hin, wenn die Beobachtungen von Chaudron, Eastman und Evans und neuerdings Schenck und seinen Mitarbeitern als ausschlaggebend angenommen werden. Der Befund der letzteren, daß das fragliche Homogenitätsgebiet entschieden rechts von FeO ohne FeO einzuschließen (Wüstit), steht in Widerspruch zu früheren Arbeiten, nach denen die homogene Zusammensetzung FeO tatsächlich zu erhalten ist; reines FeO wurde neuerdings von Wöhler und Thier dargestellt (Atmosphäre $H_2 + H_2O$). Aus Grund erscheinen erhebliche Fehlerquellen noch vorhanden (wie Einwirkung eines unvollständigen Gleichgewichtes, des Gefäßstoffes, des Kohlenstoffgehalts, des usw.).

Zwischen FeO und Fe_3O_4 (Schmelzpunkt 1527°, Hilpert und Kohlmeier) ist ein Eutektikum beobachtet worden (Oberhoffer und d'Huart, Wyckhoff, Trittenden). Die eutektische Zusammensetzung ist bekannt; angenommen wurden hier etwa 24 vH O; Wert ist mit den obigen Beobachtungen durchaus verträglich (N). Ein von Oberhoffer und d'Huart sonst unter Haltepunkt bei 1200° wurde als die zugehörige eutektische Temperatur angenommen³⁾.

Nach Angaben von Sosman und Hostetter soll sich zwischen Fe_3O_4 und Fe_2O_3 eine kontinuierliche Reihe von Mischkristallen vorfinden. Die Annahme aber ist mit Unterschied in der Kristallstruktur zwischen Fe_3O_4 und Fe_2O_3 unvereinbar⁴⁾. Anzunehmen ist deshalb das Vorhandensein einer — wenn auch beschränkten — Mischungsreihe (V'X) bei hoher Temperatur. Bei niedriger Temperatur muß sie hingegen weit ausgedehnt sein (YZ).

Die vorhandenen Beobachtungen zeigen, daß der Sauerstoffdruck des festen Fe_2O_3 außerordentlich groß ist — schon bei etwa 1100° tritt eine erhebliche Sauerstoffabgabe von Fe_2O_3 ein (Hostetter und Sosman). Aus diesem Grunde erscheint bei gewöhnlichem Druck ein homogenes Gemisch von Fe_2O_3 ausgeschlossen. Der beobachtete Schmelzpunkt (1565°; Hilpert und Kohlmeier) ist als Zersetzungspunkt gedeutet worden. Da die Zusammensetzung mit steigender Temperatur ansteigt, muß die Kurve U'U' nach links verlaufen.

Die eingezeichneten Kurven sind quantitativ ungenau und demnach gewissermaßen hypothetisch. Die Kurven, durch Versuche festgelegten Unterlagen zu entsprechen,

³⁾ Gleichzeitig angegebener Haltepunkt bei 1450° konnte nicht bestätigt werden, da die betreffende Zusammensetzung nicht genau angegeben ist; für die als eutektisch gedeutete Temperatur ist dies belanglos.
⁴⁾ Vergl. Smits und Bijvoet.

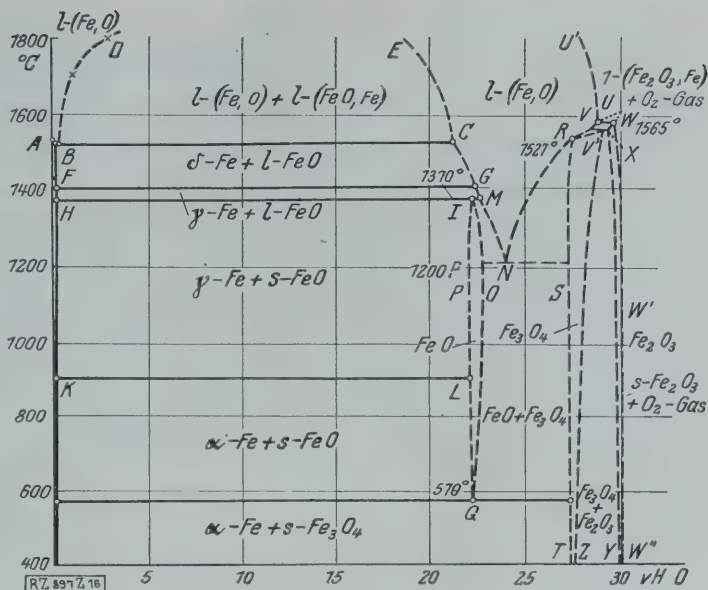


Abb. 1
Zustandschaubild Eisen-Sauerstoff nach C. Benedicks und H. Löfquist

bringen, wäre aber eine außerordentlich umfassende Aufgabe; wesentliche grundsätzliche Änderungen des von uns entworfenen Schaubildes dürften wahrscheinlich kaum zu erwarten sein, obgleich selbstverständlich beträchtliche Kurvenverschiebungen sich als notwendig erweisen können.

Literaturverzeichnis

- W. Austin, Journal Iron and Steel Institute (1915 II) S. 157.
G. Chaudron, Comptes rendus 172, 152, 1921; Annales de Chimie Bd. 16 (1921) S. 221.
C. de Coussergues, Revue de Métallurgie Bd. 19 (1922) S. 639.
E. D. Eastman, Journal American Chemical Society Bd. 44 (1922) S. 975.
E. D. Eastman und R. M. Evans, Journal American Chemical Society Bd. 46 (1924) S. 888.
S. Hilpert und E. G. Kohlmeier, Berichte der chemischen Gesellschaft Bd. 42 (1909) S. 4581.
J. C. Hostetter und R. B. Sosman, Journal American Chemical Society Bd. 38 (1916) S. 1188.
J. C. Humfrey, Carnegie Scholarship Memoirs (Iron and Steel Institute) Bd. 4 (1912) S. 80.
A. Matsubara, Transactions American Institute Mining and Metallurgical Engineers Bd. 67 (1922) S. 3.
P. Oberhoffer und K. d'Huart, „Stahl und Eisen“ Bd. 39 (1919) S. 165 und 196.
P. Oberhoffer, „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 1512.
P. Oberhoffer, H. J. Schiffler und W. Hesselbruch, „Stahl und Eisen“ Bd. 47 (1927) S. 1540.
E. L. Reed, Carnegie Scholarship Memoirs (Iron and Steel Institute) Bd. 14 (1925) S. 91.
R. Schenck und T. Dingmann, Zeitschr. f. anorg. Chemie Bd. 166 (1927) S. 113.
K. Schönert, Zeitschr. f. anorg. Chemie Bd. 154 (1926) S. 220.
A. Smits und J. M. Bijvoet, Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, Proceedings Bd. 21 (1919) S. 386.
R. B. Sosman und J. C. Hostetter, Journal American Chemical Society Bd. 38 (1916) S. 807.
F. S. Tritton und D. Hanson, Journal Iron and Steel Institute (1924 II) S. 90.
A. Westgren und G. Phragmén, Journal Iron and Steel Institute (1922 I) S. 241.
A. Wimmer, „Stahl und Eisen“ Bd. 45 (1925) S. 73.
R. W. G. Wyckhoff und E. D. Grittenden, Journal American Chemical Society Bd. 47 (1925) S. 2876.
L. Wöhler und R. Günther, Zeitschr. f. Elektrochemie Bd. 29 (1923) S. 276.
R. Åkerman, Jernkontorets Annaler Bd. 37 (1882) S. 329.

Hydraulische Pressen

Von Alexander Deutsch, beratendem Ingenieur, Wien

Grundsätzliches über Gestaltung und Anwendungsgebiete der hydraulischen Pressen — Ausführungsbeispiele: Pressen zum Herstellen von technischen Halb- und Fertigzeugnissen — Pressen der Lebensmittelindustrie.

Allgemeines

Die hydraulischen Pressen haben wegen ihrer vielfachen Verwendungsmöglichkeit, ihrer einfachen Bauart und Bedienung eine fast in alle Erzeugungsgebiete reichende Verbreitung gefunden. Von einer neuzeitlichen hydraulischen Presse werden gefordert: 1. große Tagesleistung, 2. geringe Betriebs- und Instandhaltungskosten, 3. leichte Zugänglichkeit und Übersichtlichkeit sämtlicher Teile, 4. möglichst selbsttätiges Arbeiten bei wenig Bedienungsmannschaft, 5. langsames Anwachsen und schließlich Gleichbleiben des Druckes bei langsamem Abnehmen des Preßraumes, 6. saubere Arbeit.

Die Hauptteile der hydraulischen Presse sind: der Preßzylinder, worin der durch eine Leder- oder Guttaperchamanschette gedichtete Kolben läuft, der Preßtisch, die Führungssäulen und das von diesen getragene Kopfstück (Querhaupt). Bei den hydraulischen Pressen wird die Preßflüssigkeit: Wasser, Glycerin, Öl, mittels einer Hochdruckpumpe in den Preßzylinder gedrückt. Mit dem Kolben ist der Preßtisch oder Preßstempel fest verbunden, der beim Vorwärtsgange des unter Druck gesetzten Preßkolbens mitgenommen und gegen das auf der Gegenseite fest abgestützte Preßgut gedrückt wird. Auf der Gegenseite wird der Druck durch Platten, Bieten, Schabotten, Gegenstempel, Kasten und dergleichen aufgenommen. In der Praxis werden normalerweise Betriebsdrücke von 50 bis 600 kg/cm² Kolbenfläche verwendet.

Nach der Bauart unterscheiden wir: senkrecht stehende und wagerecht liegende hydraulische Pressen, solche mit von oben, unten oder von beiden Seiten wirkendem Drucke. Bei den ersteren wirkt das Gewicht des Kolbens im Sinne des Druckes. Der Kolbenrückgang erfolgt also durch das Eigengewicht der Presse, durch Gegengewicht oder hydraulischen Rückzug. Nach dem Verwendungszwecke sind Pressen, die der Herstellung oder Prüfung von technischen Halb- oder Ganzfabrikaten dienen, von jenen zu unterscheiden, die in der Erzeugung von Lebensmitteln benutzt werden. Zu den erstgenannten gehören: Schmiede-, Stanz- und Prägepressen, Rohrprobier- und Röhrenstauchpressen, Ziehpressen, Radreifen-, Räder- und Federbund-Aufziehpressen, Universalpressen, Pressen für Galvanoplastik, Ballenpackpressen. Sperrholz- und Furnierpressen, Lederabwalkpressen, Brikkettierpressen, Heizplattenpressen für die Textilindustrie und andre Zwecke, Schnellpressen zur Verarbeitung von Isolierstoffen, Toppressen, hydraulische Scheren, Blechbiegemaschinen, Gießerei-Formmaschinen usw. Zu der zweitgenannten Gruppe gehören Sonderpressen zur Öl- und Säftegewinnung, Kakaobutter- und Teigwarenpressen usw. Die Kammer- und Plattenfilterpressen gehören eigentlich in eine eigene Gruppe.

Pressen zur Herstellung und Prüfung von technischen Erzeugnissen

Die Bauarten der Schmiedepressen sind in dieser Zeitschrift bereits häufig behandelt worden¹⁾. Rein hydraulische Schmiedepressen werden aus baulichen Gründen meist nicht mit mehr als 2000 t Gesamtdruck gebaut. Auch hier muß man schon zu mehreren nebeneinanderliegenden Preßstempeln greifen. Um die Steuerorgane zu entlasten und mit hohen spezifischen Drücken arbeiten zu können, werden etwa seit 1890 dampfhydraulische Pressen verwendet. Hier wird der elastische Dampf zur mittelbaren Druckübertragung benutzt. Über dem hydraulischen Zylinder werden die Dampfzylinder angeordnet, deren Druck durch geeignete Verbindungsstücke auf den Flüssigkeitskolben übertragen wird. Die Arbeitsmaschine arbeitet hier mit hohem spezifischen Druck (bis zu 600 at), während im Krafterzeuger (Dampfmaschine) Dampf mit nur 4 bis 10 kg/cm²

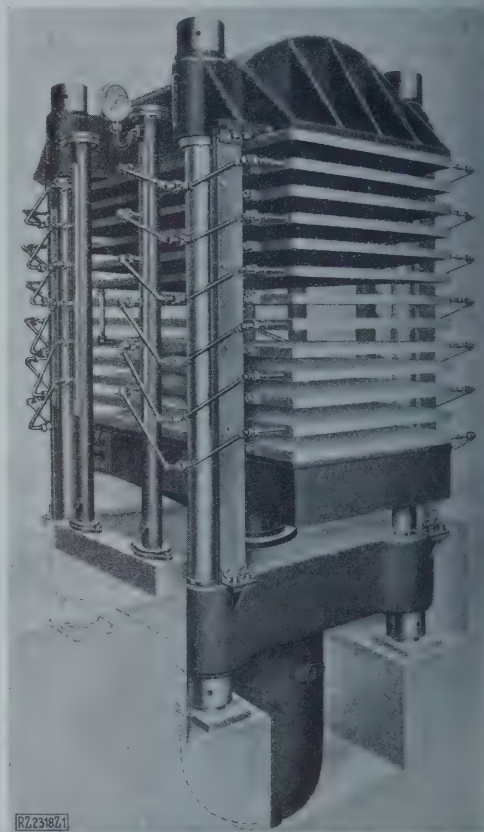


Abb. 1. Sperrplattenpresse der Niederrheinischen Maschinenfabrik, Krefeld

wirkt und nur dieser Arbeitsdampf (mittels Handhebers) zu steuern ist.

Eine häufige Verwendung finden die bereits erwähnten Plattenpressen als sogenannte plattenpressen. Dies sind Plattenpressen, häufig Unterdruck, deren Preßplatten mittels Dampfes Elektrizität geheizt werden und die z. B. bei der Färbung von Textilwaren (zum Pressen von Trikotstrümpfen, Tuchen, Seidenwaren, Kleiderstoffen) eine Rolle spielen. Meist wird ein Satz parallel übereinander liegender, durch eine Hebevorrichtung in jeder Stellung feststellbarer, innen hohler Stahlplatten verwendet, die die Heizleitung in geeigneter Weise angeschlossen ist. Die Ausführung dieser Maschinen ähnelt der Bauart Abb. 1, nur sind sie leichter und haben kleinere Platten. Eine mittlere Presse dieser Art hat etwa 150 t Gesamtdruck und preßt täglich z. B. 240 Dtz. Hemden. In den führenden Werken werden die Heizplattenpressen bis zu 3000 t Gesamtdruck gebaut, bei denen die Grundplatte von mehreren nebeneinander wirkenden Kolbenstempeln aufwärts getrieben wird.

Zu den Heizplattenpressen gehören auch die Sperrholzmaschinen, die zur Herstellung der in steigendem Maße gebrauchten Sperrholzplatten benutzt werden. Diese Pressen werden für 20 bis etwa 3000 t Gesamtdruck und für 10 bis 30 Platten hergestellt. Die Platten haben eine bedeutende Größe (2100 × 1600 mm² gilt als normal). Die Pressen werden als Verleimpressen zur eigentlichen Plattenverleimung hergestellt. Abb. 1 zeigt eine der Sperrholzpressen einer führenden Krefelder Firma. Der spezifische Druck auf das Sperrholz beträgt etwa 30 kg/cm². Ein Preßgang dauert hier z. B. 5 bis 8 min.

¹⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 1288 und 1303, Z. Bd. 71 (1927) S. 1000.

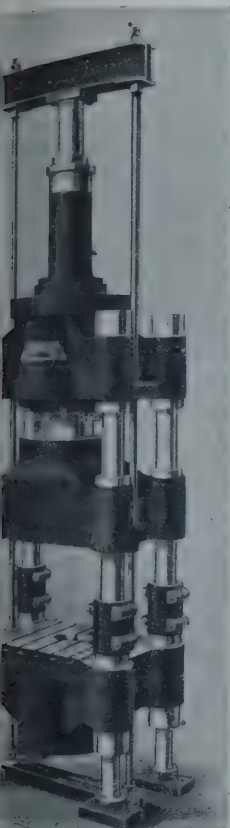


Abb. 2
Schnellpresse für 200 t.
Fabrik der Pressenfabrik
z Müller, Eßlingen

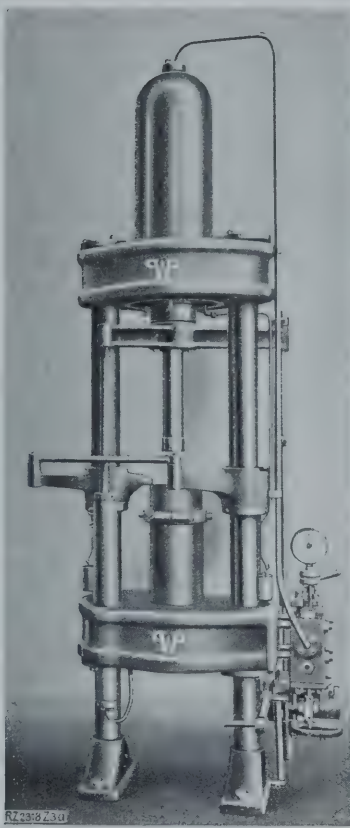


Abb. 3
Kopierminenpresse mit selbst-
tätiger Steuerung von Werner
& Pfleiderer, Kannstatt

Die Sperrplatten- und Furnierpressen arbeiten mit hydraulischem Druck, betätigt durch Hilfskolben, oder mit Druckluft- oder Druckluftspeicherung, die sich am besten zu verwenden scheint. Die Platten werden mit Dampf geheizt. In diese Platten werden die Heizkanäle, die zur Erzeugung des Heizmittels dienen, gebohrt. Es werden Platten bis zu 10 m Länge ausgeführt, deren Heizkanäle in voller Kern gebohrt sind. Eine bemerkenswerte Ausgestaltungsform der Heizplattenpressen ist die hydraulische Presse für Galvanoplastik und Stereotypie. Die Maschine ist gedrungen und kräftig gebaut. Unmittelbar am vorderen Ende sitzt die Preßplatte, auf der die Matrize für die herzustellenden Stereotypen eingesetzt wird. Der Preßtisch ist mit Führungen für die Matrize, die auf der Preßplatte aufliegt, versehen. Geheizt wird beim Naßpressen (Trocknen der Matrizen) mit Dampf. In der Presseoberseite ist zur Beschleunigung des Trocknens eine Absaugvorrichtung für Dampf eingebaut. Die Maschine wird meist mit Gesamtdrücken von 250 bis 500 t gebaut.

In den neuerzeitlichen Pressen großer Leistung und kleinen Kraftbedarfes seien die hydraulischen Schnellpressen, Abb. 2, in verschiedenen Formen, Stanzen und Filtern plastischer und isolierender Massen hervorgehoben. Sie werden heute mannigfaltig, z. B. zum Vulkanisieren von Gummipressen, von Horn, Bakeliten (Hartgummi), Zelluloid, Porzellan, Pappe und dergleichen verwendet. Diese mit Oberdruck wirkenden Pressen werden mit 5 bis 10 t Gesamtdruck gebaut. Auf dem unteren Preßtisch sind die Matrizen zur Aufnahme der Preßmasse befestigt.

Der Preßstempel trägt das Werkzeug mit der Matrize. Der Rückzugzylinder steht hier meist unter Druck des Druckspeichers (hydraulischen Akkumulators), der stets für mehrere Pressen verwendet und von der Hochdruckpumpe gefüllt wird. Auf diese Weise wird jede Steuerung des Rückzugzylinders überflüssig. Der Hochdruck für den Arbeitsgang indes wird mittels Spindeln, Ventilen oder Schiebern gesteuert. Selbsttätiges Auswerfen ist meist vorgesehen.

Beachtung verdienen die wohl aus der Ölpresserei übernommenen Topfpressen, bei denen das Preßgut in einen auf dem Preßtisch stehenden unten offenen, häufig heizbaren Preßtopf gefüllt und der Druck durch den von oben pressenden Stempel ausgeübt wird. Diese Pressen finden sich häufig zum Filtern von Regeneraten, Gummimischungen, Zelluloid und dergleichen.

Eine bemerkenswerte Maschine ist die von einer Kannstatter Fabrik hergestellte hydraulische Minenpresse, Abb. 3, für Kopierstifte. Lange hat die Bleistiftindustrie versucht, die äußerst zähen Kopierstiftminen zu pressen, um die Herstellung zu verbilligen, doch waren alle Versuche ergebnislos, da die hohen spezifischen Drücke, die zur Erzeugung nötig waren, unerreichbar schienen. Endlich gelang es, eine viersäulige massive hydraulische Presse für einen spezifischen Druck auf die Preßmasse von 2500 kg/cm² herauszubringen. Die Presse hat einen auswechselbaren Preßtopf, der eine besondere Matrize aufnimmt, die gleichzeitig das Seihen und Minen gestattet. Diese Presse arbeitet mit Oberdruck.

Besonderer Erwähnung unter den neuerzeitlichen hydraulischen Pressen verdienen die auch bei der Deutschen Reichsbahn eingeführten Pressen, Abb. 4, zum Aufziehen von Federbunden auf die Tragfedern von Wagen und Lokomotiven. Bisher wurden diese Bunde mit der Hand aufgezogen, wobei Ungenauigkeiten von 20 bis 25 mm nichts

Seltenes waren. Bei den hydraulisch aufgezogenen Federbunden ist diese Verschiebung ausgeschlossen. Die Bunde werden auf die Federn in rotglühendem Zustand aufgeschoben, die Federblätter werden sodann in die mit einem senkrecht und einem wagerecht wirkenden Preßstempel ausgestattete Presse eingesetzt, es wird Druck gegeben und der Bund nunmehr gleichzeitig und gleichmäßig von zwei Seiten auf die Feder aufgestaucht. Die Maschine wird von einer Karlsruher Gesellschaft gebaut, die übrigens auch eine Radreifen-Aufziehpresse, Abb. 5, herausgebracht hat, bei der der Reifen durch radial angeordnete Preßstempel gestaucht wird.

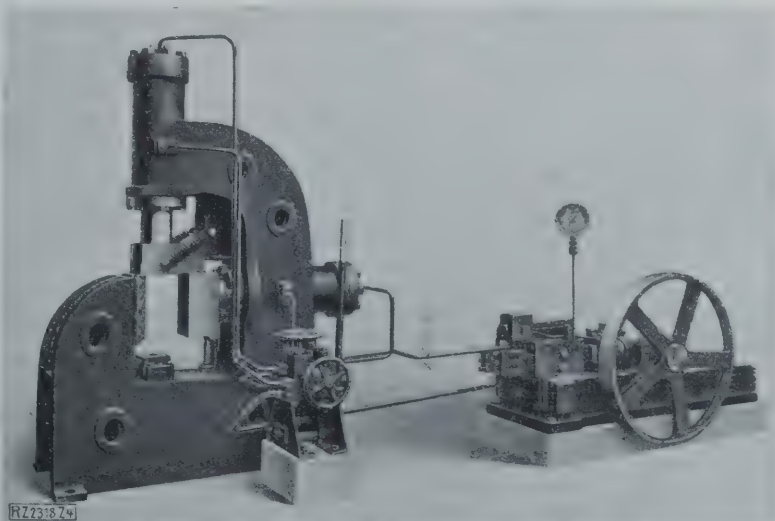


Abb. 4
Federbund-Aufziehpresse mit Druckwasserantrieb,
gebaut von der Maschinenbaugesellschaft Karlsruhe

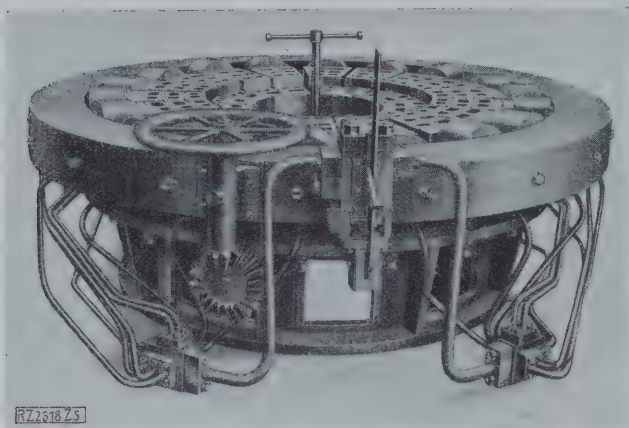


Abb. 5
Radreifen-Aufziehpresse der Maschinenbaugesellschaft
Karlsruhe mit Druckwasserantrieb

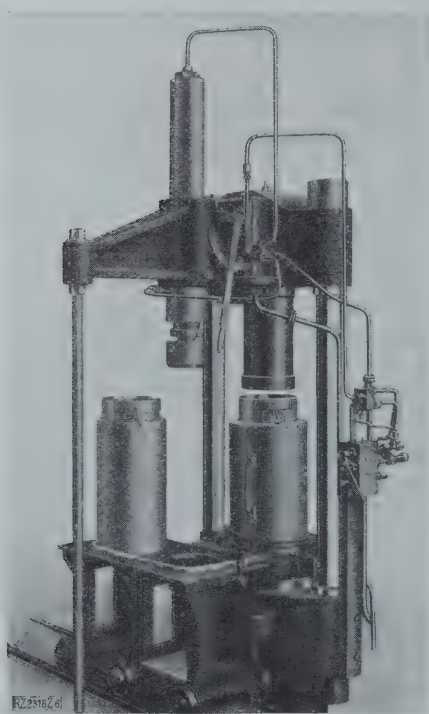


Abb. 6
Ölpresse von Fritz Müller, Eßlingen,
mit 360 mm Kolben-Dmr.
und 300/850 mm-Seiher

Ein Kannstätter Werk überraschte vor kurzem mit einem hydraulischen Kautschukspalter mit auswechselbarem Messer, der für die überseeische und europäische Kundschaft zum Schneiden von Rohgummiblöcken in Betracht kommt.

Pressen für die Lebensmittelindustrie

Besonders vertreten ist die hydraulische Presse in der Lebensmittelerzeugung. Hier sind es vor allem die Ölpresen, Abb. 6, die erst eine wirtschaftliche Ölgewinnung ermöglicht haben. Verarbeitet werden pflanzliche und tierische Erzeugnisse. Unter den Pflanzenölen sind es leichttrocknende Öle, die aus Lein, Hanfsamen, Mohn und Sonnenblumen, halbtrocknende Öle, die aus Mais- und Getreidekörnern, Kürbiskernen, Sojabohnen und nichttrocknende Öle, die aus Oliven, Erdnüssen, Kernobstkernen gewonnen werden. Unter den tierischen Ölen seien die Fischöle, Leberöle und Trane erwähnt. Die Praxis hat ergeben, daß die aus der hydraulischen Pressung gewonnenen Öle hinsichtlich der Reinheit und des Geschmackes den Vorzug vor den auf chemischem Wege gewonnenen Ölen verdienen.

Die Ölpresen wurden infolge der Mannigfaltigkeit des Preßgutes für den einzelnen Fall ausgebildet. Der Vorgang ist kurz der, daß die zu verarbeitenden Öle oder Früchte zunächst gereinigt und möglicherweise geschält, sodann auf Walzenstühlen oder Kollergängen zerbrochen und schließlich in Röstpfannen erwärmt und gelockert werden. Die in der Röstpfanne befindliche Maische wird dann der Presse zugeführt. Man unterscheidet offene und Seiherpressen. Aus Südfrankreich, woher noch heute die besten Ölsorten kommen, sind die sogenannten Marseiller-Pressen. Hier wird das Öl gut einfach in Preßtücher eingeschlagen und zwischen zwei Platten der liegenden offenen Presse gepreßt. Auf den ölreichen Oliven wurden anfangs auf offenen hölzernen Platten verarbeitet. Die Oliven werden in Säcke eingeschlagen, auf die Presse gebracht. Das fließende Öl läuft durch die Rinne des Preßtisches in eine Auffangschale und wird abgeleitet.

Unsere heimischen Ölsaaten werden meist in Seiherpressen, Abb. 6 bis 9, entölt. Die Arbeitsschwindigkeit schwankt zwischen 15 und 35 vH. Der gegossene Zylinder der Seiherpresse wird meist in den Boden der Anlage eingebaut. Der nach aufwärts wirkende Preßkolben drückt das Preßgut auf den Preßtisch, auf den sich der Preßseiher stützt. Auf dem Preßtisch sind vier Stahlsäulen, die das obere Querhaupt der Presse tragen, dem Preßstempel fest verbunden ist. Der Preßseiher ist das eigentliche Preßgefäß; er besteht aus einem mit besonders feinen Öffnungen versehenen Stahlrohr und einem Blechmantel. In diesen Seiher wird nun das vorgewärmte Preßgut in kleinen Teilmengen zwischen Haarpreßdeckel und Preßplatten gedrückt. Gewöhnlich wird vor dem eigentlichen Pressen die im Seiher befindliche Preßmasse durch eine seitlich oder vorn angebrachte Vordruckeinrichtung zusätzlich gedrückt, die eigentlich eine kleine Presse für sich darstellt. So läßt sich der Seiher dichter füllen, sodann auf den Preßtisch, der sich während des Druckens nach aufwärts hebt, wobei der feste Preßstempel in den Seiher eindringt und den Gegendruck ausübt. In dem Seiher meist festsitzenden Rückstände, Ölkuchen, werden ebenfalls mittels der hydraulischen Vordruckeinrichtung herausgedrückt.

Bei größeren Anlagen werden drei bis sechs Seiher mit einer alle bedienenden sogenannten Batterie oder Füllpresse verwendet. Oberhalb dieser sitzt ein Ölsaatenwärmer, der durch ein Füllmaß gleichmäßig den in den Seiher zu füllenden, durch einen Seiherherangebrachten Seiher liefert. Nach der Entölung wird der Seiher wieder auf den Wagen und mittels einer Vorrichtung zu der betreffenden Presse der Batterie gebracht. Dort wird fortlaufender Betrieb gewährleistet. In der Batterie werden häufig nach der ersten Pressung die Ölsaaten in eigenen Walzwerken oder Schlagkreuzmühlen gebrochen, neuerlicher Entölung zugeführt, oder sie werden als Viehfuttermittel verwertet. Solche Seiherpressen arbeiten meist mit 200 bis 350 kg/cm² spez. Kolbendruck. Die Betriebe einer aus vier Pressen bestehenden Batterie mit Preßkolben von 520 mm Dmr. genügt ein Pumpwerk mit 12 PS Kraftbedarf. Eine solche Batterie verarbeitet täglich 1200 bis 1600 kg Preßgut (Saatmehl), je nach Tüchtigkeit der Arbeiter. Häufig werden die Packungen mit zwei um eine der Tragsäulen verschwenkbaren Preßgefäßen oder drehbaren Unterseihern ausgefüllt.

Plattenpressen englisch-amerikanischer Herkunft sind, da bei ihnen Seiher und Wagen wegfallen, zum Pressen der bei uns heimischen Ölsaaten vorzuziehen. Hier hängen mehrere Preßplatten (bis zu 10) auf Haften oder Stufeneisen, die an den Preßsäulen befestigt sind. Das Preßgut wird auf einer Formpresse zwischen zwei Preßtüchern eingeschlagen und zwischen den Platten gebracht. Im allgemeinen werden jedoch die Seiherpressen den Plattenpressen für Ölsaatenverwertung vorgezogen. Für große Fabriken kommen Seiherpressen in Frankreich auf das Preßgut ein spezifischer Druck von 500 kg/cm² ausgeübt wird, wobei der Seiherdurchmesser kleiner als der Kolbendurchmesser ist. Die Seiherkuchen bei diesen großen Maschinen oft über 2,2 m hoch werden meist nach oben ausgeworfen. In De...

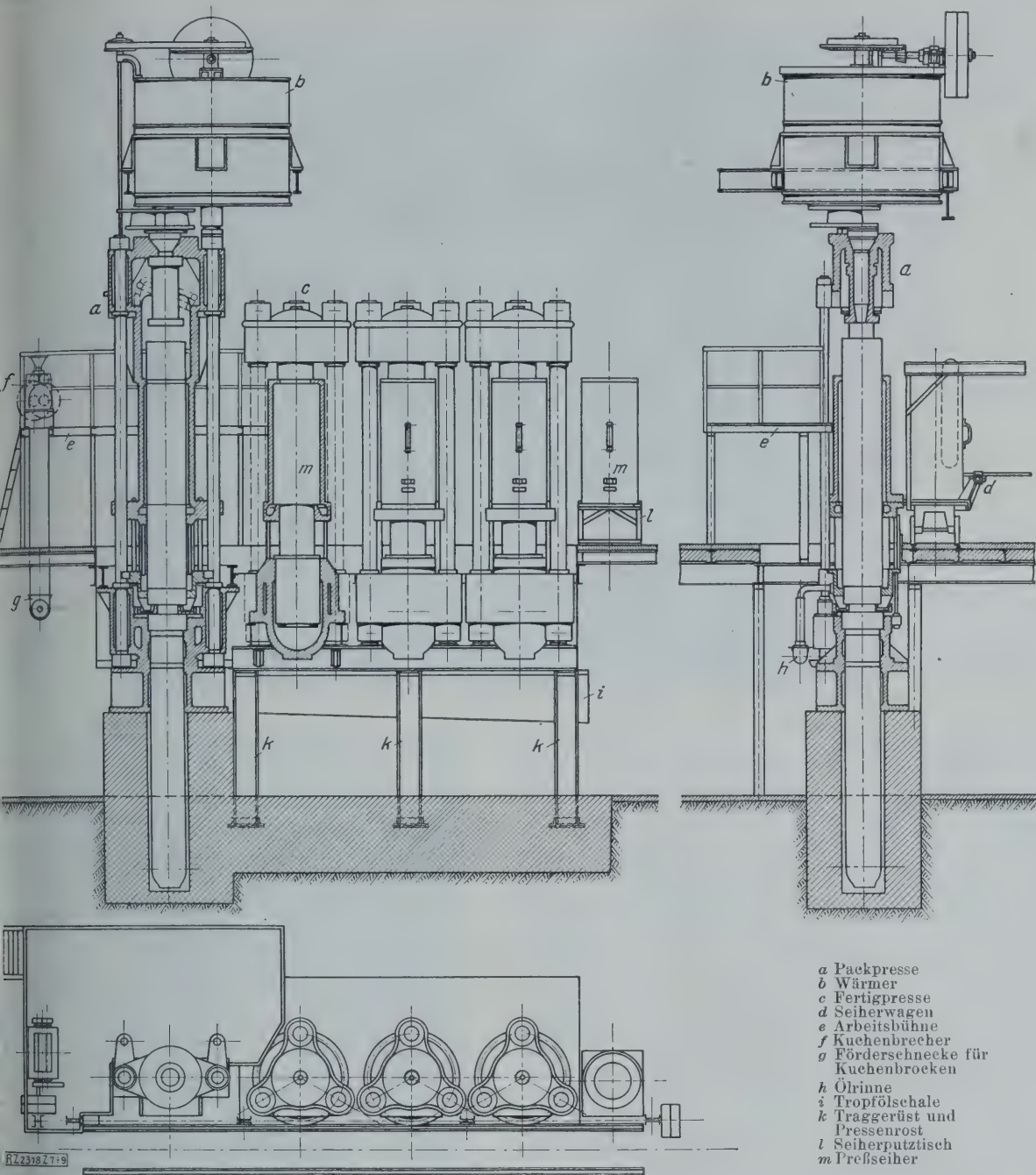


Abb. 7 bis 9. Pressenbatterie mit drei Fertigpressen und Grundseilher-Füllpresse (Fritz Müller, Eßlingen)

Es gibt es eine große Zahl, in Österreich nur wenige große Großbetriebe. Für kleinere und mittlere landwirtschaftliche Betriebe kommen Seilherpressen in Frage, die bis 480 mm Seilherdurchmesser haben.

Es gibt eine Sondergruppe bildenden Pressen zum Filtrieren von Flüssigkeiten, z. B. auch des aus dem vorerwähnten Preßvorgang gewonnenen Speiseöls, sind diese bemerkenswert. Sie arbeiten nicht mit dem durch einen Kolben übertragenen Preßdruck, sondern mit der Preßdruck unmittelbar durch das Eigengewicht der hochgelagerten zu klärenden Flüssigkeit durch eine Pumpe erzeugt. Es kommen hierbei Preßdrücke von 4 bis 10 kg/cm² vor. Die Pressen werden als Kammern für Preßdruckmittel oder als Kammern mit je mehreren Platten und Rahmen (6 bis 60), aber aber liegend ausgeführt. Die Platten werden mit Druckspindeln oder mit Hebel- oder Räderübertragungen mit der Hand zusammengedrückt. Einrichtungen zur Aufheizung, Auslaugung usw. kommen bei Sonderpressen vor. Die Platten oder Kammern werden von etwa 1000 mm² bis 2000 × 2000 mm² ausgeführt.

Die hydraulischen Wein- und Obstpressen (Kelterpressen) werden meist für etwa 30 bis 500 t Gesamtdruck, je nach der Größe, gebaut. Sie arbeiten mit verhältnismäßig geringem spez. Druck, da das Verhältnis zwischen Kolben- und Preßkorbdurchmesser stets kleiner als 1 ist. Diese Preßkörbe werden mit 500 bis 2000 mm Dmr. gebaut; sie sind meist ausfahrbar angeordnet. Der Preßdruck wird von oben oder unten gegeben. Die einfachste Bauart ist die in Profilleisen; ein Preßkorb sitzt in der Art eines Preßgefäßes auf dem durch den Kolben aufwärts bewegten Preßsteller, während der schwere Gegenstempel am oberen Querhaupt abgestützt ist. Eine solche mittlere Presse liefert bei Preßkörben von 1000 mm Innendurchmesser, 750 mm Höhe und 580 l Inhalt täglich bei zehnstündigem Dauerbetrieb etwa 9000 l Preßgut. Die kleineren und größeren Wein- und Mostpressereien in Mitteleuropa benutzen heute vorwiegend hydraulische Pressen.

Die hydraulischen Kakaopressen, Abb. 10, werden zur Herstellung von Kakaobutter benutzt. Häufig werden diese Pressen viersäulig in Stahlguß, Säulen und

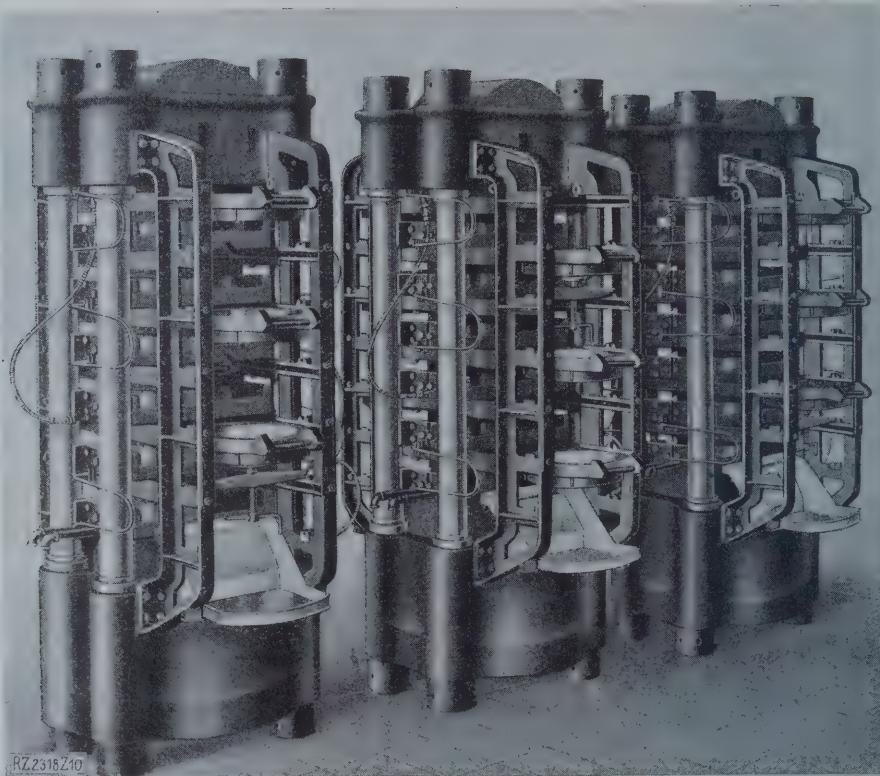


Abb. 10 (rechts)
Drei Kakaopressen
mit Druckwasser-
antrieb, gebaut
von Fritz Müller,
Eßlingen

Abb. 11 (links)
Teigwaren-
pressen
gebaut
von Werner &
Koch, Ka

Muttern in Schmiedestahl ausgeführt. Hier werden mehrere nach einer oder beiden Seiten ausfahrbare, unten und seitlich gut abgedichtete, mit besonderen Öffnungen für den Austritt der Kakaobutter versehene Preßtöpfe verwendet. Über jedem Topf ist ein an den Säulen geführter Preßstempel angeordnet. Die Preßstempel enthalten Kanäle, die durch Dampf geheizt werden. Auf der Seite der Presse arbeitet eine Ausstoßvorrichtung für die in den Töpfen verbliebenen Rückstände. Die Preßtöpfe erhalten rd. 7 bis 25 kg Inhalt. In einem Preßgang können im Höchstfall ungefähr 90 kg Kakaomasse verarbeitet werden. Derartige Pressen haben Kolben von etwa 300 bis 600 mm Dmr., Gesamtdrücke von 250 bis 800 t bei 320 bis 350 kg/cm² spezifischem Wasserdruck. Das entspricht hier spez. Drücken von ungefähr 330 bis 440 kg/cm² auf der Preßfläche.

Die hydraulischen Teigwarenpressen, Abb. 11, werden mit ausschwenkbaren Preßgefäßen (Teighafen) ausgeführt. Der auf der Knetmaschine oder auf dem Kollergang gefüllte, auf einem Teigwagen sitzende Teighafen wird an die Vorpreßseite der Presse gefahren und durch eine besondere Führung unter den dort angeordneten Vorpreßkolben gebracht. Es wird hydraulisch vorgepreßt. Ein Gegenhalter hält den im ausgeschwenkten Teighafen befindlichen Teig unter Druck, während die Presse arbeitet. Wenn hier das Pressen beendet ist, heben sich die Teighäfen selbsttätig von ihrem Sitz und werden um ein Kugellager geschwenkt. Der frisch gefüllte Teighafen wird durch zwei kräftige Anpreßzylinder auf den Tisch gepreßt. Im Preßtisch ist ein starker Heiz- und Tragrost angeordnet, auf dem die Form ruht, durch die der Teig gepreßt werden soll. Bei der Pressung wird der im Teighafen befindliche Teig durch die Form zu Makkaroni, Spaghetti und anderen Teigwaren gepreßt. Preßtisch und Teighafen sind mit Dampf oder elektrisch heizbar. Die nach unten fallende Ware wird durch einen Roll- oder Schwingtisch befördert. Seitlich des über dem oberen Querhaupt angeordneten Preßzylinders befinden sich die beiden Rückzugzylinder für den Preßstempel. Diese stehenden Teigwarenpressen werden für 100 bis 700 kg/h Leistung gebaut. Schnitt- und Suppenwaren werden meist in liegenden Pressen hergestellt. [B 2318]

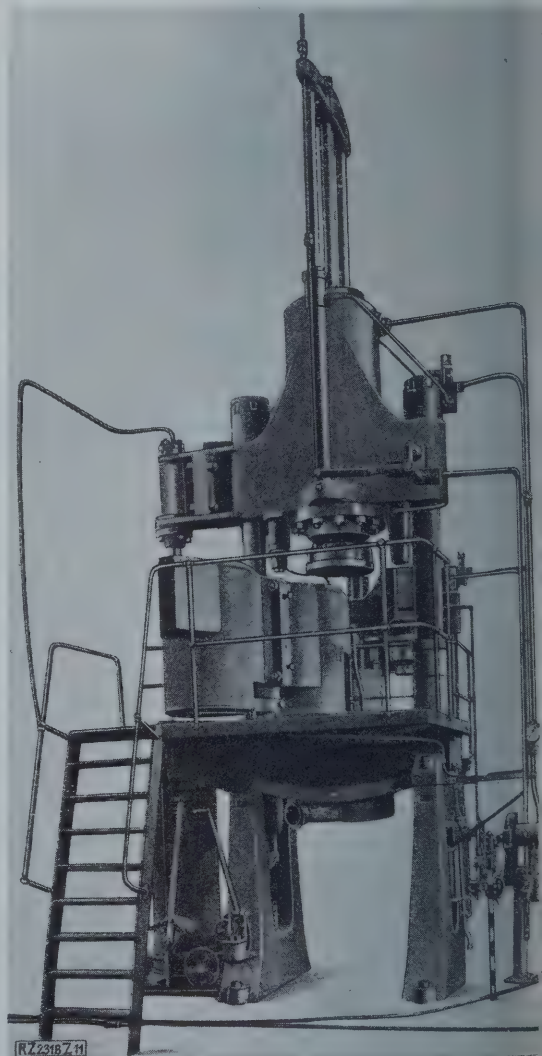




Abb. 1
 Doppelschrauben-Motorschiff „Freiherr vom Stein“

Die Doppelschrauben-Personenmotorschiffe „Freiherr vom Stein“ und „Beethoven“ der Köln-Düsseldorfer-Rheindampfschiffahrt

Von Direktor R. Schröter, Düsseldorf

Besondere Verwendungsmöglichkeit — Einrichtung und Maschinen der beiden je 1060 bzw. 600 Fahrgäste fassenden Motorschiffe, die für 16 bis 17 km/h Fahrgeschwindigkeit gegen den Strom gebaut sind.

Am 1. Mai 1827 nahm die am 11. Juni 1826 gegründete Preußisch-Rheinische Dampfschiffahrts-Gesellschaft in Köln, die sich im Jahre 1853 mit der errichteten Dampfschiffahrts-Gesellschaft für den Mittel-Rhein in Düsseldorf zur „Köln-Düsseldorfer Rheindampfschiffahrt“ zusammenschloß, den Per- und Güterdienst auf dem Rhein mit dem Seitenraddampfer „Concordia“ auf, dem am 8. Juni 1827 ein zweiter der gleicher Bauklasse, „Friedrich Wilhelm“, folgte. Während dieses 100jährigen Bestehens behielt das und nach schiffbaulich und maschinentechnisch mehr vervollkommnete Seitenradschiff und der maschinenantrieb die Alleinherrschaft, bis Anfang 1927 zwei neue Doppelschrauben-Personenmotorschiffe den Dienst aufnehmen, Abb. 1 und 2.

Man kann nun auch in hundertjähriger Erfahrung der Seitenraddampfer wegen seiner großen Deckflächen und geringen Tiefganges bei hoher Geschwindigkeit sich als geeignete Betriebsmittel für die Personenbeförderung auf dem Rhein erwiesen hat und seine gute Innen- und Fahrleistung bei Rückwärtsfahrt ermöglichen in der Talfahrt rückwärts gegen den Strom ohne Anhalten an den Landstellen anlegen zu können, so daß andererseits doch gezeigt, daß für gewisse Verkehre auch das Schraubenschiff seine Vorzüge und seine Einführung zur Notwendigkeit geworden ist. So konnten diese Schiffe den unmittelbaren Verkehr auf dem Main bis Frankfurt aufnehmen, so daß der bedeutende Platz auch im Personenverkehr an den

Rhein angeschlossen ist, was mit den vorhandenen Seitenradschiffen wegen der Schleusen- und Brückenabmessungen bisher nicht möglich war.

Motor-Fahrgastschiffe dieser Größe und Fahrgeschwindigkeit waren bisher auf dem Rhein noch nicht vorhanden. Die beiden neuen Schiffe stellen demnach einen bemerkenswerten Fortschritt im Flußschiffbau dar.

Besondere Schwierigkeit bei der Konstruktion boten die gestellten Bedingungen. Bei geringstem Tiefgang sollte die gleiche Geschwindigkeit wie bei dem bisherigen Seitenraddampfer, 16 bis 17 km gegen den Strom, erreicht werden. Ferner war die Höhe der Schiffe so zu bemessen, daß die vielen vorhandenen Landebrücken auch für das Anlegen dieser Schiffe benutzt werden konnten.

Nach gemeinsamem Entwurf mit der Reederei hat die Firma Chr. Ruthoff, Mainz-Kastel, den Bau des Schiffes

„Freiherr vom Stein“

Abb. 1, einschließlich Innenausstattung der Gesellschaftsräume sowie Einrichtung und Ausbau des Maschinenraumes ausgeführt, während die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg die Antriebsmaschinen geliefert hat.

Hauptangaben

Länge über alles	50,75 m
„ zwischen den Loten	47,5 „
Breite über Spanten	7 „
Seitenhöhe	2,9 „
Tiefgang betriebsfertig	1,2 „



Abb. 2
 Doppelschrauben-Motorschiff „Beethoven“

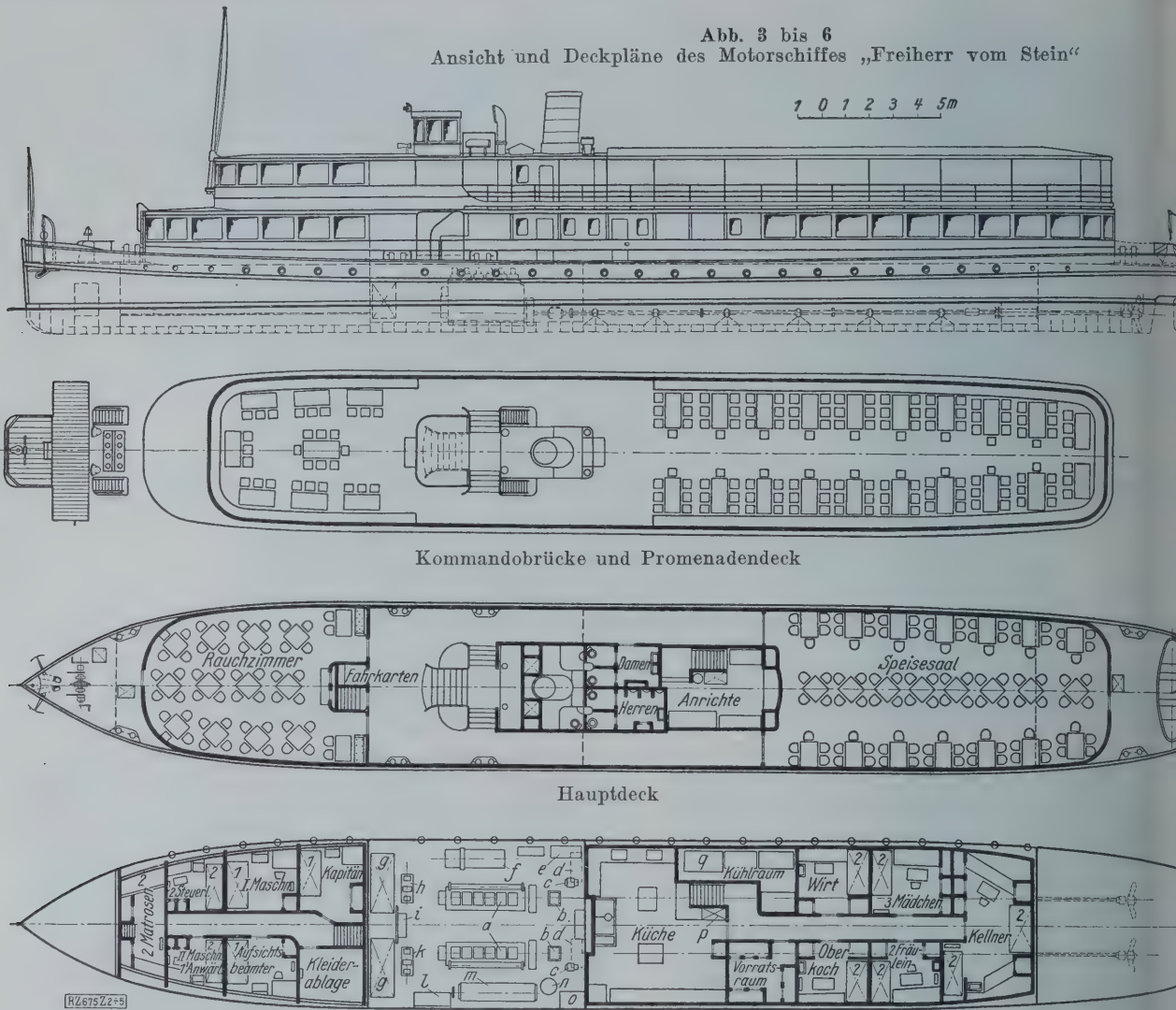


Abb. 3 bis 6
Ansicht und Deckpläne des Motorschiffes „Freiherr vom Stein“

Raumplan

- | | | | | |
|---------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|
| a Hauptmaschinen | e Akkumulatoren | h Aushilfs-Lenz- und | k Brennstoff- und | n Heizkessel |
| b Drucklager | f Dieseldynamo mit Hilfs- | Kühlwasserpumpen | Schmierölpumpe | o Bunker für Heizung |
| c Ansaugluftpumpen | kompressor | i Schalttafel | l Werktank | p elektrischer Speiselauf |
| d Schmierölbehälter | g Brennstoffbehälter | | m Ansaugluftflaschen | q Kühl- und Eismaschine |

Maschinenleistung 2×275 PS_e
Geschwindigkeit gegen den Strom 16 bis 17 km/h
„ mit dem Strom 29 „ 30 „
Zulässige Fahrgastzahl 1060.

Das Schiff ist als Doppeldeckschiff mit durchlaufendem Haupt- und Promenadendeck gebaut. Vier wasserdichte Querschotte teilen den Schiffskörper in fünf Abtei-

lungen, Abb. 3 bis 6. Im Bug liegt der als Materialausgebaute Kollisionsraum. Nach hinten anschließend folgen die zeitgemäß eingerichteten Wohnräume der Mannschaft. Mittschiffs ist der Maschinenraum angeordnet, über den nach oben ein geschlossener Gang bis über das Sonnendach führt, so daß eine Belästigung der Fahrgäste durch Ölgeruch ausgeschlossen ist.



Abb. 7
Küche



Abb. 8
Rauchzimmer, Ansicht von vorn nach hinten



Im Hinterschiff liegen die Wohnräume für das Wirtspersonal. Der wasserdichte Heckraum kann ebenso der Bugraum zum Trimmen des Schiffes benutzt werden. Beide sind zu diesem Zweck mit Flut- und Leitung versehen. Auf dem Hauptdeck befindet sich ein Rauchzimmer, Abb. 8, mit großen, zum Teil überlappenden Aussichtsfenstern, das für 56 Fahrgäste kleinen Tischen Platz bietet. Dann folgt der Vorraum zum Ein- und Aussteigen mit dem Aufgang zum Pro-Deck. Das Hinterdeck wird von dem Speisesaal, 9, eingenommen, der Raum für 100 Fahrgäste bietet allseitig mit großen, beweglichen Aussichtsfenstern versehen ist. Am vorderen Ende des Speisesaals befindet sich die Speisen- und Getränkeausgabe, die mit der Küche durch einen elektrischen Speisenaufzug verbunden ist. Das Promenadendeck erstreckt sich nahezu über die ganze Länge des Schiffes. Es ist ringsherum mit be-



Wegen des geringen Tiefgangs ist das Heck des Schiffes als Tunnelheck, Abb. 11, ausgebildet. Die beiden nach außen schlagenden, vierflügeligen Bronzeschrauben werden von je einer unmittelbar umsteuerbaren sechszyklindrigen, kompressorlosen Viertakt-Dieselmachine der MAN angetrieben, Abb. 12. Die Motoren haben 275 mm Zyl.-Dmr. bei 420 mm Hub und leisten 250 bis 280 PS_e bei 265 bis 300 Uml./min. Die jedem Motor angehängten Kühlwasser-, Lenz- und Schmierölpumpen können durch Verbindungsrohrleitungen gegebenenfalls auf den an-

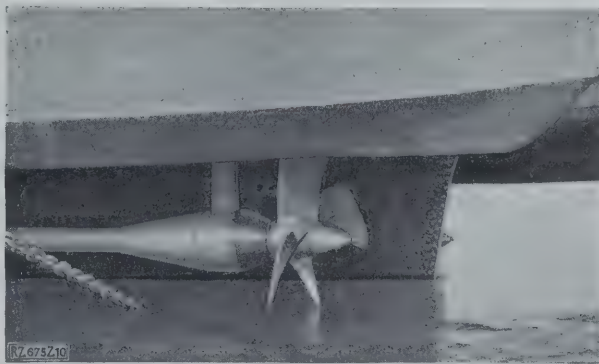


Abb. 11

A black and white photograph of a large industrial machine, possibly a steam engine or pump. The machine features a prominent flywheel on the left side, a large circular gauge or pressure indicator at the top, and various pipes, valves, and mechanical components. The machine is mounted on a sturdy base and appears to be part of a larger industrial system.

Abb. 12

Hauptmotor mit Manövrierstand

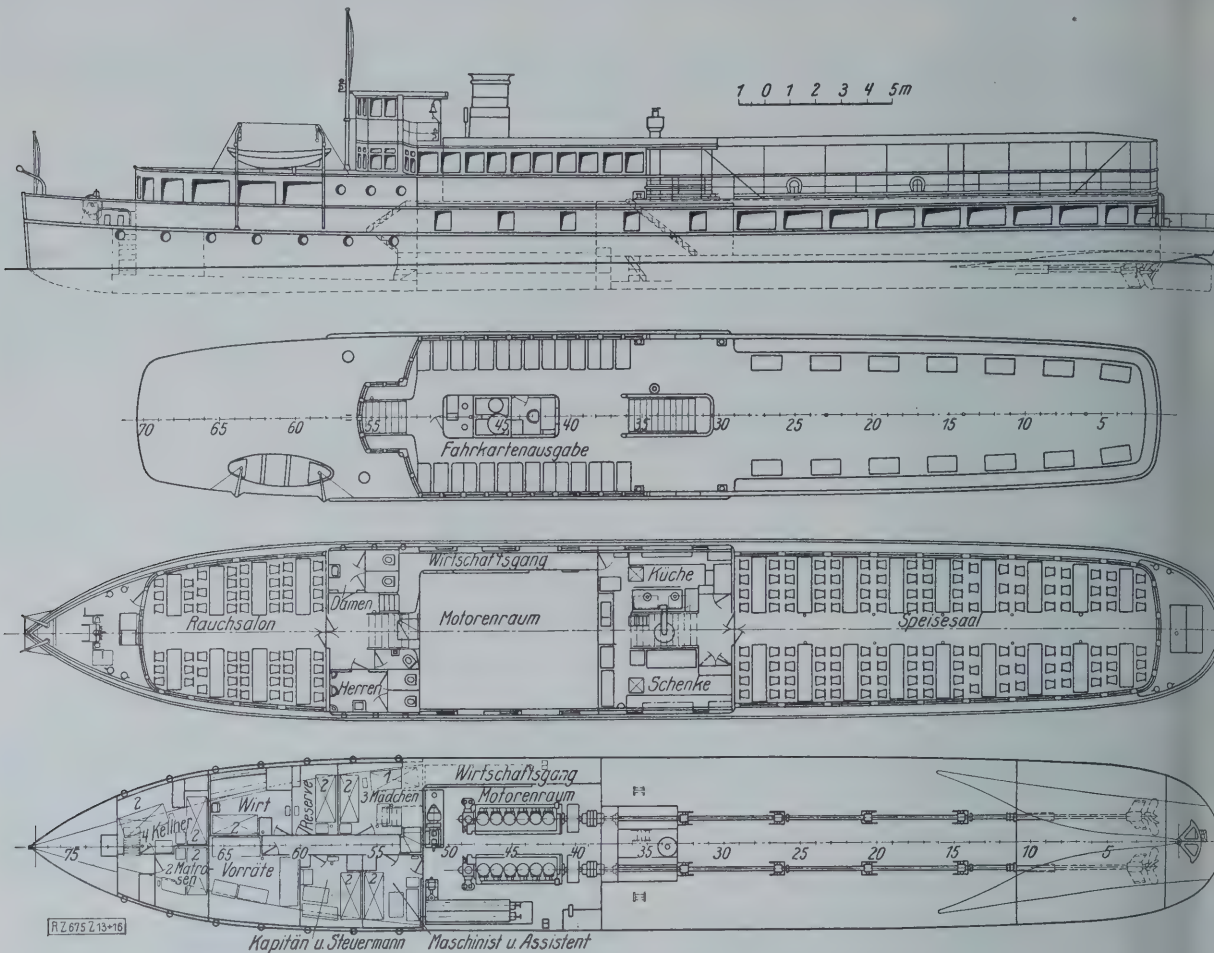


Abb. 13 bis 16
Ansicht und Deckpläne des Motorschiffes „Beethoven“

deren Motor geschaltet werden. Zwei Einscheibendrucklager, Bauart Chr. Ruthof, übertragen den Schraubenschub auf das Schiff. Die Druckluft zum Anlassen und Umsteuern wird von den beiden angehängten Kompressoren erzeugt und in drei Luftflaschen aufgespeichert, deren Inhalt für je 40 Maschinenmanöver ausreichen soll. Außerdem kann sie noch durch einen Hilfskompressor ergänzt werden, der durch einen zweizylindrigen Zweitakt-Vorkammer-Dieselmotor von 12 PS_e, Bauart Deutz, angetrieben wird.

Für die Beleuchtung des Schiffes und den Betrieb der Hilfsmaschinen dient ein 7,5 kW-Stromerzeuger, der ebenfalls von diesem Hilfsdieselmotor angetrieben wird. Die Abgase der Haupt- und Hilfsdieselmotoren werden durch die Auspufftöpfe im Schornstein ins Freie geleitet, auch sind die Entlüftungen der Brennstofftanks, der Akkumula-

torenatterie, der Küche und der Aborte bis über das Sonnenschutzdeck hochgeführt. Der obere Teil des Steins ist einziehbar.

An Hilfsmaschinen sind vorhanden: Je eine Auflen-, Kühlwasser- und Schmierölpumpe, sowie Brennstoff-Übernahmepumpe. Die Kühlschränke für den Speisesaal und Getränke im Kühlraum und in der Aborte durch eine elektrische AS-Kühlanlage der Brown, Boveri & Cie. A.-G., Mannheim, gekühlt. Akkumulatorenatterie von 2600 Ah, die mit dem Stromerzeuger selbsttätig geschaltet ist, gestattet jederzeit Abnahme von elektrischem Strom und die Abgabe von Spitzenleistungen. Sämtliche Fahrgasträume und Wohnräume der Schiffsbesatzung sind mit Warmwasserheizung versehen, die durch einen im Maschinenraum untergebrachten Heizkessel betrieben wird.

Der zweite Neubau ist das Motorschiff

„Beethoven“,

Abb. 2, das von der Firma Gebr. Sachsenberg, Roßlau, auf deren Filialwerft Köln-Deutz gebaut

Hauptangaben:

Länge über alles	47 m
„ zwischen den Loten	45 „
Breite über Spanten	6,8 „
Seitenhöhe	2,2 „
Tiefgang betriebsfertig	1,1 „
Maschinenleistung	2 × 260 PS _e
Geschwindigkeit gegen den Strom 16 bis 17 km/h	29 „ 30 „
„ mit dem	29 „ 30 „
Zulässige Personenzahl	600 (Sitzplätze)

Im Gegensatz zum Motorschiff „Freiherr vom Stein“ ist auf diesem Schiff der hintere Speisesaal versenkt gebaut; auch reicht das Promenadendeck nicht nach vorn, Abb. 13 bis 16. Die Gesellschaftsräume bieten Platz für 190 Fahrgäste.



Abb. 17
Heckschrauben des Motorschiffes „Beethoven“

ieses Schiff hat ein Balance-
das von Hand von der Kom-
brücke aus mittels in Kugel-
laufender Steuerleitung ge-
et wird. Abb. 17 zeigt die
elform und die Schrauben-
die als Haßsche Leitflächen
den Angaben der Star Contra
eller Co. ausgebildet sind.
antriebsmaschinen sind zwei un-
bar umsteuerbare, kompressor-
sechszylindrige Viertakt-Die-
schinen der Motorenfabrik
A.-G., Köln-Deutz, eingebaut
en, Abb. 18, die die beiden von
Firma Zeise gelieferten vier-
rigen Bronzepropeller antreiben.
haben 280 mm Zyl.-Dmr. bei
m Hub und leisten normal
Se, höchstens 288 PS_e; die
zahl beträgt 250 Uml./min.
S. Schiffe haben Hilfsdiesel-
en gleicher Bauart und die-
Anordnung der Pumpenanlage.
übrige Einrichtung gleicht im
n und ganzen derjenigen des
rschiffes „Freiherr vom Stein“.
[B 675]

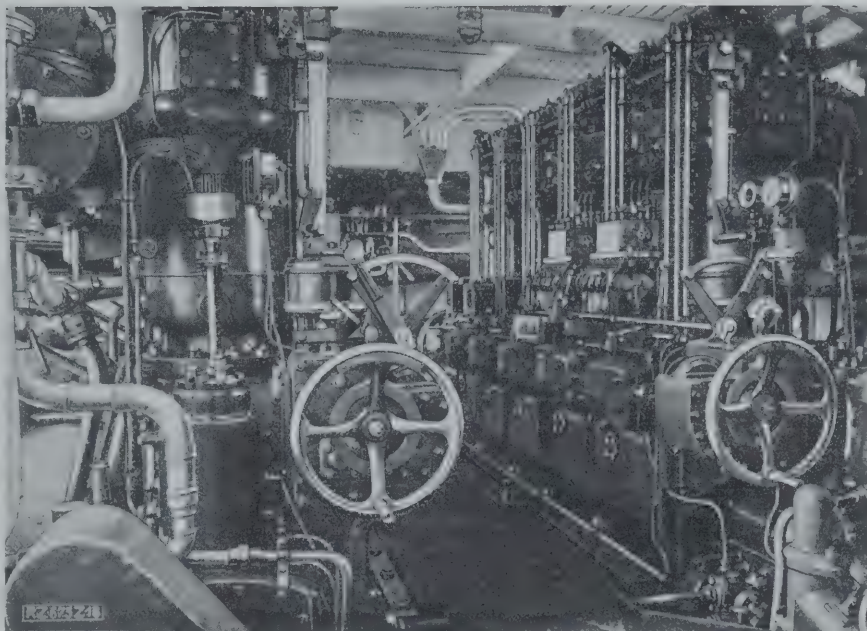


Abb. 18. Hauptmotoren und Manövriestand des Motorschiffes „Beethoven“

Spiegelbeleuchtung

Von J. Teichmüller, Karlsruhe i. B.

Der günstigste Ort für die zu einer Spiegelbeleuchtung zu verwendende Lampe läßt sich auf der Grundlage von theo-
retischen und praktischen Annahmen ziemlich eindeutig bestimmen. Das ist in dem folgenden Aufsatz gesehen.

ber die Grundsätze einer guten Spiegelbeleuchtung
habe ich mich zum ersten Mal im Jahre 1922
geäußert in einer Beschreibung der Lichttech-
nischen Ausstellung in Karlsruhe¹). Auf dieser Ausstel-
lung hatte ich eine Spiegelbeleuchtung so ausgeführt, daß
Besuchern vor allen Dingen der oberste Grundsatz
ermacht werden konnte: Nicht der Spiegel, sondern

ETZ Bd. 43 (1922) S. 610.

der sich spiegelnde Beschauer muß gut beleuchtet sein.
Über die Mittel, wie man sich gegen Blendung schützt,
hatte ich einige Bemerkungen hinzugefügt.

Wenn man diese Gedanken strenger durchdenkt,
kommt man zu der folgenden Konstruktion, nach der eine
Spiegelbeleuchtung auf der Lichttechnischen Ausstellung
eingerichtet war, die ich als Teil der Ausstellung „Die
neue Wohnung“ in Frankfurt a. M. im März und April
1927 veranstaltet hatte. Diese Beleuchtungsweise möchte
ich im folgenden beschreiben:

Voraussetzung ist, daß die Beleuchtung von einer
einzigen Lampe, die in der mittleren Normalebene des
Spiegels liegt, ausgehe. Der Konstruktion zugrunde ge-
legt werden 160 cm mittlere Augenhöhe eines erwachsenen
Menschen und die Annahme, daß der Abstand des Auges
vom Spiegel die Hälfte dieses Maßes, also 80 cm, beträgt.
Dieser Abstand ist passend, wenn der Beschauer — was
ich voraussetzen will — sich in ganzer Größe im Spiegel
betrachten will. Weiter wird angenommen, daß man im
Spiegel noch die auf eine Höhe von 185 cm erhobene
Hand des Beschauers will sehen können. Der Augen-
brauenwinkel (Blendungswinkel) wird, wie üblich, zu 30°
angenommen. Diese Größen bilden die Grundlage für
Abb. 1.

Das Auge des Beschauers befindet sich in A²), sein
Spiegelbild in A'. Die erhobene Hand befindet sich in B,
ihr Spiegelbild in B'. Die Verbindungslinie $\overline{AB'}$ trifft
den Spiegel in S₀₁, der Spiegelrand muß also mindestens
bis S₀₁ reichen. Die Höhe des unteren Randes S_u wird
bestimmt durch die Verbindungslinie $\overline{AF'}$, wobei F, dessen
Spiegelbild F' ist, etwas willkürlich in einem Abstände
von 20 cm vor dem Standpunkte des Beschauers ge-
wählt ist.

Über die Linie $\overline{AB'}$ wird ein Winkel von etwa 30°
aufgetragen, das gibt über $\overline{AA'}$ einen Winkel von etwa
39°, der auf 40° vergrößert werde. Der freie Schenkel
trifft die Wand im Punkt W. In dem schraffierten Raume

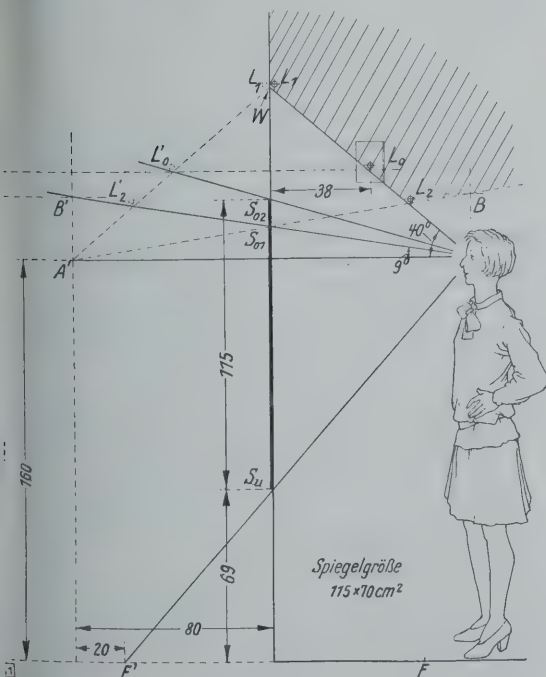


Abb. 1

Bestimmung der Spiegelhöhe und des Ortes für die Lampe

²) Der Buchstabe A ist im Auge anzunehmen.

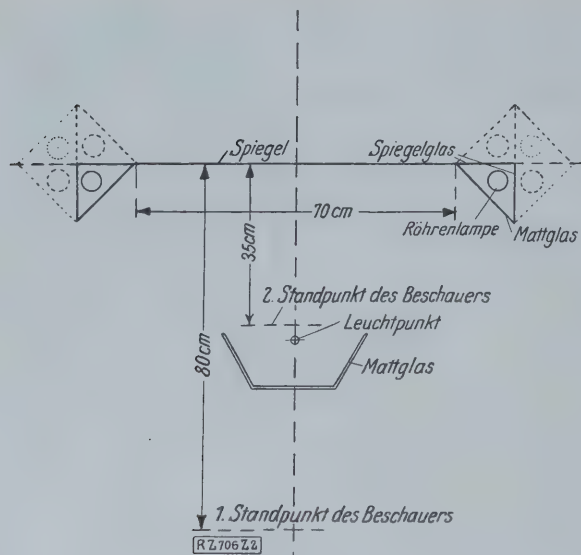


Abb. 2

Grundriß zu Abb. 1 nebst Anbringung von Seitenlampen

muß sich der Leuchtpunkt befinden. Der Raum wird begrenzt von den Linien \overline{AW} und $\overline{A'B}$; läge der Leuchtpunkt unterhalb von \overline{AW} , so würde das Auge beim Sehen nach der erhobenen Hand durch den Leuchtpunkt selbst geblendet werden, läge er unterhalb von $\overline{A'B}$, so würde das Spiegelbild des Leuchtpunktes blenden. Den für den Leuchtpunkt endgültig zu wählenden Ort findet man folgendermaßen:

Zur Beleuchtung des Beschauers dient der Leuchtpunkt selbst und sein Spiegelbild. Die Beleuchtung wird um so besser, je größer der Lichtstrom ist, der den Beschauer trifft; also muß der Raumwinkel, der vom Leuchtpunkt ausgeht und von der Oberfläche des Beschauers überspannt wird, möglichst groß sein. Für den Leuchtpunkt selbst wäre deshalb der beste Ort in unmittelbarer Nähe des Punktes W , nämlich L_1 , nicht aber für sein Spiegelbild L_1' ; denn der von L_1' kommende Lichtstrom muß durch die Spiegelfläche treten, ehe er den Beschauer erreichen kann; und von L_1' gelangt kein Strahl auf den Beschauer. Für das Spiegelbild wäre es am besten, wenn man es an den Kreuzungspunkt $\overline{AB'}$ und $\overline{A'W}$, also nach L_2' bringen würde, womit der Leuchtpunkt bei L_2 bestimmt wäre. L_2 ist aber dem Beschauer zu nahe, der genannte Raumwinkel ist zu klein oder — was ungefähr dasselbe bedeutet — die Strahlen fallen zu steil auf den Beschauer. Gegen die Wahl des Leuchtpunktes in L_2 spricht auch die praktische Erwägung, daß man Lampen nicht so nahe am Kopfe zu haben wünscht. Der Leuchtpunkt ist also zwischen L_2 und L_1 zu wählen, und zwar auf der Verbindungsgeraden; denn jeder andere Punkt in dem schraffierten Raume würde für die Beleuchtung ungünstiger sein. Zur endgültigen Bestimmung hilft die praktische, zwar nicht unbedingt, aber doch zweckmäßig zu erfüllende Forderung, daß man die Glühlampe zur Auswechslung noch ohne Hilfsmittel erreichen soll. Wir wählen deshalb 195 cm Höhe des Leuchtpunktes über dem Fußboden. Hierdurch ist der Leuchtpunkt bei L_0 festgelegt.

Wir sehen nun, daß die obere Begrenzung des Spiegels bei S_{01} noch geändert werden kann. Schieben wir die Grenze bis S_{02} , dem Schnittpunkte der Geraden $\overline{AL_0'}$ mit der Spiegelfläche, so haben wir zwei Vorteile erreicht, den einen, daß das Spiegelbild des Beschauers nach oben nicht so eng begrenzt ist, und den zweiten, daß mehr Licht vom Spiegelbilde des Leuchtpunktes auf den Beschauer fällt.

Der Benutzer des Spiegels ist nun noch gegen die Blendung beim Herantreten an den Spiegel zu schützen. Hierzu dient eine ebene, gebrochene oder gewölbte Glas- oder Mattglasscheibe nahe am Leuchtpunkt. Abb. 1 und 2 ist eine gebrochene Scheibe gezeichnet.

Die so erreichte Beleuchtung wird nun für die verschiedenen Benutzungen des Spiegels nicht ausreichen, vor allem dann nicht, wenn man, wie beim Rasieren, das Gesicht besonders deutlich sehen will. Hierfür sind ungeachtet der Gesichtshöhe noch je eine Lampe an den Seiten des Spiegels anzubringen. Diese Lampen müssen das Gesicht unmittelbar beleuchten, deshalb eine unbedingt blendungsfreie Leuchtdichte haben und drittens selbstständig den Lichtstrom möglichst gut ausnutzen. Die Erfüllung der dritten Bedingung ist gefährdet, wenn man die nackte Lampe mit einer streuend durch eine Glocke umgibt oder wenn man Opalglühlampen verwendet; denn dabei geht ein Teil des Lichtstromes verloren, besonders durch das trübe Glas. Bringt man dagegen Lampen, in diesem Fall am besten Soffitten- oder Röhrenlampen, wie in Abb. 2 an, so erleidet sowohl der Lichtstrom der Lampe selbst als der von ihrem Spiegelbilde ausgehende Lichtstrom nur einmal die Verluste im trüben Glas.

Die Lampen können unmittelbar vor dem Spiegel an seinem linken und rechten Rande, angebracht werden. Dann wird aber die Spiegelfläche an dieser Stelle beträchtlich verkleinert. Deshalb ist es besser, wenn man sie ziehen, besondere Geleuchte neben dem Spiegel anbringen. Diese Wandgeleuchte bestehen aus einem Stück Spiegelglas in der Ebene des großen Spiegels und unter 45° gestellten Matt- oder Opalglas. Stellt man ein Stück Spiegelglas senkrecht zum ersten, so hat man dreimalige Spiegelung der Glühlampen, also das dreimalige Lampenbild und damit vergrößerte Lichtwirkung in der Richtung auf den sich Spiegelnden. Die Anbringung des zweiten Spiegels unter 30° würde ein weiteres Lampenbild hervorrufen und die Lichtwirkung weiter steigern. Der Beschauer wird sich dem Spiegel bei dieser Art der Benutzung im allgemeinen entgegen genähert haben, etwa auf 35 cm, wie es in Abb. 2 gezeichnet ist.

Vorstehendes sollte nur das Grundsätzliche über die Spiegelbeleuchtung mitteilen. Es ist selbstverständlich, daß besondere Umstände besondere Anordnungen erfordern. So wird z. B. die Beleuchtung des Spiegels bei einem Friseur, wo der das Haar einer anderen Person ist als der Beschauer, etwas einzurichten sein. Die Grundgedanken bleiben aber dieselben. [B]

Berichtigungen

Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, Bau und Werkstoffprüfung im Leichtbau

Abb. 13, Textblatt 16, des Aufsatzes von H. S. in Nr. 43 dieser Zeitschrift enthält eine Erläuterung der Unterschrift, die folgendermaßen lauten muß: „Die Kaltbehandlung hervorgerufenen Werkstoffspannungen sind durch gelindes Ausglühen beseitigen.“

Der Zusatz, daß auch bestimmte mechanische Behandlungen die Spannungen beseitigen, bezieht sich auf die Schlußfolgerungen aus dem Aufsatz von G. Sachs, Z. (1927) Nr. 43, insbesondere S. 1512, linke Spalte. [I]

Das Schätzen des Eigengewichtes von Fachwerkbrücken

In Z. Bd. 70 (1926) S. 1332 ist in der Mitte der linken Spalte der Wert für das Eigengewicht des Fachwerkes infolge eines Druckfehlers nicht richtig angegeben worden.

Es muß heißen: $Q = P \frac{fl}{t - fl}$. Entsprechend lautet die letzte Gleichung

$$Q = \left(P_v - 9 \frac{M}{l} \right) \frac{fl}{t - fl} \quad [N]$$

Cityplan und Hochhäuser in Chicago

Von Ing. Gustav R. Gehrandt, Chicago-Evanston

Vorgetragen am 31. August 1927 in Chicago vor deutschen Architekten und Ingenieuren¹⁾

Die planmäßige Ausgestaltung Chicagos namentlich in verkehrstechnischer Hinsicht wird beschrieben. Der Wettbewerb der Hochhäuser untereinander führt bei Umbauten zu Lösungen von bemerkenswerter Kühnheit.

Der amerikanische Städtebau hat in seiner Entwicklung einen andern Gang verfolgt als der europäische. Während in Europa die Städte sich um einen zentralen Punkt, eine Kirche oder eine Kirche herum aufbauten, waren die amerikanischen Städte an den Küsten zunächst Eingungshäfen mit einer später sich stark entfaltenden Einfuhr- und -ausfuhr. In dem Maße, wie das Land immer mehr erschlossen und besiedelt wurde, entstanden schneller Reihenfolge Eisenbahnknotenpunkte, von denen Chicago mit seinen 28 einlaufenden Eisenbahnlinien das bedeutendste Beispiel ist.

Das schnelle Wachsen der Bevölkerung und die Erhebung des Landes hatten den größten Einfluß auf die Entwicklung der Städte. 1800 belief sich die Einwohnerzahl der Vereinigten Staaten auf rd. 5 Mill. Chicago war zur Zeit eine Niederlassung von einigen wenigen Indianern, die unter dem Schutz des Fort Dearborn einen Handel mit den Indianern trieben. An der Stelle des Forts befindet sich heute ein Wolkenkratzer, dessen Grundfläche allein mit 60 000 \$ auf 1 m Straßenfront ist.

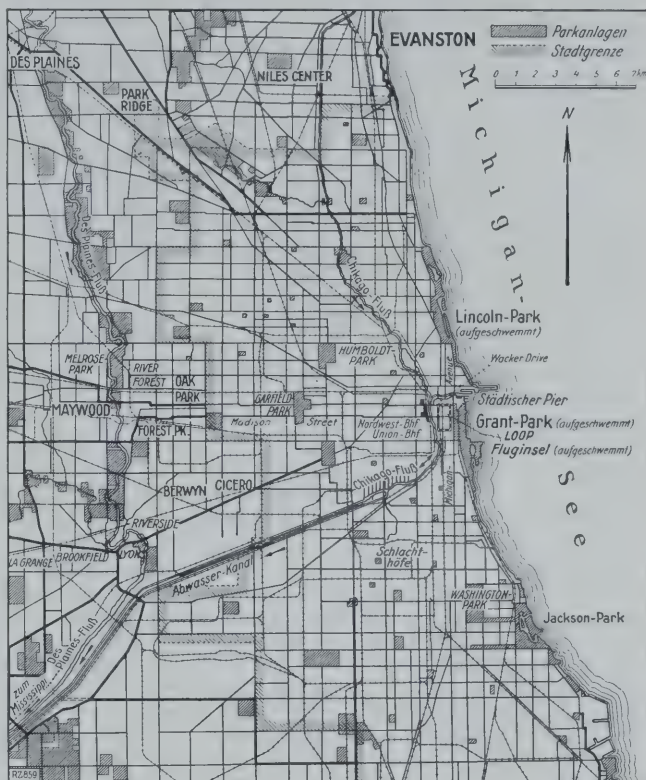
Chicago entwickelte sich zunächst im Anfang des 19. Jahrhunderts noch sehr langsam. Es wurde 1833. Erst 1840 trat Chicago zum ersten Male bei der Zählung mit etwas über 4000 Einwohner auf den Karten. Mit dem Einlauf der ersten Eisenbahn in Chicago, kam eine lebhaftere Bewegung in die Entwicklung der Stadt, bereits 1860 waren über 100 000 Einwohner vorhanden, und heute dürfte sich die Bevölkerung Chicagos auf rd. 4 Mill. belaufen. Die Eisenbahn sicherte nachdem sie einmal hier Fuß gefaßt hatte, ganz bedeutende Grundstückflächen, mit deren Besitz sie sofort einen großen politischen Einfluß.

Die Lage nicht zu großer Entfernung von den Toren Chicagos an der Mississippi vorbei, der mit seinen vielen Schiffen ein Gebiet durchläuft, das sich sehr bald zu Korn- und Fleisckammer der Welt entwickeln konnte. So entstand hier ein großer Getreide- und Fleischhandel mit seinen großen Kornkammern und Viehhöfen. Die wirtschaftliche Einteilung des Mississippigebietes, das vom Alleghany-Gebirge bis zu den Rocky Mountains von Kanada bis zum Golf von Mexiko erstreckt, ist eine ausgedehnten Eisenbahnbau. Chicago als der Mittelpunkt all der vielen Eisenbahnlinien verleiht sich zum typischen Eisenbahnknotenpunkt. So liegt hier mitten im Herzen der Stadt große Güterhöfe, deren Ursprung auf eine Zeit zurückzuführen ist, als Chicago noch eine unbedeutende Provinzstadt war. Hier schon seit Jahren ist Chicago keine reine Eisenstadt mehr; wir haben hier eine bedeutende Eisen- und Maschinen-, Maschinen- und elektrotechnische Industrie, die größte Zusammenballung von allen möglichen Industriezweigen. Ferner ist die Stadt der Knotenpunkt eines Verteilungssystems, das von St. Paul bis zu dem Rocky-Gebirge reicht.

Der „Chicago Plan“

Die Gesamtbautätigkeit Chicagos steht seit ungefähr 1900 unter dem Einfluß des sogenannten „Chicagoer Planes“. Dieser Plan wurde in der Zeit von 1905 bis 1909

von der Norddeutsche Lloyd hatte in Verbindung mit dem Verbande der Architekten- und Ingenieurvereine, dem Bund deutscher Architekten, der Freien deutschen Akademie des Städtebaues und der Vereinigung technischer Oberbeamten deutscher Städte zu einer technischen Studienfahrt nach den Vereinigten Staaten von Amerika auf. Hundert Architekten und Ingenieure nebst fünfzehn Damen nahmen an der Reise teil. Dabei war nicht New York, sondern Chicago, die lebende Hauptstadt der Mittelstaaten, der sehenswerteste Ort der Reise. Dort hielt auch Herr Gehrandt, ein in Deutschland gebürtiger und in Charlottenburg ausgebildeter Ingenieur, einen Vortrag über die Entwicklung seiner neuen Heimatstadt und berichtete über das Arbeitsgebiet, den Hochhausbau, bei dessen Entwicklungsvorwiegend mitwirkt.



----- Hochbahnviereck „Loop“
----- Staatsstraßen 1. Ordnung
----- Eisenbahnen
----- Hauptstraßen der Stadt
Lageplan Chicagos

auf Kosten des „Commercial Club“ von den Architekten Daniel H. Burnham und Edward H. Bennett gearbeitet. 1909 wurde dieser Plan der Stadt Chicago als Geschenk überreicht. Die Folge davon war die Ernennung der „Chicago Plan-Commission“, deren Aufgabe es war, den Stadtbehörden von Zeit zu Zeit zu empfehlen, welche Teile des Planes ausgeführt werden sollten. Die Vorschläge dieses Planes sind folgende: rd. 320 km Straßenverlängerungen, -verlängerungen und -verbesserungen; vollständiger Umbau der gesamten Einrichtungen für den Personen- und Güterverkehr; Schaffung ausreichender Häfen; Umgestaltung des gesamten Förderwesens nach neuzeitlichen Gesichtspunkten, Park- und Hafenentwicklung längs den Küsten des Michigan-Sees; Bau eines neuen Postamtes auf der Westseite zwischen dem Union- und dem Nordwestbahnhof, wo über 60 vH der gesamten Post Chicagos ankommen; schließlich die Schaffung und Erwerbung eines Waldgürtels, der die gesamte Stadt vom Süden bis zum Norden umgibt. Von diesem Plan ist bereits ein bedeutender Teil fertiggestellt.

Mit der Ausführung des Chicagoer Planes geht der Umbau der Bahnhöfe Hand in Hand. Das Zentrum von Chicago wird durch die Loop (Schleife) umschlossen, d. i. ein Hochbahnviereck (vergl. den Stadtplan), von dem Linien für den Ort-, Nah- und Fernverkehr strahlenförmig ausgehen. Den beiden großen Neubauten des Nordwest- und des Unionbahnhofs an der Westseite der Loop werden ein weiterer an der südwestlichen Ecke und ein anderer an der südöstlichen Ecke folgen.

Angesichts des Umstandes, daß an jedem Arbeitstage Umgehungs- und Durchgangstraßen zu helfen. 1911, bevor

mehr als 1 Mill. Fußgänger die „Loop“ durchheilen, versucht der Plan, mit Straßenerweiterungen, Doppeldeckstraßen, Umgehungs- und Durchgangsstraßen zu helfen. 1911, bevor die Michigan-Avenue erweitert wurde, fuhren täglich 9800 Fuhrwerke über eine alte Drehbrücke. An ihrer Stelle sieht man heute eine zweistöckige Klappbrücke, die in der gleichen Zeit von 75 000 Fuhrwerken benutzt wird; das bedeutet eine Zunahme von über 750 vH. Mit dieser Brücke wurde auch die erste zweistöckige Straße „Wacker Drive“ ausgeführt. Ebenso wurden an dieser Stelle auf die Vorschläge des Planes hin viele Hochhäuser ausgeführt.

Was die Zunahme der Verkehrsmittel in einer Stadt wie Chicago zu bedeuten hat, wird daraus klar, daß man nach den bisherigen Erfahrungen mit einer Verdoppelung der Fahrzeugzahl in der Loop nach weiteren 10 Jahren zu rechnen haben wird. Um diesen Verkehr zu bewältigen, dürften meiner Meinung nach nur zweistöckige, drei- und vierstöckige Straßen mit dazu gehörigen Untergrundbahnen einen Ausweg bieten, oder aber man läßt das eigentliche Geschäftsviertel sich mehr in die Breite ausdehnen.

Der Chicagoer Plan schlägt ferner die Schaffung von drei Kraftwagen-Gürtelstraßen vor, die die Stadt in drei Halbkreisen von rd. 19, 32 und 64 km Halbmesser umgeben und die die sämtlichen von der Stadt ausstrahlenden Straßen fächerartig verbinden. Ferner sind bereits 1400 ha Waldgürtelfläche erworben und dem Publikum zur Verfügung gestellt.

Der Hochhausbau

Die Wolkenkratzer entstanden aus dem Bestreben heraus, den eigentlichen Geschäftsbezirk der Stadt immer mehr zusammenzudrängen. Die notwendige Folge davon war die Erhöhung der Bodenpreise und eine weitere Vermehrung der Stockwerke der Geschäftshäuser. Das große Publikum verhielt sich zunächst diesen hohen Häusern gegenüber ablehnend; es glaubte, daß derartige Häuser von 55 und mehr Stockwerken in sich zusammenfallen würden oder daß der Wind sie umblasen würde oder die Aufzüge versagen würden u. a. m. Um die Wolkenkratzer volkstümlich zu machen, ging man schließlich so weit, die Geschäftsräume in diesen Häusern dem Publikum mietfrei anzubieten; dieses Mittel schien zu helfen; heute kann sich das amerikanische Publikum eine neuzeitliche Geschäftstadt ohne Wolkenkratzer gar nicht mehr vorstellen.

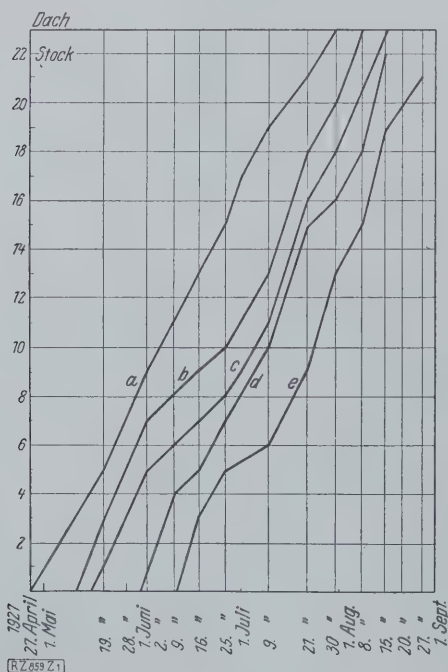
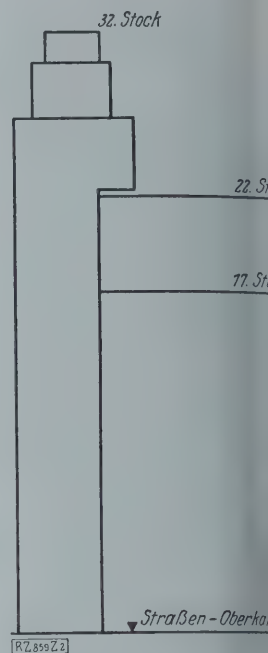


Abb. 1

Bauzeiten verschiedener Konstruktionsteile
beim Neubau der Chicagoer Staatsbank

a Stahlgerüst b Schalung c Beton
d Decken e Steine

Abb. 2
Erhöhung des Roanoke-Hauses vom 17. bis zum 22. Stock und Anbau eines Turmes



Diese Hochhäuser sind in ihrem Bau wie in Betrieb industrielle Unternehmungen, und die damit verbundenen Aufgaben müssen dementsprechend gelöst werden. Man ist natürlich zu jeder Zeit bestrebt gewesen, die Bauzeit der Hochhäuser immer mehr zu verkürzen, Bauherr doch so schnell wie möglich Gewinn aus Unternehmen herauszuschlagen will. In Abb. 1 sind Bauzeiten der Stahlkonstruktion, der Betonierung der Decken und der Außenmauern mit Steinverblendung des Neubaus der Chicagoer Staatsbank angegeben. Dies sind keine Rekordleistungen sind, so überragen sie den Durchschnitt.

In den letzten sieben Jahren sind nun in Chicago außerhalb der Loop zahlreiche Hochhäuser gebaut worden, die alle sehr viel eleganter und bequemer als die Häuser in der Loop eingerichtet waren. Um diesen Wettbewerb zu begegnen, hat man alte Hochhäuser durch Umbau und Erweiterung den neuzeitlichen Anforderungen angepaßt. Dies hat in einigen Fällen zu sehr achtlichen Konstruktionsaufgaben geführt.

So haben die Eigentümer des Roanoke-Hauses beschlossen, ihr siebzehnstöckiges Haus auf 22 Stockwerke zu erhöhen und einen Turm anzubauen. Die Grundsätze waren stark genug für solche zusätzlichen Belastungen. Für den Turm wurde ein Nachbargrundstück erworben. Dieses hatte aber nicht die genügende Grundfläche, wurde denn der Turm vom 22. Stockwerk an über das bestehende Haus ausgeführt, Abb. 2.

Bei der First National Bank handelte es sich um bedeutende Umänderungen, die auch heute noch nicht abgeschlossen sind. Als diese Bank, die zu den ältesten der Stadt gehört, vor ungefähr zehn Jahren von anderen Banken überflügelt wurde, beschloß die Leitung, die alten Gebäude von Grund aus nach neuzeitlichen Gesichtspunkten umzugestalten. Durch den Erwerb von angrenzenden Gebäuden kam die Bank in den Besitz eines Blockes, der ungefähr einen halben Straßenblock breit und von zwei Parallelstraßen östlich und westlich begrenzt war. Dieser Häuserblock sollte zu einem einzigen vereinigt werden und die beiden Hauptbankhallen im ersten und zweiten Stockwerk sowie das Panzergewölbe im Erdgeschoß von der Dearborn- bis zur Clarkstraße geführt werden. Hierzu kam noch die vollständige Erneuerung der alten Kraft- und Lichtanlage und der Aufbau einer elektrischen Anlage von 7000 PS, der gänzliche Umbau und Neubau der Personen- und Güteraufzüge, die Neueinrichtung verschiedener Stockwerke, die Anlage des zweiten Erdgeschosses und vollständige Neueinrichtung sämtlicher Bankbetriebe.

Eine Hauptbedingung für diesen Umbau bestand darin, daß weder der Bankbetrieb noch die vielen Inhaber

F. Marguerre

R U N D S C H A U

Aus dem Ausland

Gießerei

Internationaler Gießereikongreß in Paris

Unter der Leitung des Vorsitzenden des Vereins französischer Gießereifachleute, Léon Thomas, wurde in den Tagen vom 7. bis 10. September im Ausstellungspark der Stadt Paris der diesjährige internationale Gießereikongreß abgehalten, zu dem über 2000 Fachleute aus fast sämtlichen westeuropäischen Staaten erschienen waren. Allein aus Deutschland hatten sich etwa 160 Fachleute eingefunden. Sie wurden von den französischen Fachgenossen sehr freundlich aufgenommen. Man bemühte sich, auch durch gesellschaftliche Veranstaltungen, an denen die miterschiedenen Damen teilnahmen, den Gästen den Aufenthalt in Paris so angenehm wie möglich zu machen. Mit dem Kongreß war eine Gießereifachausstellung verbunden, über die ein besonderer Bericht folgt.

Die Verhandlungen

Nach der Begrüßung der Kongreßteilnehmer durch Léon Thomas brachte M. Rospy, der Präsident des internationalen Gießereiausschusses, in längeren Ausführungen den Dank der Erschienenen gegenüber den Veranstaltern des Kongresses zum Ausdruck. Anschließend begrüßte M. Juppeau, Generalinspekteur für das technische Unterrichtswesen, namens des französischen Unterrichtsministeriums die Versammlung. Im Verlauf der Tagung wurden eine große Anzahl wissenschaftlicher Vorträge von bekannten Fachleuten der verschiedenen Nationen sämtlich in französischer Sprache gehalten, auf deren Inhalt im folgenden kurz eingegangen werden soll.

Als erster sprach H. Magdalénat von der Société des Usines de Rosières, zweiter Vorsitzender des französischen Gießereifachvereins, über Mechanisierung des Gießereibetriebes. Ausgehend von der großen Bedeutung, die dem gelernten Former auch bei der maschinellen Herstellung der Formen beizumessen ist, und der Notwendigkeit, stets für einen gut ausgebildeten Formernachwuchs zu sorgen, spricht er des Näheren über die Bandarbeit, die Formmaschinen, die mechanische Sandaufbereitung usw. und weist darauf hin, daß vor Einführung kostspieliger Maschinen- und Förderanlagen genau zu überlegen sei, ob sich das dafür aufgewandte Kapital auch verzinsen ließe. Man solle sich durch die amerikanischen Erfolge nicht den Blick für das in Europa Wirtschaftliche trüben lassen: die Verhältnisse lägen hier eben ganz anders als drüben. Es müßte vorerst eine viel weiter gehende Normalisierung der Gußteile und eine größere Spezialisierung der einzelnen Gießereien eingetreten sein, bevor man zur Bandarbeit übergehen könne. Man solle der französischen Industrie lieber tüchtige Männer als Maschinen wünschen, immerhin müsse man sich aber doch zur Normalisierung entschließen, die der Mechanisierung voranzugehen habe.

Es folgte ein Vortrag von Giulio Sirowich, Professor an der Kgl. Ingenieurschule Rom, über Untersuchungen und Eigenschaften der Gießereisande. Nach einleitenden Ausführungen über die einzelnen Bestandteile der Formsande werden als Grundforderungen für grüne Formsande — nur diese werden behandelt — Feuerbeständigkeit, Durchlässigkeit und Festigkeit aufgestellt und die Verfahren angegeben, mit denen die Feststellung dieser Eigenschaften möglich ist. Sie sind im allgemeinen in Deutschland bereits bekannt¹⁾. Die Ergebnisse der verschiedenen Versuchsreihen waren in einer großen Zahl von Tafeln, Kurven und Mikrophotographien niedergelegt. Auch synthetischer Formsand wurde in den Kreis der Betrachtungen gezogen. Zum Schluß werden die Ergebnisse zusammengefaßt in den Bemerkungen, daß die heutigen Versuchsverfahren eine genaue Kenntnis der Eigenschaften der verschiedenen Formsande zu vermitteln vermögen und daß die Herstellung eines synthetischen Formsandes nicht nur ermöglichen, sondern auch in allen den Fällen empfehlenswert machen, wo Sand in einer Zusammensetzung, wie sie das Gießen einwandfreier Stücke verlangt, nicht zur Verfügung steht.

Professor Girardet, Saint-Dié, behandelte die einfachen und raschen Verfahren zur Prüfung der mechanischen Eigenschaften und des Gefüges von Gußstücken. Nachdem der Vortragende auf die Notwendigkeit einer dauernden Überwachung der

Gußzeugnisse als Voraussetzung für die gleiche Güte der Lieferungen einer Gießerei hingewiesen machte er Mitteilungen über die von ihm benutzten Prüfverfahren. Nachdem die Stücke zunächst auf einwandfreies Aussehen und richtige Abmessungen untersucht sind, erfolgt unter Verwendung an Probestäben zunächst die Prüfung auf Scherfestigkeit, Brinellhärte und Stoßwiderstand. Eine notwendige Ergänzung zu diesen Versuchen bilden mikroskopische Gefügeuntersuchungen. Sämtliche Untersuchungsergebnisse sind laufend in vorgedruckte Tabellen eingetragen. In den untersuchten Probestäben sind 15 mm lang bei 5,65 mm

J. T. Goodwin, der Vorsitzende der englischen Gruppe erläuterte die Verwendung von Kohlenstoff im Grauguß vom Standpunkt des Gießers gesehen.

Dr. Schütz, Leipzig, sprach als Vertreter der deutschen Gießereitechnik über das Graphiteutektikum im Grauguß. In eingehenden Ausführungen und der Hand vieler Schlibbilder, Zustandsdiagramme und Kurven berichtete er von seinen langjährigen Versuchen und Erfahrungen über die Beeinflussung des Gußeisens durch den Graphit. Als deren Ergebnis wird festgestellt, daß man mittels Ausscheidung des Kohlenstoffes ein eutektisches Zustand eine bedeutende Verbesserung des Gußeisens erhält, daß aber die Gießereitechnik manche Aufgabe zu lösen hat, bis auf diesem Wege der höchste Grad der Verbesserung dieses Werkstoffs erzielt werden kann. In absehbarer Zeit wird man einen Grauguß herstellen können, dessen metallisches Gefüge genau so wie das des Stahls beeinflußt werden könne²⁾.

Die amerikanische Fachgruppe war durch den Vortrag der Westinghouse Electric Mfg. Co., Pittsburgh, vertreten, der das Thema Einfluß von Stahlzusätzen im Hochofen auf die Eigenschaften der Masseln behandelte. Als Vorzugsergebnis aus dem Zusatz von Stahlschrott beim Hochofenbetrieb wurden genannt: eine Verringerung des Koksbedarfs um etwa 30 vH, eine Vergrößerung der Hochofenerzeugung von 60 vH und eine Erhöhung des Heizwertes der Gichtgase; diesen stehen die Nachteile gegenüber, die sich ergeben aus den Störungen, die durch die Beimengungen der Sonderstähle und ihre Oxydation entstehen und der Ungleichmäßigkeit des Ofenerzeugnisses. Aus letztergenannten Grunde tritt besonders bei großen Stücken aus solchem Roheisen vielfach die Neigung zum Entstehen von Rissen auf. Daher gehen die Gießereien der Vereinigten Staaten von Amerika in zunehmendem Maße dazu über, die Gußstücke auszuglühen, um die Spannungen zu beseitigen.

Um die bestehenden Schwierigkeiten zu beheben, haben die Vereinigten Staaten von Amerika eine Arbeitsgemeinschaft von Hochofenwerken mit zwei Unterassessoren des Vereins amerikanischer Gießereifachleute gebildet.

Der Vertreter des französischen Marineministeriums, Chefingenieur Le Thomas legte zusammen mit dem russischen Chefingenieur einen Bericht über ein eigenartiges Beispiel von Wärmebehandlung des Eisens vor. Es handelte sich um eine massive Gußwelle von 2000 mm Länge, 560 mm Dmr. mit auf 8 verstärkten Flanschen, die zum Auswuchten von Turbinen für einen Kreuzer verwendet werden sollte. Die Welle wurde stehend in Lehmform gegossen. Unter dem Gewicht der flüssigen Eisenmasse hatte die Form nachgegeben, so daß ein Teil des Eisens ausfloß, der durch Zugießen wieder ersetzt wurde. Nach der Erstarrung ließ man die Welle in Querschnitt gebildet: eine äußere Zone der Formwand erstarrte, eine innere, später erstarrte Zone trennte die beiden Grenzzone. Obwohl das gesamte Gefüge aus derselben Schmelzung herrührte, zeigte die Struktur im erstarrten Stück sehr verschiedene Gefüge. Die äußere Zone zeigte das Schlibbild Graphit, Perlit und Ferrit, ein perlitisches Gefüge lag nicht vor; innen waren Graphit und Perlit in großen Lamellen und Phosphideutektikum zu sehen; nur hier zeigte sich ein kennzeichnendes lamelläres Gefüge, allerdings muß es wegen der großblättrigen Struktur schlecht bezeichnet werden. Der erste Guß war stabil, der zweite metastabil erstarrt; denn im ersten Falle hatte sich ein schnelles, im zweiten um langsame Abkühlung daher auch die groben Perlitblätter, während der Gefügebau der Randzone durch das Wiederanwärmen der bere-

¹⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 543.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 582.

Außenteile durch das nachgegossene flüssige Eisen ist. Das Beispiel zeigt, daß die Eigenschaften des Gusses durch Wärmebeeinflussung nach der Erstarrung erheblich verändert werden können.

Thomas machte weiter Mitteilungen über das Untersuchungsbureau einer Gießerei, in der die Organisation der Gießerei der französischen Marine zu Indret bekanntgab, durch die höchste Pünktlichkeit bei bestem Gußzeugnis und genauerang der Liefertermine erreicht wurde.

Tocheport, Gießereileiter der Société de Constructions Métalliques, Dax, behandelte die Gießereileitung, wobei er auf Grund der bei seiner Firma erhaltenen zahlreichen Vordrucke ein zweckmäßiges Kaltschmelzverfahren für eine Gießerei entwickelte, die sich Herstellung von kleineren und mittleren Gußstücken, Guß und Eisenbahnkleinguß befleißigt.

Gautard, technischer Leiter der Fonderies de la Courneuve (Seine) behandelte das Zerlegen schwerer Schrotstücke, wie es bei der Gießerei vorgenommen wird. Die Stücke zerteilt man schnell mittels Hand- und Exzenterbrecher, wobei zwei Stützen aufgelegt werden. Die Brecher wurden durch Elektromotoren angetrieben. Für größere Stücke werden Fallwerke benutzt; erforderlichenfalls sind sie an einer Laufkatze aufgehängt. Hubmagneten werden, um die Stücke bequem unter den Fallbären zu bringen, zerbrochen wieder fortschaffen zu können. Die Stücke werden in die Hüttensohle versenkt angeordnet, um das Umherfliegen der Bruchstücke zu vermeiden. Bei der Untersuchung unter 150 mm liegen, wendet man das autogene Schmelzen mittels Azetylen-Sauerstoffbrenners oder das Schmelzen mittels verdichteten Sauerstoffes an. Die Spannungen, die infolge einseitiger Erhitzung des gehärteten Werkstoffes entstehen, während der Abkühlung gehalten wird, können zum Bruch des Stückes führen. z. B. bei gehärteten Stahlwalzen großer Abmessun-

gen große Stücke zertrümmert man durch Sprengen mit Luft, Dynamit usw. in Gruben, die zum Schutz gegen Ausbreitung sind und durch armierte Betonabgedeckt werden. Genaue Wirtschaftlichkeitsberechnungen ermöglichen den Vergleich der bei den verschiedenen Verfahren entstehenden Kosten. Sie sind naturgemäß örtlichen Verhältnissen abhängig.

Portevin, Professor an der höheren Gießerschule Paris, sprach über die Untersuchung des Aufbaues der Nicht-Eisenlegierungen und ihre Anwendung in der Gießerei. Aus der Entstehung des Gefüges beim Erkalten und den Kennzeichen seines Aussehens wies er darauf hin, daß Metallegierungen im Gegensatz zu den Eisenlegierungen hinsichtlich des makroskopischen und mikroskopischen Gefügebildes keinen Unterschied zeigten. Bei den Eisenstücken aus diesen Stoffen genügt die Untersuchung mit bloßem Auge, bei gewalzten oder geschmiedeten dagegen Lupe oder Mikroskop zu Hilfe genommen werden. Maßgebend für die Beurteilung seien die Korngröße und die Menge der Körner auf die Einheit sowie ihre Form und ihre allgemeine An-

ordnung. Hauptpunkte, durch die die Kristallisation und in dem auch das Gefüge des Metallgusses beeinflusst werden: die Bewegung der flüssigen Schmelze während der Erstarrung, die Geschwindigkeit der Abkühlung, die physikalischen Eigenschaften der Legierungsmetalle und der Verlauf von der Gießtemperatur bis zur Erstarrung. Im einzelnen werden diese Einflüsse näher betrachtet und hieraus die entsprechenden Ergebnisse für den Bau des Metallgießers gezogen.

Auftrage des tschechoslowakischen Fachvereins hielt Dr. K. Professor der Technischen Hochschule Brünn, Vortrag über das Prüfen von Grauguß. Anhand von ausgiebigen Tafel-, Schaubild- und Skizzen wurden die Ergebnisse zahlreicher und vielseitiger Zugversuche kritisch betrachtet und ihre Beziehungen zueinander dahin zusammengefaßt, daß sich Zugversuche durch Scherversuche ersetzen lassen. Durch sie erhält man Mittelwerte, die am Gußstück selbst gewonnen werden, unabhängig von den mancherlei Zufälligkeiten, die sich bei Zugversuchen nicht immer ganz vermeiden lassen. Ferner erscheinen dem Redner unter den verschiedenen Methoden zur Feststellung der Biegefestigkeit, durch Zugversuche die Elastizität des gegossenen Werkstoffes festgestellt werden kann, der deutsche und der amerikanische zweckmäßigsten. Er zieht den amerikanischen dieser wegen seiner geringeren Länge homöomorph als der etwa doppelt so lange deutsche Stab.

Man könne die Brinellprobe zwar als Maßstab für die Homogenität eines Stückes wohl gut verwenden, nicht aber als Mittel zur Berechnung der Zugfestigkeit.

Durch alle diese Versuche erhält man aber leider keinen Aufschluß über die inneren Spannungsverhältnisse der Gußstücke. Ein solcher läßt sich nur durch technologische Untersuchungen gewinnen, die sich der Art der Stücke jeweils anpassen müßten. Am einfachsten sind Schlagversuche, denen die ganzen Stücke oder Teile von ihnen zu unterwerfen sind, indem jedes Stück eine bestimmte Anzahl von Schlägen bestimmter Stärke aushalten muß.

P. Hermann und Frl. H. Henguin, Ingenieure der Waffenfabrik Herstal-Cey-Liège, legten namens des belgischen Fachvereins ihre Arbeit über einige Untersuchungsverfahren und Eigenschaften verschiedener Graugußarten vor. Behandelt werden: Brinellversuche, Zerreißversuche, Scherversuche, Biegeversuche, Druckversuche, Kerbschlagversuche und Gefügeuntersuchungen. An einer großen Anzahl von Schlichtbildern, Kurvenblättern und Zahlentafeln werden dann die Versuchsergebnisse erörtert. Auch die Einflüsse der Wärmebehandlung auf die mechanischen Eigenschaften des Gußeisens werden behandelt. Zusammenfassend wird zum Schluß als Ergebnis der Versuchsreihe festgestellt, daß die Härte durch den Perlitgehalt und seine Verteilung in höherem Grade beeinflusst wird, als durch das Graphitnetz, die mikrophotographische Untersuchung ein sicheres Verfahren darstellt, um die Temperaturentwicklung beim Herstellen des Gusses zu erkennen und damit Schlüsse auf seine mechanischen Eigenschaften zu ziehen, daß die chemische Analyse ein Vorausbestimmen dieser Eigenschaften nicht gestattet, wohl aber eine wertvolle Ergänzung der mikrophotographischen Bilder darstellt, daß der Kerbschlagversuch schließlich die sicherste Auskunft über die Festigkeitsverhältnisse gibt und zur genauen Prüfung eines Gußstückes die Untersuchung sich gleichzeitig auf Härte, Kleingefüge, chemische Zusammensetzung und Kerbschlagfestigkeit zu erstrecken hat.

R. Lemoine, Professor an der Höheren Gießerschule Paris, behandelte die Anwendung des Elektroofens in der Graugießerei und die Duplex-Verfahren. Als Vorteile des Elektroofens werden angeführt: die Möglichkeit, eine bestimmte chemische Zusammensetzung der Schmelze zu erreichen, was im Kuppelofen mit Sicherheit nicht möglich ist, das Erreichen einer Gießtemperatur, die dem jeweiligen Bedürfnis entspricht, und die Entschwefelung, die beliebig weit getrieben werden kann bis auf Spuren dieses Elements. Die Wirtschaftlichkeit hängt vom Strompreis ab, wobei allerdings auch die besondere Güte der Erzeugnisse, die einen höheren Verkaufspreis erzielen läßt, mit in Betracht zu ziehen ist.

Weiter wird das Aufkohlen von Stahleinsätzen kleiner Abmessungen mittels Koks oder Anthrazit im Elektroofen behandelt, wodurch ein Guß mit einem Höchstkohlenstoffgehalt von 2 vH erreichbar ist. Dies Verfahren erscheint für Frankreich unter entsprechenden Strompreisverhältnissen deshalb wirtschaftlich, weil Stahlabfälle nur etwa ein Drittel so teuer sind wie Gießereiroheisensorten.

Beim Duplex-Verfahren wird das Eisen zunächst in einem Kuppelofen bei möglichst hoher Temperatur geschmolzen, wobei man bereits nach dem gewünschten Kohlenstoffgehalt des Gußstückes streben sollte. Da die Schmelze in dem Elektroofen entschweifelt wird, kann man im Kuppelofen ohne weiteres schwefelhaltigen Koks, z. B. den von den Gasanstalten gelieferten billigen, verwenden. Die Schmelze wird in den Elektroofen gegeben, wo man durch entsprechende Zusätze dem Eisen die gewünschte Zusammensetzung gibt und es auf die erforderliche Gießtemperatur bringt. Der Stromverbrauch hängt von den Charakteristiken des Ofens und von der Führung der Schmelzung ab, er kann, bezogen auf das Enderzeugnis, 300 kWh/t erreichen, während es unter gewissen Umständen gelingen ist, mit 150 bis 180 kWh/t auszukommen. Die mitgeteilte Wirtschaftlichkeitsberechnung fällt zugunsten des Duplex-Verfahrens aus.

Der zweite Teil des Vortrages beschäftigt sich mit der Herstellung von Sondergußeisensorten im Elektroofen nach dem Duplex-Verfahren. Es kommen in Frage: Gußeisen sehr hoher Festigkeit, schmiedbarer Guß mit weißem und schwarzem Kern, andre Spezialgußsorten und Stahlguß.

Bei der vielseitigen Verwendbarkeit des Elektroofens und der Möglichkeit, mit ihm ohne Schwierigkeit Eisenlegierungen beliebiger Zusammensetzung zu erschmelzen, wird seine Benutzung besonders dann, selbst bei höheren Strompreisen, noch für wirtschaftlich gehalten, wenn es sich um hochwertigen Guß handelt und wenn nach dem Duplex-Verfahren gearbeitet wird.

A. Lévi, Direktor der Schmieden und Gießereien St. Nicolas, Révin, sprach über die erblichen Eigen-

schaften des Gußeisens. Hierunter wird die Tatsache verstanden, daß es gewisse dem Gußeisen eigentümliche Eigenschaften gibt, die es bei einer oder mehreren Schmelzungen beibehält und die von seiner chemischen Zusammensetzung unabhängig sind. Als Ergebnis wird in längeren Ausführungen festgestellt, daß die Festigkeit des Gußeisens vor allem von der Größe und der Verteilung der Graphitlamellen über den Querschnitt abhängig ist und hierauf die erbliehen Eigenschaften des Gußeisens beruhen.

F. Renaud erörterte den Einfluß des Aluminiumoxyds auf den Guß von Aluminium. Nach einigen allgemeinen Betrachtungen über den Umstand, daß sich gegossenes Aluminium mit einer feinen Oxydschicht bedeckt, die er als innere Oxydation bezeichnet gegenüber einer äußeren, die dadurch entsteht, daß Teile dieser Oxydationsschicht beim Gießen mit in die inneren Teile des Gußstücks gespült werden, geht der Redner näher auf diese Erscheinung ein. Als Hauptmittel zu ihrer Verhütung werden mehrere Arten von Eingüssen und Eingußverfahren bekanntgegeben, wobei eine Reihe von Skizzen zum Verständnis der Ausführungen herangezogen ist. Zusätze zur Auflösung dieser Oxydteile in der Schmelze zu geben, kann nicht empfohlen werden, da sie in ihren Auswirkungen den Guß ihrerseits wieder nachteilig beeinflussen, vielmehr soll man die Ursachen, die zur Oxydation führen, durch geeignete Formgebung der Gußstücke, zweckmäßige Anordnung der Eingüsse und Steiger, richtige Gießtemperatur und Gießgeschwindigkeit und Beeinflussen der Abkühlung zu verhindern trachten. Die Betrachtungen erstrecken sich auf eine Aluminiumlegierung mit 92 vH Al.

In einem zweiten Vortrage behandelte P. Lemoine den Elektroguß von Kupferlegierungen. Die in Frage kommenden Elektroöfen werden kritisch beschrieben, und zwar zunächst die mit Tiegel: Fitzgerald (1905), Baily (1914), Hoskins (1916), Helberger, Morgan. Sie kommen nach Ansicht des Redners für industrielle Metallgußzwecke nicht in Betracht, weil hochwertige Legierungen sich ebensogut in Elektroherdöfen schmelzen lassen und die Tiegel leicht zu Bruch gehen, außerdem teuer sind, so daß sie die Schmelzkosten erhöhen. Die Herdöfen werden in Widerstand-Strahlungsöfen, Lichtbogenöfen und Induktionsöfen eingeteilt. Von den Widerstandöfen wird auf die von Hoskins (1914), Baily, General Electric Co. und Rennerfeldt eingegangen, von den Lichtbogenöfen auf den einfachen Ofen mit unmittelbarem Lichtbogen, der bisher nur zum Schmelzen von Monometall gebraucht wurde, und auf die mit mittelbarem Lichtbogen von Stassano in fester und kipprarer Ausführung, über die Ergebnisse von Schmelzversuchen mit den verschiedensten Kupferlegierungen mitgeteilt werden. Eine verbesserte Form des kippbaren Stassano-Ofens ist der Detroit-Ofen, von dem gleichfalls Versuchsergebnisse vorgelegt werden. Als Vertreter der Induktions- und Niederfrequenzöfen behandelt der Vortragende den Ajax-Wyatt-Ofen und berichtet über Schmelzversuche an einem solchen Ofen. Schließlich weist er noch kurz auf die Hoch- und Mittelfrequenz- und die Drehstromöfen hin.

Zusammenfassend wird festgestellt, daß zum Schmelzen von Kupferlegierungen in erster Linie nur die kippbaren Lichtbogenöfen verwendet werden sollten. Bei großen Metallgießereien mit ununterbrochenem Schmelzbetrieb leisten auch die Niederfrequenz-Induktionsöfen gute Dienste.

Als letzter Redner sprach noch einmal Le Thomas, und zwar über einige Eigenschaften von Sonderlegierungen mit Nickel und Mangan. Er gab Versuche bekannt, die in den staatlichen Marinewerkstätten von Indret mit diesen Rohstoffen angestellt worden sind, und zwar mit dem Zweck, festzustellen, wie sich die mechanischen Eigenschaften bis zu einer Temperatur von 500° veränderten. Zahlentafeln, Gefügebilder und Kurvenblätter ergänzen die gemachten Ausführungen. Auf die Bedeutung der Desoxydation für die Güte der Legierungen wird besonders hingewiesen, namentlich die große Widerstandsfähigkeit der Sonderlegierungen mit starkem Gehalt an Nickel und Mangan gegen Anfrassung hervor gehoben. Selbst bei Temperaturen bis 400° zeigen sie keine Anfrassungserscheinungen.

An den vier Kongreßtagen war außer bei den Vorträgen anschließend an das gemeinsame Frühstück, das nach Sondergruppen getrennt in drei Sälen stattfand, Gelegenheit zu fachwissenschaftlicher Unterhaltung geboten. Außerdem hielten die Vertreter der einzelnen Nationen kurze Sondersitzungen ab, die in erster Linie der allgemeinen Unter richtung über die Veranstaltungen des Kongresses dienten.

Am letzten Tage wurde die offizielle Sitzung der Internationalen Kommission der Gießereifachvereine unter Vorsitz ihres bisherigen Präsidenten Rospy abgehalten. Als sein Nachfolger für das kommende Jahr wurde Dr.-Ing. S. Werner, Düsseldorf, gewählt. Als nächster Tagungs-

ort für den internationalen Gießereikongreß wurde Lona bestimmt, wo im April 1928 getagt werden soll.

Den Schluß des Kongresses bildete ein offizieller Bankett im Hôtel Palais d'Orsay unter dem Vorsitz des Unterrichtsministers Edouard Herriot, der in allen Teilnehmern mit größtem Beifall aufgenommen wurde. In seiner Rede sprach er besonders betonte, wie sehr er es begrüße, daß die Vereinigung von Männern der Wissenschaft unter der verschiedenen Nationen zur Erörterung von bedeu tenden Fragen ihrer Fachgebiete das wirtschaftliche Band zwischen den Kulturen miteinander verbinde, immer fester werden werde.

Besichtigungen

Die Großindustrieunternehmen von Paris hatten den Kongreßteilnehmern Gelegenheit zur Besichtigung ihrer Gießereien gegeben, die rege ausgenutzt wurde. Es kamen etwa 20 Unternehmen in Frankreich, die die Gießereimaschinenfabrik Ph. Bonville, E. Ronceray, Choisy-le-Roi, und das Citroën-Werk, die weltbekannte Kraftwagenfabrik, mit ihren neuen nach amerikanischem Vorbild erbauten Gießereien Clichy wohl den stärksten Besuch aufzuweisen. Über die letztere, die ganz auf Fließarbeit eingerichtet ist, wird in dieser Zeitschrift demnächst besonders berichtet werden.

Etwa 120 Teilnehmer fanden sich im Anschluß an den Kongreß dann noch zu einer sehr aufschlußreichen und regen Studienreise zur Besichtigung einiger nordfranzösischer Gießereien zusammen. Es wurden besucht: Die Werke und Wohlfahrtseinrichtungen des durch den großen Eisen- und Maschinenfreund Godin 1846 gegründeten Unternehmens Le Familistère, Guise, das sich in erster Linie mit der Herstellung von Heizvorrichtungen aller Art beschäftigt, und die Unternehmungen der Hauts-Fourneaux, Forges et Fonderies de Denain et Anzin, Denain bei Valenciennes, wo die Werke der Hochöfen, Thomaswerk, Martinwerk, die Werke und Gießereien der Firma befinden. Sie wurden in fast ganz zerstört und sind auf Reparationskonto weitergeführt worden. Am gleichen Ort die Werke der Française de Constructions Mécaniques, seit 1846 in der Folge der Société Cail, deren Gründung auf das Jahr 1806 zurückgeht. Die Firma befaßt sich mit dem Bau von Maschinen, Eisenbahn-Güter- und Personenwagen, Konstruktionen, Kranen und Einrichtungen für Zuckerfabriken. Auch dieses Werk wurde nach dem Kriege neu aufgebaut und eingerichtet.

Der letzte Tag galt dem Besuch von Lille, wo die Teilnehmergesellschaft zunächst durch den Vorsitzenden des Kongresses, den Herrenverbandes von Nordfrankreich in dem Lesesaal der Universität eingeleitet wurde. Er gab eine kurze Übersicht über die Schicksale dieses Industriebezirks in den letzten Jahrzehnten und schilderte die Bemühungen für seinen Wiederaufbau nach dem Kriege.

Mit einer Kraftwagenfahrt durch das nähere Umfeld der Stadt wurde die Besichtigung der Werke von Fives-Lille verbunden. Namentlich die Modellfabrik und die große Stahlgießerei zeichneten sich durch ihre neuzeitliche Anordnung der Gebäude und Einrichtungen ganz besonders aus.

Ein gemeinschaftliches Mittagessen bildete den Abschluß der Reise. Im Anschluß daran reisten die Teilnehmer in ihre Heimat zurück; wohl ausnahmslos nahmen sie den besten Eindruck sowohl von dem Kongreß als auch von der Studienreise mit nach Hause. [N 907]

Hamburg

Elektrische Bahnen

Elektrische Zugförderung bei der Great Northern-Eisenbahn

Auf dem zwar kurzen (39 km), aber durch seine schwierigen Betriebsbedingungen bedeutsamen Abschnitt nahe dem Kaskadengebirge der Great Northern-Eisenbahn werden neuartige Umformerlokomotiven eingesetzt, die mit 11 000 V und 25 Per./s zugeführt werden und den Gleichstrom zum Speisen der Triebwerke umgewandelt wird. Diese Strecke der Great Northern-Eisenbahn hat ihren schwierigsten Abschnitt bei der Überquerung des scharfgeschnittenen Kaskadengebirges zu überwinden.

Diese nur eingleisig ausgeführte Strecke bedingt sehr ungünstigen klimatischen Verhältnisse im Winter, ausgedehnter und kostspieliger Schneeschutz-Kunstwerke. Der Kamm des Gebirges wird von dem 4,5 km langen, kadentunnel in 1000 m Höhe über dem Meere durchquert. Dieser hat 17 vT mittlere Steigung und wurde der außerordentlichen Schwierigkeiten des Dampftriebes bereits im Jahre 1909 auf elektrischen Betrieb umgewandelt und zwar mit Drehstrom von 6600 V bei 25 Per./s

wohl Störungen nicht auftraten, erwies sich der Be-
it seinen hohen Kosten als unwirtschaftlich. Hinzu-
daß die Steilrampe auf der Seite, auf der sich bis-
er Verkehr mit Dampflokomotiven abwickelte, mit
eingleisigen Betrieb nicht mehr genügte. Hier be-
sich eine 35 km lange Dauersteigung von 22 vT,
leich zahlreiche scharfe Krümmungen aufweist. Für
förderung eines Zuges von 2500 t Gewicht über das
engebirge braucht eine 250 t schwere „Mikado“-
omotive mit 29 300 kg Dauerzugkraft für den ersten
langen, sanft steigenden Abschnitt von Seattle bis
ish 5½ h. In Skymish werden z w e i 260 t schwere
Mallet-Lokomotiven von 35 600 kg Dauerzugkraft
Zug eingeschaltet, die ihn in rd. 3 h über die 35 km
Steilrampe befördern. In Tye, an der westlichen
mündung, werden die Dampflokomotiven durch Dreh-
lokomotiven, und zwar je zwei an der Spitze und in
te des Zuges ersetzt, die in 22 min durch den Tunnel
Für die folgende wesentlich flachere Talfahrt
e Dampflokomotive wieder in Dienst.

gen der Überlastung der eingeleigten Strecke und wirtschaftlich hohen Kosten des Drehstrombetriebes der Umbau dieser Strecke und die Einführung des Drehstrombetriebes auf der westlichen Steilrampe durchzuführen. Die gewählte Betriebsart mit hochgespanntem Drehstrom-Wechselstrom von 25 Per./s und Umformung auf Gleichstrom in Gleichstrom wird zwar selten verwendet, aber für die Wahl dieser Stromart war die Rücksicht auf die Einrichtungen der stromliefernden Kraftwerke, die der Eisenbahngesellschaft nicht gehören, entscheidend.

Die neuen Lokomotiven, Abb. 2, Bauart Baldwin, bestehen aus je zwei mechanisch und elektrisch gleichartigen 1 D 1-gekuppelten Fahrzeugen. Diese Lokomotive wiegt 357,5 t, ist 29,8 m lang und hat eine Zugkraft von 40 400 kg bei 25 km/h. Die Leistung pro Lokomotiveinheit beträgt rd. 5150 kW bei 60 km/h Geschwindigkeit. Diese Lokomotiven sind bisher die größten ihrer Art. Der Drehstrom von 110 kV und 50 Hz wird von der Puget Sound Light & Power Co. geliefert, nachdem er in Umformerwerken in Dreiphasen-Wechselstrom von 25 Per./s umgeformt worden ist.

Störungen zu vermeiden, werden die Signalanlagen, her mit Gleichstrom betrieben wurden, auf Dreh- von 6000 V und 60 Per./s umgestellt, die Fernspre- chen teils als Kabel, teils von der Strecke entfernt. Infolge des Antriebes der Frequenzumformer der erke und der Stromerzeuger auf den Lokomotiven Synchronmotoren kann der Leistungsfaktor des auf $\cos \varphi = 1$ erhalten oder dem Strom kann eine ung erteilt werden.

der Einführung des elektrischen Betriebes wurde der Bau eines neuen Kaskadentunnels aufgenommen. Die großen Betriebschwierigkeiten ebenfalls verringern. Dieser neue Tunnel wird bei einer Länge von 10,5 km nach Fertigstellung der längste Eisenbahntunnel in den Vereinigten Staaten sein. Der gegenwärtige, 18,5 km lange Tunnel mit 17 vT mittlerer Steigung liegt 150 m über dem Meeresspiegel, während der neue, rd. 150 m tiefliegende Tunnel, die Strecke um 12 km verkürzt und im Winter stark verschneiten Kamm des Gebirges gänzlich vermeidet. („Railway and Locomotive Engineering“ Bd. 39 (1926) S. 313) [M 121]

ndorf [M 121]
Günther



Neue Doppeldeck-Straßenbahnwagen

Während sich die Doppeldeck-Kraftomnibusse in den letzten Jahren in einer ganzen Reihe von Großstädten in großem Umfang eingeführt haben, ist die Entwicklung des Doppeldeck-Straßenbahnwagens stark zurückgeblieben. Gegenwärtig beschränkt sich seine Verwendung merkwürdigerweise vornehmlich auf England und ein oder zwei Städte in Südafrika.

Dem Doppeldeckwagen wird vielfach zum Vorwurf gemacht, daß er infolge seines größeren Fassungsvermögens auch eine entsprechend längere Zeit zur Abfertigung auf den Haltestellen erfordere. Das ist aber nur bei ungünstiger Anordnung der Ein- und Ausstiegstellen der Fall. Werden diese für beide Stockwerke getrennt und mit der gleichen Breite wie beim normalen Wagen ausgeführt, so kann auch in der Abfertigung gegenüber diesem keine nennenswerte Verzögerung eintreten. Neuere Bauarten von Doppeldeck-Straßenbahnwagen und -Kraftomnibussen beweisen dies vollauf. Als wesentliche Vorteile der Doppeldeck-Bauart bleiben demgegenüber bestehen bei gleichem Fassungsvermögen die geringere Länge und das geringere Gewicht. Je nach der Anordnung der Einstiegsstellen und der Treppen zum oberen Stock kann man zwei Bauarten unterscheiden: Bei den englischen Doppeldeckwagen wird, wie auch bei den Berliner Doppeldeckomnibussen, ein Einstieg und eine Treppe an der hinteren Plattform bevorzugt, eine Anordnung, die die größte Zahl von Sitzplätzen unterzubringen gestattet, aber an Haltestellen mit gleichzeitigem größerem Ein- und Aussteigeverkehr einen etwas längeren Aufenthalt bedingt als die amerikanische Bauweise des getrennten Ein- und Ausstieges mit zwei Treppen, die aber die Preisgabe mehrerer Sitzplätze fordert.

Wird die Treppe so geführt, daß ihre Benutzung auch während der Bewegung des Wagens möglich ist, also während des Anhaltens und des Anfahrens, so entfällt jeder Grund für einen längeren Aufenthalt eines Doppeldeckwagens gegenüber einem einstöckigen. Der Wagen kann dann auch durchaus die gleiche Reisegeschwindigkeit er-



Abb. 2. Umformer-Doppellokomotiven für die Great Northern-Eisenbahn

reichen wie der einstöckige. So haben die Straßenbahnwagen in Johannesburg, wo nur Doppeldeckwagen benutzt werden, eine Reisegeschwindigkeit von 17 km/h, während englische Netze mit ungünstigen Streckenverhältnissen in verkehrsreichen Straßen eine solche von 15,5 bis 16 km/h haben. Die Erfahrung hat gelehrt, daß sich bei gut durchgearbeiteten Konstruktionen ein ruhiger Lauf der Wagen sowie eine große Standsicherheit erreichen läßt, so daß ein Umkippen oder Umgeworfenwerden durch Sturm zu den größten Seltenheiten zählt. Infolge der meist ungünstigen Witterungsverhältnisse herrscht die Bauart mit geschlossenem Oberdeck vor. Allgemein wird dabei das Oberdeck für Raucher bestimmt.

Die Vorteile, die eine neuzeitliche Bauart des Doppeldeck-Straßenbahnwagens bietet, werden durch zwei neue Ausführungen deutlich gezeigt, die von der Metropolitan-Straßenbahn in London in Dienst gestellt worden sind. Die eine Bauart wurde von der Straßenbahngesellschaft selbst, die andre von der London General Omnibus-Gesellschaft in Anlehnung an die Bauweise und Erfahrungen mit Doppeldekkomnibussen entwickelt. Der Wagen der Straßenbahngesellschaft zeigt die Vereinigung von Stahl- und Holzbauart mit stahlbewehrten Holzträgern (Eiche und Esche). Damit zwischen zwei einander begegnenden Wagen Platz für einen Mann verbleibt, wie dies in London üblich ist, hat das untere Deck eine erheblich kleinere Breite als das obere, so daß es auch nur drei Sitzplätze in der Querrichtung enthält gegen vier im oberen Deck. Die Sitze sind unten mit Plüsch, oben mit Kunstleder bezogen und gepolstert. Alle Sitze sind umklappbar. Der Fußboden ist unten mit grauem Gummi belegt, oben mit einem Lattenrost. Die Drehgestelle haben Treibachsen mit 710 und Laufachsen mit 810 mm Rad-Dmr. Zum Antrieb jedes Wagens dienen zwei Motoren von je 37 kW und 21,5 kg/kW Einheitsgewicht, die dem Wagen auf ebener Strecke eine Geschwindigkeit von 50 km/h, in starker Steigung von 25 km/h und eine Reisegeschwindigkeit von 19 km/h bei 2,5 Halten je Kilometer und einer Haltedauer von je 10 s verleihen. Jeder Wagen hat getrennten, vorn liegenden Ausstieg und hinten liegenden Einstieg mit zwei vollkommen eingebauten geschützten Treppen zum oberen Deck.

Die von der London General Omnibus-Gesellschaft entwickelte Bauart weist demgegenüber Ein- und Ausstieg nur an der hinteren Plattform auf sowie einen abgetrennten vorderen Führerraum mit einem Notausgang für die Fahrgäste. Auch hinter der hinteren Plattform ist ein solcher offener Führerraum angeordnet. Der Aufbau dieses Wagens schließt sich an den der Londoner Omnibusse an. Die Langträger des Untergestells bestehen aus U-Profilen, die an den Enden eingezogen und zu einem kreisförmig gebogenen, durch Gurtplatten verstärkten Kopfstück vereinigt sind. Die Seitenwandsäulen bestehen aus Esche, die Dachbekleidung aus Leichtmetallblech. Beide Wagenbauarten sind mit Luft-

druckbremse ausgerüstet, im Gegensatz zu der London üblichen Magnetbremse. An beiden Wagen findet man Notbremsventile.

Die Metropolitan-Straßenbahngesellschaft betreibt westlichen und nördlichen London ihr Netz mit Doppeldeckwagen mit einer Reisegeschwindigkeit zwischen 15 und 16 km/h. Die Abmessungen der im Betrieb bestehenden und neuen Bauarten zeigt Zahlentafel 1. (New York Journal Bd. 70 (1927) Nr. 4 und 5) [N. G. u.]

Berlin-Zehlendorf

Maschinenteile

Ausnutzung der Bandreibung für Verstärkung von Drehmoment

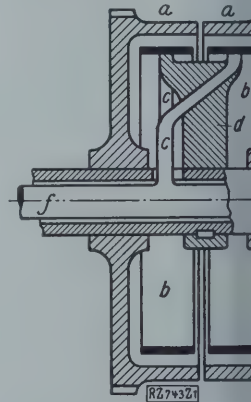
Wenn ein an beiden Enden belastetes Band umlaufenden Trommel gleitet, stehen die Spannkraft und die Gesetze der Bandreibung in einem Verhältnis, durch die Beziehung $\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu \alpha}$ gekennzeichnet ist.

Das Verhältnis nimmt einen um so größeren Wert an, je größer die Reibungszahl μ zwischen Trommel und Band ist, je größer der Umschlingungswinkel α ist. Durch das Bandbelag und möglichst nahes Aneinanderlegen der Enden des Bandes kann man ein hohes Übersetzungsverhältnis der an diesen Endpunkten angreifenden Kräfte erreichen, das beispielsweise bei einer Reibungszahl $\mu = 0,2$ und einem Umschlingungswinkel $\alpha \sim 360^\circ$ rd. beträgt.

Diese hohe Übersetzung läßt sich zur Verstärkung von Drehmomenten ausnutzen. Hierzu dient ein von Lehmann Steel Co. gebautes Getriebe¹⁾. Es besteht

Abb. 3
Getriebe zur Erhöhung von Drehmomenten

- a Trommeln
- b Reibbänder
- c Antriebsarm
- d Arbeitsarm
- e Arbeitswelle
- f Antriebswelle



im entgegengesetzten Sinn umlaufenden, durch Mithras mit einer bestimmten Höchstgeschwindigkeit angestrichenen Trommeln, in denen sich je ein Reibband mit Spiel und mit nahezu geschlossenen Enden befindet. An den Enden der Reibbänder greifen gegabelte Hebel an, von denen der eine mit der Antriebswelle, der andere mit der getriebenen Arbeitswelle in Verbindung steht. Die Gabelenden der Hebelarme greifen über Kreuz auf den Bandenden an, so daß durch eine Bewegung des einen Hebelarmes nach rechts das Band der rechts umlaufenden Trommel zum Eingriff gebracht und gleichzeitig der links umlaufenden Trommel abgehoben wird. Die Bewegung des Antriebshebels nach links ist das Band links umlaufenden Trommel in Eingriff und die Bewegung des Hebelarmes nach rechts hebt das Band ab. Die Welle mit dem Antriebshebel wird durch die hohle Arbeitswelle und erhält ihren Antrieb mechanisch oder elektrisch oder mit der Hand. Die Arbeitswelle überträgt das Drehmoment auf die getriebene Arbeitswelle durch das Übersetzungsverhältnis $\frac{S_1}{S_2}$. Antrieb- und Arbeitswelle

mit gleicher Geschwindigkeit; letztere folgt den Geschwindigkeitsänderungen der ersteren geräuschlos und selbst bei plötzlichen Geschwindigkeitsänderungen der Antriebswelle eilt die Arbeitswelle hinter der Antriebswelle nicht mehr als einen Winkelgrad nach. Die Geschwindigkeit der beiden Wellen ist nach oben hin beliebig veränderbar. Die Geschwindigkeit der Reibtrommeln ist durch die Übersetzung eines Getriebes nicht beliebig veränderbar, sondern durch die Reihenschaltung mehrerer Getriebe beliebig veränderbar in geometrischer Reihe.

Barmen [M 743]

Zahlentafel 1
Abmessungen von Londoner Doppeldeck-Straßenbahnwagen

	Bluebell ¹⁾	Poppy ²⁾	ältere Bauart
Länge über die Puffer . . . m	11,1	11,0	10,5
größte äußere Breite . . . „	2,1	2,1	2,1
Breite zwischen den Innenwänden, unten „	1,92	1,91	1,84
desgl. oben „	2,00	1,92	1,92
Ganze Höhe über S.-O. „	4,62	4,92	4,71
Fußbodenhöhe über S.-O. . . mm	735	760	852
Gewicht des Wagenkastens mit Ausrüstung kg	6120	9600	10700
Gewicht der Drehgestelle mit Ausrüstung „	6380	6380	6120
Gesamtleergewicht „	12500	15980	16820
Zahl der Sitzplätze:			
unten	27	28	27
oben	44	36	46
insgesamt	71	64	73
Zahl der Stehplätze	34	16	12
Gesamtfassungsvermögen . . .	105	80	85
Leergewicht je Sitzplatz . . kg	176	250	230
Leergewicht je Platz überhaupt „	119	200	198
Leergewicht auf 1 m ² Bodenfläche kg/m ²	535	690	760

¹⁾ Die von der Metropolitan-Straßenbahn entwickelte neue Bauart.
²⁾ „ „ „ Omnibusgesellschaft entwickelte neue Bauart.

¹⁾ „American Machinist“ (Europ. Ausg.) Bd. 66 (1927) S. 10.

Kleine Mitteilungen

Ortizverfahren für schnellaufende Dieselmotoren

Verfahren von C. L. Cummins beruht auf der Verwendung einer Pumpe mit einer selbsttätigen Düsenpumpe, die eine genau abgemessene Brennstoffmenge unter 8 at Druck in das Brennstoffventil fördert. Hier wird die Brennstoffmenge in einem Ringraum am Brennstoffventil; dieser Ringraum wird während des Verdichtungs-, Expansions- und Auspuffhubes des Zylinders geheizt, so daß sich die Brennstoffmenge erwärmt, jedoch ohne zu verdampfen. Beim nächsten Verdichtungs- und Auspuffhub wird die Brennstoffmenge mit Hilfe der Brennstoffpumpe in das Innere des Brennstoffventils getrieben, wo infolge Anhebens der Brennstoffventils ein Unterdruck hervorgerufen wird, der die Brennstoffpumpe in diesen Raum ein und in den Ringraum zwischen den Ventilen einzieht. Während des folgenden Verdichtungs- und Auspuffhubes tritt ein Teil der erhitzten verdichteten Luft durch die Ventile in das Brennstoffventil ein und erhitzt die Brennstoffladung; infolgedessen wird die Brennstoffpumpe in den Ringraum ein und in den Ringraum zwischen den Ventilen einzieht. Versuche mit diesem Arbeitsverfahren in gewisser Hinsicht an das der Brons-Motoren¹⁾ ergaben bei Drehzahlen von rd. 600 Uml./min mittlere Kolbendrücke von 6,3 bis 8,1 at ergeben haben. (Soc. Automotive Engineers Okt. 1927 S. 388/92*) H.

6d. 67 (1923) S. 778.

Einiger Luft- und Speisewasser- vorwärmer

Der Bauart von A. E. Leek, Wigan, stellt die Firma „Manchester, einen Vorwärmer her, bei dem die Luft durch die Ringräume zwischen ineinander gesteckten Rohren abzieht, derart, daß durch die Außenwände der Rohre die Verbrennungsluft und durch die Innenwände der Rohre das Speisewasser im Gegenstrom fließen werden kann. Die Außenrohre sind in Zwischenräumen eingewalzt, die Innenrohre durch Krümmen werden, so daß die Außenrohre leicht zugänglich sind. Ein Vorwärmer dieser Art ist seit einem Jahr an einem Lancashire-Kessel, 2,74 m Dmr. und 9,14 m Länge mit selbsttätiger Steuerung und Überhitzer im Betrieb. Bei einem Verdampfungsdruck von 120 h Dauer verdampfte dieser Kessel im Mittel 120 t Wasser, wobei der Wirkungsgrad nach Abzug des Verdampfungsdrucks 79,6 vH betrug. Bei einer anderen Bauart wurde festgestellt, daß sich die Luft beim Durchgang durch den Vorwärmer von 12 auf 137 °, das Wasser von 60 auf 122 erwärmte, während sich die Rauchgas-temperatur von 370 ° hinter dem Kessel auf 110 ° vor dem Fuchs senkte. Der Vorwärmer hat 1168 mm Dmr., 4,57 m Länge und 66 Rohrpaare, die 106,5 m² Heizfläche für die Luft und 56 m² Heizfläche für das Wasser darbieten. Die Vorwärmer sind mit selbsttätiger Steuerung versehen. Die Erfahrungsberichte an den Rohren soll wegen der geringen Geschwindigkeit und Temperatur der Gase gering sein. Werden zur Vorsicht die unteren Rauchrohre und die Speisewasserrohre aus rosticherem Stahl hergestellt. („The Engineer“ 21. Oktober 1927 S. 462/63*) [N 945 g] H.

Werkzeugmaschinen-Ausstellung in Cleveland

Die im vergangenen September in Cleveland, O., abgehaltene Werkzeugmaschinen-Ausstellung nahmen die verschiedensten Werkzeugmaschinen aus den verschiedensten Werkstätten teil. Unter ihnen waren verschiedene Bohrmaschinen, Drehmaschinen, Schleifmaschinen mit selbsttätigem beschleunigtem Rücklauf, Fräsmaschinen mit verschiedenen Spindelschneidgeschwindigkeiten zwischen null und 22 m/min, Flächenfräsmaschinen mit bis zu 22 m/min Spindelschneidgeschwindigkeit u. a. m. Einige Bohrmaschinen waren mit verschiedenen Bohrkräften ausgerüstet.

Die Oberflächenbearbeitung von Augen an Maschinen diente eine nach dem Räumverfahren arbeitende Maschine mit zwei Gleitbahnen, die abwechselnd die Augen bearbeiten, die abwechselnd die Augen bearbeiten. Sie liefert stündlich 600 Querstücke für Augen aus Chromnickelstahl, an denen je 4 Augen zu bearbeiten sind, oder 840 ähnliche Augen aus weicherem Stahl, während beim Fräsen nur 200 solcher Querstücke bearbeitet werden. Als weitere Besonderheiten der ausgestellten Maschinen sind Druckluft-Spannfutter, elektrischer Antrieb und Zentralschmierung erwähnt. („American Machinist“ 22. Okt. 1927 S. 116 E*) [N 945 b] Pa.

Plan einer Verbindungsbahn von Graubünden nach dem Tessin

Die von einem schweizerischen Zweckverband befürwortete Strecke schließt sich bei Misox an die von Bellinzona kommende Meterspurbahn an und erreicht, nach Überschreiten des S. Bernardin durch das Rheinwaldtal, Schams und die Via Mala (Hinterrhein), Thusis und die Rhätische Bahn. Die 61 km lange Bahn würde den Zugang vom Bodensee und den angrenzenden Ländern zum Lago Maggiore beträchtlich verkürzen und die Kurorte des Hinter- und Vorder-Rheintales besser erschließen, als es jetzt mit dem von der Witterung beeinträchtigten Kraftwagenverkehr möglich ist.

Die Strecke steigt von 769 m ü. M. bei Misox auf 1677,6 m in dem 5580 m langen Scheiteltunnel durch den S. Bernardin und fällt im Rheintal bis Thusis auf 700,5 m. Die größte Steigung beträgt 60 vH, der kleinste Krümmungshalbmesser 100 m. Außer dem S. Bernardin sind viele kürzere Tunnel, auch Schleifen- und Kehrtunnel, erforderlich, so daß 19,4 vH der Gesamtlänge Tunnelstrecken sind. Die Brücken machen 3 vH der Gesamtstrecke aus; die längste Brücke, bei Sulfers, ist 150 m lang und 20 m hoch, die höchste, die Viamala-Brücke, ist 43 m hoch und 33 m lang. Zum Betrieb ist Wechselstrom vorgesehen.

Der Bau wird drei Jahre beanspruchen; die Baukosten schätzt man auf 32 Mill. Schweizer Franken, also 525 Fr/m; auf die Bahnanlage rechnet man 455 Fr/m, auf den großen Tunnel 1400 Fr/m. Die Beschaffung der Geldmittel für das Bauunternehmen ist noch nicht gesichert, da man nur etwa die Hälfte wird verzinsen können. (Schweiz. Bauzeitung 22. Oktober 1927 S. 213/16*) [N 945 c] K. M.

Groß-Tender

Aus einer Baureihe von 30 TENDERN hat die Norfolk & West Railway Co. in ihrem Werke Roanoke kürzlich den ersten fertiggestellt. Diese Tender sind die größten auf dieser Bahn und, abgesehen von einigen Ausnahmen, die größten in den Vereinigten Staaten überhaupt. Sie fassen 68 m³ Wasser und 26 t Kohle und ruhen auf zwei dreiachsigen Drehgestellen der besonderen Bauart dieser Bahngesellschaft. Die Räder haben 840 mm Dmr., die Achsapfen 152,4 mm Dmr. und 279,4 mm Länge, das Dienstgewicht beträgt rd. 140 t. Die Tender, die aus einer älteren Bauart der Norfolk & West Railway Co. entwickelt worden sind, sollen hinter 1 D-D 1 Drehgestell-Verbundlokomotiven mit 46 000 kg Zugkraft laufen. („Railway Age“ 1. Oktober 1927 S. 644*) [N 945 d] Krs.

Turboelektrischer Schiffsantrieb

Einer der größten Fracht- und Fahrgastdampfer „California“ mit turboelektrischem Antrieb für den Dienst New York – San Francisco ist bei der Newport News Shipbuilding & Dry Dock Co. im Bau.

Zwölf Doppellend-Wasserrohrkessel mit Ölföhrung für 19,5 at liefern den Dampf für die beiden Turbinensätze. Diese leisten bei 2640 Uml./min je 6750 PS_e und sind unmittelbar mit den Stromerzeugern für je 5250 kW bei 3700 V Spannung gekuppelt. Die Höchstleistung beträgt insgesamt 17 000 PS_e bei 2880 Uml./min der Turbinen. Die Drehstrom-Propellermotoren sind ein Deck tiefer angeordnet und laufen mit 110 und 120 Uml./min.

Bemerkenswert ist die große Zahl der Ladepforten. Unterhalb des Hauptdecks sind auf jeder Seite je neun, 2,25 m hoch und 2,40 m breit, angeordnet. („The Engineer“ 21. Oktober 1927 S. 461*) [N 954 e] Ls.

Dampfwagen für Straßenreinigung in London

Der Wagen dient außer zum Sprengen und Abwaschen von Straßen zur Entleerung und Reinigung der Senklöcher, die das Regenwasser aufnehmen. Der Kasten ist in der Längsrichtung in drei Kammern geteilt. Die mittlere nimmt den aus den Senklöchern gepumpten Schlamm auf und faßt 4,1 m³, die beiden äußeren von zusammen 4,2 m³ Inhalt enthalten das klare Wasser für die Reinigung der Straße.

Die Senklöcher werden durch ein an der linken Wagen- seite herabhängendes, mittels einer Wippvorrichtung heb- und senkbares Rohr von 11,5 cm l. W. entleert, wobei eine Luftpumpe oben auf dem Wagen den zum Ansaugen nötigen Unterdruck erzeugt. Für die Straßensprengung ist eine besondere Pumpe eingebaut.

Beide Pumpen sowie das Fahrwerk werden durch Dampf- kraft betätigt. Die Verbunddampfmaschine arbeitet bei 15,8 at Arbeitsdruck mit überhitztem Dampf. An einem Tage kann der Wagen rd. 160 große Senklöcher, wie sie in London üblich sind, entleeren oder 7,2 km Straße von rd. 9 m Breite abwaschen. („Engineering“ 21. Oktober 1927 S. 534*) [N 945 f] Sd.

nischen als auch chemischen Seite eingehend behandeln. Der Nitroseide, Kupferseide, Viskoseseide und Azetatseide sind umfangreiche Abschnitte gewidmet. Bewertend ist das Buch durch klare und übersichtliche Darstellungen, graphische Darstellungen und Zahlentafeln. Die Weberei ist sehr ausgiebig behandelt, und besonders die Beurteilung der verschiedenen Kunststoffe in färbereitechnischer Beziehung ist Rechnung. Ein umfangreicher Teil des Buches behandelt die Technologie der Kunstseidenverarbeitung. Die Weberei und Weberei wird eingehend beschrieben, die Verarbeitung der Kunstseide durch Flechten, Weben, Häkeln und Posamentieren. Auffallend ist die Erzeugung der Nitroseide allein rd. 90 Seiten gewidmet, ein Umfang, der der Bedeutung dieser Seiden gegenüber den andern Seiden nicht entspricht. Fast ausschließlich Kunstseidenfabriken arbeiten nach dem Verfahren, so daß die Nitroseide eigentlich mehr der Zukunft angehört. Neue Nitroseidenfabriken werden gebaut, während man die Azetatseide schon heute als Seide der Zukunft bezeichnen kann. Alles in allem ist das Buch eine wertvolle Fundgrube; es kann daher in der Kunstseidenindustrie tätigen Praktiker und theoretiker aufs wärmste empfohlen werden. [E 869] O. W. Wurtz

Bücher: Mathematische Hilfsmittel für Techniker. In und andere Gesetzmäßigkeiten der Differential- und Integralrechnung. Von A. Deckert und E. Wittenberg. Bez. Halle, 1927, A. Ziemsen. m. 54 Zeichn. Preis 7,50 M.

Die Bücher sind nach ähnlichen Gesichtspunkten ausgearbeitet wie die Ingenieurtaschenbücher, z. B. die „Hütte“, in entsprechenden Teilen, nur ist der Stoff bei den vorliegenden Büchern ausführlicher und mehr nach pädagogischen Grundsätzen behandelt. Damit ist der Abschlag der Gewerke entstanden, die sich durch eine klare Sprache und eine übersichtliche Stoffverteilung auszeichnen. Behandelt werden im erstgenannten Werke die Differentialregeln des ersten, des höheren und des partiellen Differentialquotienten, unbestimmte Formen, Reihen und die Integrationsregeln, Integrationsformeln, ge-

ordnet nach dem Aufbau allgemeiner Integrale, Fouriersche Reihen, Differentialgleichungen und das Rechnen mit Symbolen. Die Formen, die die allgemeinen Integrale in Sonderfällen bei bestimmten Exponenten annehmen, werden in einer großen Anzahl von Fällen angegeben.

Im zweiten Werke werden die analytische Geometrie der Ebene und die des Raumes nach den gleichen Gesichtspunkten behandelt. [E 852] W. S.

Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, 296. Heft: Der Kugelschlaghärteprüfer. Von J. Class. Berlin 1927, VDI-Verlag. 20 S. m. 18 Abb. u. 4 Zahlentafeln. Preis 12,50 M.; für VDI-Mitglieder 11,25 M.

Ein ausführlicher Auszug erscheint demnächst.

Technische Mikroskopie. Ein Lehrbuch der mikroskopischen Warenprüfung. Von Viktor Pöschl. Stuttgart 1927, Ferdinand Enke. 296 Abb. Preis 25 M.

Handbuch für Lehrlinge der allgemeinen Feinmechanik. Herausg. von Robert Bosch A.-G., Stuttgart. 3. Aufl. Berlin 1927, VDI-Verlag. 112 S. Text, 92 S. Abb. Preis 15 M., für VDI-Mitglieder 13,50 M.

Taylorisierung, Rationalisierung der Sägeindustrie. Von Leopold Lutz. Jena 1927, Hermann Costenoble. 80 S. Preis 1,75 M.

Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt E. V. (WGL). Arbeiten zur Luftnavigation. Herausg. vom Navigationsausschuß der WGL. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 63 S. m. 72 Abb. Preis 6,50 M.

Die Wassereisenbahn. Ein Schleppsystem auf Kanälen und Flüssen ohne Inanspruchnahme der Ufer. Von Richard K. B. Berlin u. Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 117 S. m. 50 Abb. Preis 12 M.

Die Bekämpfung des Erd- und Kurzschlusses in Höchstspannungsnetzen. Von Paul Bernett. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 47 S. m. 5 Abb. Preis 4 M.

Grundriß der anorganischen Chemie. Von Carl Oppenheimer. Leipzig 1927, Georg Thieme. 332 S. Preis 7 M.

Die Differential- und Integralgleichungen der Mechanik und Physik. Herausg. von Philipp Frank. 2. physikalischer Teil, Braunschweig 1927, Vieweg & Sohn. 863 S. m. 88. Abb. Preis 58 M.

Werkstofftagung Berlin 1927

Sonnabend, dem 22. Oktober 1927, begann in Berlin die große Werkstofftagung. Sie wurde eingeleitet durch die Eröffnung der Werkstoffschau in der eröffneten Ausstellungshalle Berlins am Kaiserdamm. begrüßte der Vorsitzende des Vereines deutscher Ingenieure, Dr.-Ing. Dr. phil. h. c. R. Wendt, Essen, im Namen der veranstaltenden technisch-wissenschaftlichen Kommission die erschienenen Gäste.

Die Tagung zurückliegende, planmäßige Vorbereitungsarbeiten notwendig, um die Werkstoffschau zu schaffen, ist aus der großen Reihe der im täglichen Leben verwendeten Werkstoffe zunächst nur einige der wichtigsten hervorgehoben. Eisen und Stahl, die Nichteisenmetalle und die Kunststoffe der Elektrotechnik lernen wir in ihren Eigenschaften in der Werkstoffprüfung und in ihren Anwendungsmöglichkeiten, ausgehend vom Rohstoff bis zum fertigen Zeugnis, in der Werkstoffübersicht kennen. Die Bedeutung der andern Werkstoffe ist einer späteren Tagung vorbehalten.

Die Aufgabe der Werkstoffschau ist, der breiten Öffentlichkeit zu zeigen, welche Verfahren zur Prüfung und Beurteilung der Eigenschaften beim Werkstoff im Gebrauch sind. Arbeiten doch viele geistig hochstehende Ingenieure jahrein an den Verbesserungen auf diesem Gebiet. Durch die Werkstoffschau wird der Öffentlichkeit über unsere wissenschaftlichen Laboratorien und Untersuchungsanstalten ausgebreitet ist, weggezogen. In der Ausstellung ersieht man, welche ungeheure Sorgfalt und Mühe auf den Werkstoff und seine Prüfung verwendet wird, um ihn in seinen Eigenschaften zu nutzen, die Sicherheit der Bauwerke zu gefährden. Hierauf wird der Öffentlichkeit hinzuweisen, ist eines der Ziele der Werkstoffschau. Die Besucher werden durch erfah-

rene Männer eingehend über die Werkstofffragen an der Hand der Werkstoffe selbst und über Prüfungsvorrichtungen unterrichtet.

Eine volle Hingabe an die große Aufgabe erforderten die Vorarbeiten. Viele einzelne Arbeiten mußten unermüdlich geleistet werden bis zur Vollendung der Schau, die jetzt dasteht als ein Zeichen der Lebenskraft und des Lebenswillens unsrer Industrie. Nachdem sie fertig ist, erwarten uns noch besonders arbeitsreiche Wochen, in denen wir das geschaffene Werk voll für den Fortschritt deutscher Arbeit ausnutzen wollen.

Erzeuger und Verbraucher hierdurch zu dauerndem, fruchtbringendem Zusammenarbeiten, zu ständigem Gedanken- und Erfahrungsaustausch anzuregen, ist ein weiteres Hauptziel dieser Ausstellung. Der Verein deutscher Ingenieure hat ja als Zweck des Vereines in seiner Satzung stehen: „die Zusammenfassung der geistigen Kräfte deutscher Technik zum Wohle der gesamten vaterländischen Industrie“. Diese Zweckbestimmung ist durch die Werkstofftagung glänzend erfüllt.

Dr. Wendt sprach dann tief empfundene Dankesworte an alle die Kreise aus, die das große Werk zustandegebracht haben. Staats- und städtische Behörden, die großen technischen Vereine und die für Deutschlands Wirtschaft wichtigsten Industrien haben an dieser Aufgabe mitgearbeitet. Dank gebührt auch den Ingenieuren, technischen Angestellten und Arbeitern, die in den letzten Monaten Tag und Nacht das Werk rechtzeitig vollenden halfen. Ebenso dem Ausstellungs-, Messe- und Fremdenverkehrsamt der Stadt Berlin, das seine Organisation und weitgehende Erfahrung in den Dienst der Werkstoffschau gestellt hat.

Mit einer Ansprache eröffnete hierauf im Auftrage der Reichsregierung Reichswirtschaftsminister Dr. Curtius die Werkstoffschau.

Er führte aus: Unendlichen Dank schulden wir den Männern, die den Plan gefaßt haben, der Öffentlichkeit

Vgl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1413 u. 1481. Die vier hauptsächlich betriebl. Bereiche haben für die geschäftliche Durchführung der Werkstofftagung und Werkstoffschau eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung gebildet.

einmal vor Augen zu führen, wie bedeutungsvoll zweckmäßige Auswahl und Verwendung des Werkstoffes ist und welch überragende Stellung die Bewirtschaftung der Grundstoffe in der gesamten Wirtschaft einnimmt. Große Anerkennung verdient die jahrelang mit großen Opfern verbundene Arbeit unserer Eisen-, Maschinen-, Metallindustrie und anderer Industrien an diesem Werk. Unsere Hochachtung müssen wir den großen technischen Ingenieurverbänden aussprechen, den wissenschaftlichen Instituten und Materialprüfungsanstalten, den Technischen Hochschulen und all den Männern der Praxis und der Wissenschaft, die ihr Wissen, ihr Können und ihre Arbeitskraft dem großen Ziele zur Verfügung gestellt haben. Im Gegensatz zu Ausstellungen und Messen soll ja die Werkstoffschau aufklärend und belehrend, nicht absatzwerbend wirken. Das Messeprinzip mußte daher einer Ordnung Platz machen, die durch den technisch-wissenschaftlichen Charakter der Veranstaltung bedingt ist. Geschäftliche Einzelinteressen kommen nicht zur Geltung. Der Konkurrenzkampf der Firmen, der den Ausstellungen sonst das kennzeichnende Gepräge gibt, ruht hier, dem gemeinsamen Ziele des Fortschrittes der Gesamtwirtschaft zuliebe.

Hohe Qualität des Werkstoffes ist für den Fortschritt einer Industrie ausschlaggebend. Steigerung der Güte der Werkstoffe schließt Steigerung der industriellen Gesamtleistung in sich, zumal ja die neuzeitlichen Arbeitsverfahren höchste Anforderungen an die Werkstoffe stellen.

Auch diese Veranstaltung, ja sie vielleicht mehr als andre, ist geeignet, Absatzmöglichkeiten im In- und Auslande für unsre Wirtschaft zu schaffen. Planmäßige Veredelungstechnik auf dem Gebiete der Stoffwirtschaft wird von nun an eine der Hauptaufgaben unsres wirtschaftlichen Wiederaufstieges sein. Den zahlreich erschienenen Vertretern des Auslandes müssen Werkstoffschau und Werkstofftagung einen Überblick geben über den Stand der deutschen Wissenschaft, Technik und Industrie. Krieg und Nachkriegszeit haben uns in der Werkstofffrage große Schwierigkeiten bereitet. Durch die Ersatzwirtschaft sind Vorurteile über deutsche Waren entstanden, die schwere Nachteile für unsern Absatz zur Folge hatten. Diese Vorurteile sind glücklicherweise fast überall überwunden. Wo es noch nötig ist, wird unsre Werkstoffschau den letzten Zweifel am Willen und Können des deutschen Volkes zu Qualitätsleistungen beseitigen.

Mit dem Wunsche, daß die Werkstoffschau dem In- und Ausland ein Bild vermitteln möge von dem Hochstand unsres technischen Schaffens und der Fruchtbarkeit der Verbindung von deutscher Wissenschaft und deutscher Wirtschaft erklärte Dr. Curtius die Werkstoffschau für eröffnet.

Am Abend dieses Tages waren von der Stadt Berlin die zahlreichen Vertreter der Industrie und Wissenschaft, der Reichs- und Staatsbehörden, die aus Anlaß der Werkstofftagung nach Berlin gekommen waren, zu einem Empfang in das Rathaus eingeladen. Sie wurden von Ober-

bürgermeister Böß begrüßt. Er sprach allen, die an der großen Schau mitgewirkt haben, seinen Dank aus und ein gewaltiges Verdienst, daß unsre deutsche Industrie die Werkstoffschau veranstaltet hat, ohne daß dabei ein Versuch gemacht wird, daß ein einzelner für sich selbst für sein Unternehmen etwas dabei herausholt. Gerade in einer Zeit, in der doch der Mensch fast restlos Verdienen angewiesen zu sein glaubt, wird diese Schau so durchgeführt. Ganz besondere Beachtung aber diese Schau im Auslande finden; zeigt sie uns, daß Ausländer, was die deutsche Industrie leistet, kann, hier prüfen und sich ein lebendiges Bild davon machen, welche Eigenschaften unsre Werkstoffe aufweisen.

Namens der Veranstalter der Werkstofftagung, dann Generaldirektor Dr.-Ing. Fritz Spring, der Stadt Dortmund, für den Willkommensgruß der Stadt, der Wissenschaft und ihre Anwendung, Erfahrung und Ausdauer und Gemeinsinn haben sich vereint, die Werkstofftagung durchzuführen. Sie ist ein Teil der Gemeinschaftsarbeit, die unser Volk wieder vorwärts bringen will. Erzeuger und Verbraucher sollen Nutzen aus ihr ziehen. Dienst am Gemeinwohl ist das Motto. Berlin als Kristallisationspunkt geistiger und kultureller Werte ist daher die geeignete Stadt zur Durchführung der großen Aufgabe.

Am Vormittag des 28. Oktober besuchte der Reichspräsident v. Hindenburg, einer Einladung der Werkstofftagung folgend, die Werkstoffschau. Namens der Reichsregierung empfing ihn Prof. C. Matschoß, Reichspräsident am Eingang zur Halle vom Reichsminister Dr. Curtius und Bürgermeister S. begrüßt. Nachdem die Vorsitzenden und die Geschäftsführer der beteiligten Verbände sowie andere am Zustandekommen der Veranstaltung besonders beteiligte führende Herren der Industrie dem Reichspräsidenten vorgestellt worden, begann sofort der Rundgang durch die Werkstoffschau, bei der die Leiter der einzelnen Abteilungen die notwendigen Erklärungen abgaben.

Den rund zweihundert wissenschaftlichen Vertretern der Werkstofftagung gingen die Vorträge der Versammlung des Vereines deutscher Eisenhüttenleute, die am Sonntag, dem 23. Oktober, abgehalten wurden. Auch andre technisch-wissenschaftliche Vereine aus Anlaß der Werkstofftagung ihre Hauptversammlungen in diese Zeit verlegt. So fand am Dienstag, dem 24. Oktober, und den folgenden Tagen die Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde, des Deutschen Dampfkeesselausschusses, der Deutschen keramischen Gesellschaft, am Donnerstag, dem 27. Oktober, die Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Metallurgie, der Deutschen Normenausschusses und am Freitag, dem 28. Oktober, die Hauptversammlung des Reichsausschusses für Metallschutz. Außerdem tagten in Fachgruppen, Vorstandssitzungen, Tagungsmännersitzungen, Geschäftsführerkonferenzen und in anderen technisch-wissenschaftlichen Verbänden. [E]

Schluß des Textteiles

I N H A L T :		
	Seite	
Die Rolle des Sauerstoffes für die Metallographie und die Qualität des Stahls. Von P. Oberhoffer, W. Hessenbruch und H. Esser	1569	Eisenbahn — Neue Doppeldeck-Straßenbahnwagen — Ausnutzung der Bandreibung für die Verstärkung von Drehmomenten — Kleine Mitteilungen
Über das System Eisen-Sauerstoff. Von C. Benedicks und H. Löfquist	1576	Bücherschau: Untersuchungen über den Einfluß des Druckes auf die Zähigkeit von Ölen und seine Bedeutung für die Schmiertechnik. Von S. Kiehl
Hydraulische Pressen. Von A. Deutsch	1578	Kalt — Vorrichtungen im Maschinenbau. Von O. Lich — Die oberschlesische Montanindustrie
Die Doppelschrauben-Personenmotorschiffe „Freiherr vom Stein“ und „Beethoven“. Von R. Schröter	1583	Von B. Knochenhauer — Motor Vehicle and their engines. Von E. S. Fraser und R. Jones — Taschenbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. Von F. Banneitz
Spiegelbeleuchtung. Von J. Teichmüller	1587	Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft — Kunstseide — Von R. O. Herzog — Mathematische Hilfsmittel für Techniker. Von A. Deckert und E. Rother — Eingänge
Berichtigungen: Über die Zusammenarbeit von Konstruktion, Betrieb und Werkstoffprüfung im Leichtbau — Das Schätzen des Eigengewichtes von Fachwerkbrücken	1588	
Cityplan und Hochhäuser in Chicago. Von R. Gerhardt	1589	
Hochdruckanlage des Großkraftwerkes Mannheim	1591	
Rundschau: Internationaler Gießereikongreß Paris — Elektrische Zugförderung bei der Great Northern-		

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

1

SONNABEND, 12. NOVEMBER 1927

Nr. 46

Die Kolbendampfmaschine als neuzeitliche Kraftmaschine

Von Obering. J. Kluitmann, Berlin

Bestrebungen zur Entwicklung der Kolbendampfmaschine vor und nach dem Weltkriege: Betriebsicherheit, Wirtschaftlichkeit — Kapital- und Brennstoffnot als treibende Kräfte — Grenzen der Wettbewerbfähigkeit der Kolbendampfmaschine gegenüber der Verbrennungsmaschine und der Dampfturbine — Die Kolbendampfmaschine in der Kraft- und Wärmewirtschaft: Zwischendampfentnahme, Abdampfverwertung, Beispiele — Steigerung der Drehzahl

Die Überlegenheit der Dampfturbine gegenüber der Kolbendampfmaschine in bezug auf Gewicht für die Einheit der Leistung, wie die der Verbrennungsmaschine in bezug auf die Ausnutzung der Brennstoffe und die Betriebsbereitschaft haben die schon seit Jahrzehnten totgesagte Kolbendampfmaschine zwar in den Anwendungsbereich eingeeengt, nicht aber verdrängt. Sie noch nicht verschwunden ist, ist erstaunlich und zum Nachdenken an. Der wichtigste Grund dafür liegt wohl, daß die Kolbendampfmaschine den Brennstoff unmittelbar verarbeitet, sondern über ein Mittel, den gespannten Wasserdampf; dieser eignet sich, wenn der Maschine Arbeit geleistet hat, vorzüglich zur Verwertung für die Zwecke der wärmeverbrauchenden Industrie und gestattet, nicht in fortlaufendem Strom, sondern Hub für Hub Leistung zu erzeugen.

Die Bestrebungen zur Entwicklung der Kolbendampfmaschine in den letzten Jahrzehnten vor dem Weltkriege wurden durch diesen in eine andre Richtung gedrängt worden. Ihr Ziel ist das alte geblieben: die Erhöhung der Betriebssicherheit unter gleichzeitiger Vereinfachung der Konstruktion. Dies um so mehr, als gegenwärtig bei der Entwicklung die äußerste getriebenen Verkettung von Kraft- und Wärmewirtschaft selbst kurze erzwungene Betriebspausen, zu Zeiten des größten Kraft- oder Wärmebedarfs Brennstoffersparnisse langer Wochen aufzuheben und die wirtschaftlichste Maschine unwirtschaftlich machen können.

Die entwickelten Steuerungen und Regelungen, die bis zum Weltkriege in großer Mannigfaltigkeit gebaut wurden, sind heute wenigen, und zwar den einfachsten, gewichen. So kann man bei der Ventildampfmaschine vorwiegend die Ventilsteuern mit Achsenregler, bei Schiebermaschinen die Kolbenschiebersteuerung, ebenfalls mit Achsenregler, bei Umsteuermaschinen fast nur noch Steuerungen nach Stephenson, Klug, Hackworth oder ähnlich. Dem Streben nach einfacherer Wartung und Bedienung durch Anwendung selbsttätiger Regelungen zu (Leistungsregelung bei angehängten Pumpen, Ventilatoren oder Gebläsen, selbsttätige Regelung des Überdrucks für Zwischendampf oder Abdampf, ebenfalls mittels Ölerlais bei zu großen Stellkräften). Die Schmierung hat man mehr und mehr von der Leistung unabhängig gemacht; Schmierpressen für die Pleuellern, Stromschmierung und bei größeren oder höher beschleunigten Maschinen Drückölschmierung für die Pleuellern kennzeichnen die neuzeitliche Kolbendampfmaschine, die vielfach an keiner Stelle mehr mit der Pleuellerschmierung zu werden braucht.

Entscheidend hingegen wirkte der Weltkrieg insofern auf die Entwicklung der Dampfmaschine, als er dem Betriebe der Wirtschaftlichkeit ein andres Gesicht gab. Gelebte man auch vor dem Kriege die Herstellung aus dem Wettbewerb zu verbilligen und geringen Brennstoffverbrauch aus Rücksicht auf die Betriebskosten zu erreichen; doch hielt man eine Maschine schon dann für

wirtschaftlich, wenn ihr Dampfverbrauch niedrig war. Die Kriegs- und Nachkriegszeit erzwang eine gründliche Nachprüfung dieser Anschauung unter dem Einfluß der Kapital- und Brennstoffnot. Man erkannte, daß eine Dampfmaschine noch nicht wirtschaftlich zu sein braucht, wenn sie im Dampfverbrauch wirtschaftlich ist. Man erkannte in der Drehzahl einen wichtigen Faktor der Wirtschaftlichkeit; denn die Drehzahl beeinflusst das Gewicht und damit den Baustoffaufwand, die Kosten von Herstellung und Beförderung und somit den Zinsen- und Tilgungsdienst; höhere Drehzahl ergibt kleinere Gründungen, geringeren Raumbedarf, also billigere Baulichkeiten. Mit dieser Erkenntnis setzten die Bestrebungen ein, die Drehzahl der Kolbendampfmaschine zu steigern.

Recht eindringlich führte uns die Zeit der Not auch vor Augen, daß der Dampfverbrauch einer Dampfkraftanlage nicht allein das Kohlenkonto des Unternehmens belastet, sondern daß die Kohle auch ein wertvolles Volksgut ist, mit dem man haushalten muß. Daraufhin setzten die Bestrebungen ein, die Brennstoffwärme der Kohle durch Erhöhung der Spannung und Überhitzung des Dampfes, durch Verringerung der Verluste in der Dampfmaschine und der Abgasverluste besser auszunutzen. Außerdem erkannte man im Kondensator einen Wärmefresser, in dem man bislang 50 bis 60 vH der gesamten Brennstoffwärme sinnlos vernichtet hatte, ähnlich wie man in noch früherer Zeit die Gichtgase der Hochöfen in hellen Flammen nutzlos zum Himmel hatte lodern lassen. Damit reifte die Erkenntnis, daß zur Kraftwirtschaft auch eine Wärmewirtschaft gehöre, daß man die Dampfmaschine in die Kraft- und Wärmewirtschaft eines Unternehmens einzugliedern habe, wozu sich gerade die Kolbendampfmaschine, wie man bald merkte, hervorragend eigne. All diese Einsichten wurden nunmehr die treibenden Kräfte in der weiteren Entwicklung dieser Maschine.

Grenzen der Anwendung der Kolbendampfmaschine

Es seien kurz die Grenzen gekennzeichnet, innerhalb deren die Kolbendampfmaschine mit den andern Wärmekraftmaschinen: Verbrennungsmaschinen und Dampfturbinen, erfolgreich in Wettbewerb treten kann; Wasser- und Windkraftmaschinen mögen ausscheiden, da sie an bestimmte Bodenverhältnisse gebunden sind.

Bei der Verbrennungsmaschine wird der Brennstoff, der in flüssigem oder gasförmigem Zustand in den Zylinder geleitet wird, dort durch Verbrennung in ein Gas von hohem Druck übergeführt, und er setzt damit die ihm innewohnende Wärme unmittelbar in mechanische Energie um. Diese Maschine ist daher, im Gegensatz zur Dampfmaschine, stets betriebsbereit und erfordert bei Stillstand keinen Brennstoffaufwand. Zudem ist sie in der Ausnutzung der Brennstoffwärme der Dampfmaschine bedeutend überlegen (rd. 36 vH gegenüber rd. 13 vH), da diese nur mittelbar durch den Brennstoff betrieben wird und der Umweg über den Wasserdampf große Verluste mit sich bringt.

Dennoch besteht die Überlegenheit nur dann, wenn man beide Maschinen als reine Kraftmaschinen vergleicht. Sobald in einem Betriebe größerer Wärmebedarf auftritt und keine Brenngase als Abfall zur Verfügung stehen, ist die Dampfmaschine als Kraftquelle am Platze. Grundsätzlich eignen sich die Abgase der Verbrennungsmaschine auch zum Wärmeaustausch weniger als der Dampf, da sie wegen der Gefahr der Säurebildung nicht allzu stark abgekühlt werden dürfen. Das Kraftmittel der Dampfmaschine — man ist auf dieses Mittel gekommen, da Wasser überall fast kostenlos zur Verfügung steht — kondensiert hingegen nach dem Verlassen der Maschine bei wärmewirtschaftlich günstigen Temperaturen und gibt dann gewaltige Wärmemengen frei, ohne an Temperatur einzubüßen; dieser Umstand macht gerade den Wasserdampf zum Kochen, Heizen, Dämpfen, zur Warmwasserbereitung usw. hervorragend geeignet.

Hinzu kommt noch, daß die Verbrennungsmaschine nur in geringem Maß überlastbar ist, weniger deshalb, weil es nicht gelingt, die dem jeweiligen Kraftbedarf entsprechende Brennstoffmenge in den Zylinder einzuführen, sondern weil es unmöglich ist, bei jeder Belastung jedem Brennstoffteilchen die für die wirtschaftliche Verbrennung erforderliche Sauerstoffmenge beizugesellen. Bei der Kolbendampfmaschine gelangt das Kraftmittel fertig in den Zylinder, und man kann das bei jedem Hub je nach der Belastung einzuführende Dampfgewicht in weiten Grenzen ändern, so daß die Maschine Überlastungen von mehr als 100 vH ohne Schwierigkeit überwindet. Hieraus folgt, daß bei der Dampfmaschine die Leistung in weitem Bereich von der Drehzahl unabhängig ist, im Gegensatz zu der Verbrennungsmaschine; diese kann man als eine Maschine mit unveränderlichem Drehmoment ansehen, während die Kolbendampfmaschine eine wagerechte Kennlinie hat, also eine Maschine mit unveränderlicher Leistung ist. Die Dampfmaschine eignet sich also besonders für Betriebe, die starke Anzugmomente brauchen und Schwankungen und Stößen der Belastung unterworfen sind; die Verbrennungsmaschine eignet sich hierfür nur, wenn man mechanische, hydraulische oder elektrische Getriebe einschaltet (Lokomotive, Kraftfahrzeug).

Bei der Dampfturbine wird der Druck des Dampfes in Geschwindigkeit umgesetzt und die Strömungsenergie an die Schaufeln des Laufrades abgegeben. Die Leistung wird erzielt durch kleine Kräfte, aber hohe Geschwindigkeiten, d. h. die Turbine arbeitet mit hohen Drehzahlen und kleinen Kräften, also geringen Abmessungen und Gewichten, schwächeren Gründungen und geringerem Raumbedarf. Bei der Kolbendampfmaschine wird dagegen im Zylinder der Druck des Dampfes unmittelbar über den Kurbeltrieb auf die Welle übertragen, und da der Kurbeltrieb nur geringe Drehzahlen zuläßt, so muß die Leistung dieser Maschine das Produkt aus kleinen Geschwindigkeiten und großen Kräften sein (teurer in Anschaffung und Aufstellung).

Nun arbeitet aber die Dampfturbine im Hochdruckteil mit ungünstigem thermodynamischen Wirkungsgrad, da bei hohem Druck und kleinem spezifischem Volumen des Dampfes die Schaufeln kurz und die Spaltverluste groß sind, die Kolbendampfmaschine dagegen mit günstigem

thermodynamischen Wirkungsgrad; im Niederdruckteil ist der Wirkungsgrad der Turbine vorzüglich wegen der langen Schaufeln und der verhältnismäßig kleineren Spaltverluste, der der Kolbenmaschine dagegen schlecht, da es möglichst ist, bei sehr niedrigem Gegendruck den Dampf mit seinem riesigen spezifischen Volumen aus dem Zylinder zu entfernen.

Daraus erklärt es sich, daß man der Kolbenmaschine den Niederdruckteil nimmt und ihn als Dampfmaschine ausführt. Es sei hier nur an die Schiffsmaschine (Bauer-Wach²⁾) erinnert. Weiter geht darauf, daß die Kolbenmaschine die gegebene Gegebenheit ist. Hier tritt noch hinzu, daß man die Leistung der Dampfturbine für eine bestimmte Dampfmenge und für bestimmte Dampfgeschwindigkeiten ermitteln muß, also der Wirkungsgrad nicht nur bei Änderung der Belastung, sondern auch bei Änderungen der Dampfmenge (Zwischendampfentnahme) und Drehzahl über den der Berechnung zugrundegelegten Wert merklich sinken muß. Bei der Kolbenmaschine ändert sich dagegen der Dampfverbrauch bei veränderter Drehzahl der Zylinder mit Dampf nur wenig, Abb. 1, weil der Anteil der fast gleich bleibenden mechanischen Verluste an der Gesamtleistung ein anderer wird.

Die Wettbewerbsfähigkeit der Kolbenmaschine gegenüber der Dampfturbine ist um so größer, je mehr ungünstig arbeitende Niederdruckteile ausgeschaltet werden. Bei Betrieb mit reiner Kondensation ist die Leistung der Kolbenmaschine schon bei Leistungen über 1000 PS überlegen. Diese Grenze erhöht sich, wenn bei Zwischendampfentnahme der Niederdruckzylinder verhältnismäßig weniger leistet, und noch mehr, wenn der Niederdruckzylinder bei Einzylinder- oder Zwillings-Gegengängen ganz verschwindet. Die obere Grenze liegt bei 1500 PS, ja es gibt Einzelfälle, wo bei 2000 PS die Leistung der Kolbenmaschine wirtschaftlicher ist, weil sie die Dampfersparnis die höheren Kosten der Anschaffung und Aufstellung wettmacht.

Bei Leistungen über 2000 PS hat die Kolbenmaschine, wenigstens bei Landanlagen, der Dampfturbine das Feld räumen müssen; denn bei diesen Leistungen beginnt die niedrige Drehzahl der Kolbenmaschine den Preis des elektrischen Teils der Anlage, des Generators, mit dem Kraftmaschinen dieser Größe wiegend gekuppelt sind, stark zu erhöhen. Beim Seewasserantrieb liegt die Grenze höher, bei 3000 bis 4000 PS, hier der elektrische Teil fehlt und die im Niederdruckteil bei hoher Seewassertemperatur in schlechterem, mitlaufende Rückwärtsturbine die Kolbenmaschine bis zu dieser Grenze wirtschaftlicher macht.

Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Kolbenmaschine

Die Entwicklung der Kolbenmaschine nach dem ersten Weltkrieg bewegt sich in der Richtung, daß man gegen die Verbrennungsmaschine den thermischen Wirkungsgrad zu heben suchte, indem man Druck und Temperatur des Dampfes steigerte und den Arbeitsvorgang durch Verringerung der Verluste durch Drosselung, Wärmeabfuhr usw. verbesserte; man suchte ferner gegen die Verbrennungsmaschine und der Dampfturbine die Wirtschaftlichkeit der Kolbendampfmaschine an den Bedingungen der Kraft- und Wärmewirtschaft auszuheben und gegenüber der Dampfturbine die Baukosten zu verringern. Diese Entwicklung ist heute noch nicht abgeschlossen.

Auf die Anwendung von Hoch- und Hochdruckdampf, die Verringerung der Verluste durch Zwischendampfentnahme, Gleichstromwirkung, Verhüten der Schaufelfenbildung im Diagramm, Verkleinern der schädlichen Räume mittels der Hochhub-Tellerventile usw. sind wir unter Hinweis auf diese einschlägigen Aufsätze³⁾ in der Zeitschrift nicht näher eingegangen.

Die Kolbendampfmaschine immer mehr an die Bedingungen der Kraft- und Wärmewirtschaft anzupassen, Zeit wohl das Hauptbestreben der Dampfmaschinenkonstrukteure. Die Ziele der Kraft- und Wärme-

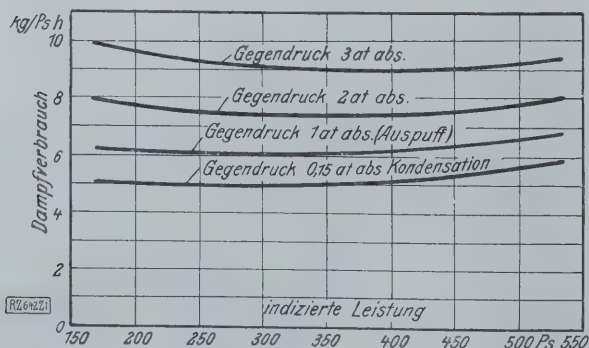


Abb. 1
Abhängigkeit des Dampfverbrauchs der
Kolbendampfmaschine vom Gegendruck

²⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 1588.

³⁾ z. B. Josse, Z. Bd. 68 (1924) S. 65; Noack, Z. Bd. 70 (1926) S. 1588.

mpf sind neben der Verringerung der Kesselgas-, Maschinen- und Leitungsverluste: keine in den Kondensator oder in die freie Luft entweichen lassen, nur Hochdruckkessel zu betreiben, hohe nicht in Drosselventilen zu vernichten, sondern in Maschinen auszunutzen, in Wärmeverbrauchsstellen niedrige Drücke zu verwenden, auch bei starken Schwankungen des Wärmebedarfs möglichst keinen Frischdampf zu verbrauchen und möglichst ohne Dampf- oder Wasserverspeicher auszukommen.

Hauptziel ist aber die möglichst weitgehende Ausnutzung des Kondensators und des Auspuffs in die freie Luft zu sehen. Das größte Hindernis auf diesem Wege ist der stetige Schwanken des Kraft- und Wärmebedarfs im Betrieb.

Kolbendampfmaschinen mit Zwischendampfentnahme zweigt man vom Aufnehmer eine Dampfentnahme ab. Man läßt also nur einen Teil des der Maschine zugeführten Dampfes auch im ND-Zylinder arbeiten und regelt die Dampfentnahme durch Veränderung der Leistung des ND-Zylinders, wobei die Druckverhältnisse in der Entnahmeleitung diese Regelung einleiten. Diese Regelung kann als Drossel- oder Füllungsregelung wirken.

Entnahmeregler der ersten Art (Bauart Wumag) Abb. 2 bis 4. Zwischen den Leitungen vom HD-Zylinder und zur Entnahmestelle wird durch einen Drucköl-Servomotor ein Drosselschieber betätigt, der den Durchgang des Dampfes vom HD-Zylinder in den ND-Zylinder oder in die Entnahmeleitung beeinflusst. In verschiedenen Ausführungen wird entweder nur so viel Dampf in den ND-Zylinder geleitet, daß dieser nicht trocken läuft, die übrige Dampfmenge fließt der Entnahmestelle zu, oder der Dampf tritt ganz in den ND-Zylinder über, während die Entnahmeleitung geschlossen bleibt.

Man kann also die Leistung der Maschine zwischen etwas über Halb ändern, wobei angenommen sei, daß die Leistung zu gleichen Hälften auf HD- und ND-Zylinder verteilt hat, und auf der andern Seite die Dampfmenge von null bis auf ungefähr 100 vH der in der Maschine eingeleiteten Dampfmenge steigern. Allerdings ist diese Art der Regelung nicht ideal, da der ND-Zylinder stets mit gedrosseltem Dampf arbeitet, was nicht bedingt. Man wendet diese Regelung nur noch an, wo man sich nicht entschließen kann, die Steuerung des ND-Zylinders umzubauen. Immerhin hat die Vorrichtung den Vorzug, daß man sie in Reihen herstellen kann, so daß in kurzer Zeit jede Verbundmaschine in eine Entnahmemaschine umbauen kann.

Weniger gebräuchlicher sind Entnahmeverrichtungen, die durch die Schwankungen des Entnahmedrucks die Steuerung des ND-Zylinders, d. h. dessen Füllung, regeln, u. zw. zwischen rd. 5 vH, damit der ND-Zylinder leer mitläuft, und der Höchstfüllung von rd.

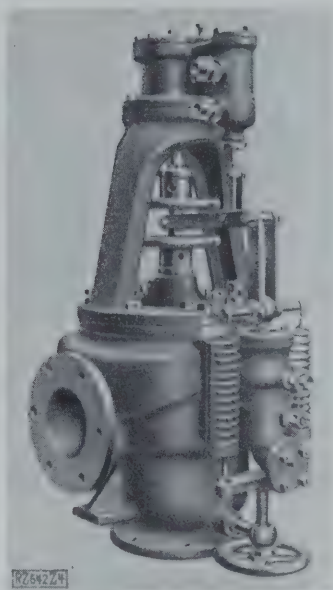


Abb. 4
 Entnahmeregler, Bauart Wumag

70 vH. Abb. 5 zeigt eine unmittelbar wirkende Regelung dieser Art von A. Borsig. Der Aufnehmerdampf tritt über einen Tauchkolben *a* im Druckzylinder *b*, der mit der Einlaßsteuerung des ND-Zylinders in Verbindung steht. Die Gegenkraft wird durch zwei Federn *c* ausgeübt. Druckänderungen in der Entnahmeleitung lösen also Verstellkräfte zur Veränderung der Füllung des ND-Zylinders aus.

Die Einrichtung eignet sich aber nur für Steuerungen, die kleine Verstellkräfte erfordern (Ausklüppel-Steuerungen). Für andere Steuerungen benutzt man eine Servoeinrichtung, Abb. 6. Der Entnahmedampf wirkt hier auf einen Ölschieber *a*; dieser teilt Drucköl einem Zylinder *b* zu, der die Steuerung des ND-Zylinders verstellt. Diese Verstellung kann auch elektrisch erfolgen. Bei der Vorrichtung der Hanomag nach Abb. 7 und 8 betätigt ein mit der Entnahmeleitung verbundener Verstellzylinder in der Entnahmeverrichtung einen Kontakt; dadurch wird ein Elektromotor gesteuert, der auf die Steuerung des ND-Zylinders einwirkt.

Grundsätzlich haben alle Zwischendampf-Entnahmemaschinen den Fehler, daß immer ein Teil des Dampfes in den Kondensator entweicht, da der ND-Zylinder nicht ganz leer mitlaufen darf. Außerdem kann die Maschine bei voller Zwischendampfentnahme nie mehr als etwa die

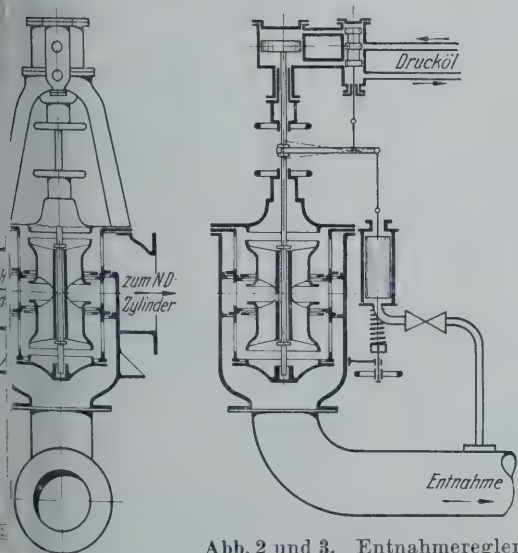


Abb. 2 und 3. Entnahmeregler,
 Bauart Wumag, Görlitz

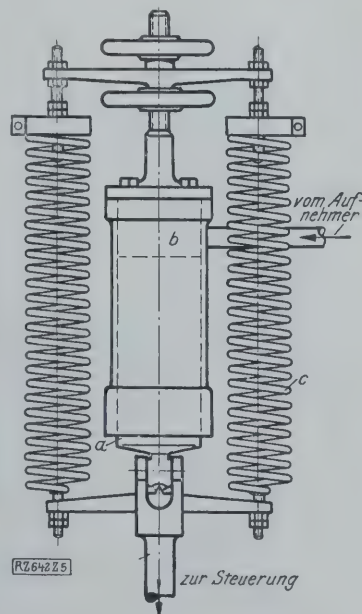


Abb. 5
 Unmittelbar wirkende,
 die Füllung des ND-Zylinders
 verändernde Entnahmeverrichtung
 von A. Borsig, Berlin-Tegel

- a* Tauchkolben
- b* Druckzylinder
- c* Federn zum Erzeugen der Gegenkraft

Hälfte der Höchstleistung entwickeln, während kein Zwischendampf entnommen werden kann, wenn die Maschine ihre Höchstleistung abgeben soll. Leistung und Entnahmemöglichkeit wirken hier also einander entgegen, während der Betrieb vielfach das Umgekehrte verlangt.

Dem sucht man durch einstufige Maschinen mit Abdampfentnahme abzuheilen. Sie haben in neuester Zeit stark an Boden gewonnen; denn sie kommen dem Bestreben entgegen, Dampf von möglichst niedrigem Druck für Heizzwecke zu verwenden, also das Druckgefälle möglichst restlos zur Krafterzeugung auszunutzen. Zudem wird bei steigender Überhitzung die Verbundwirkung immer entbehrlicher, da der Dampf meistens die Maschine noch trocken verläßt.

Für Maschinen mit Abdampfentnahme gibt es verschiedene Anordnungen. Die einfachste ergibt sich, wenn man dauernd mehr Abdampf braucht, als dem Kraftbedarf des Betriebes entspricht. Dann arbeitet die Maschine als reine Gegendruckmaschine, d. h. der ganze Abdampf geht ins Heiznetz.

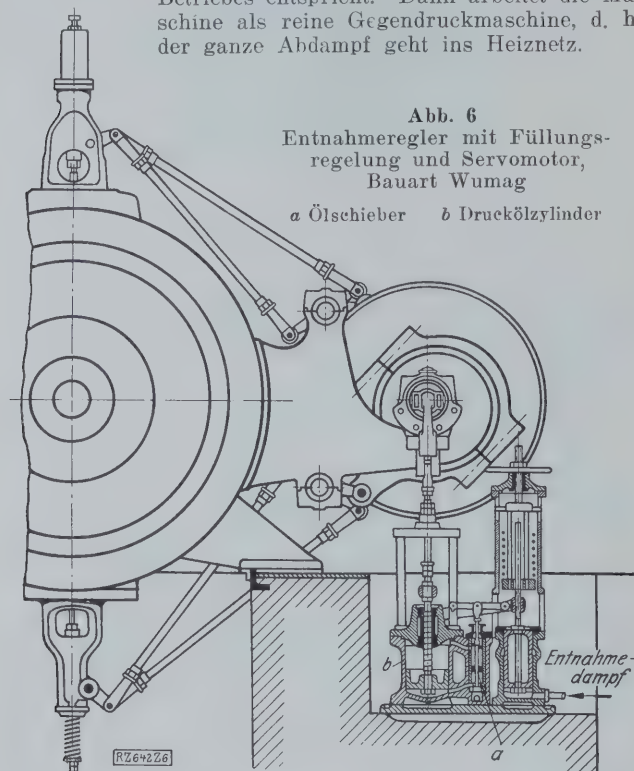


Abb. 6
Entnahmeregler mit Füllungs-
regelung und Servomotor,
Bauart Wumag

a Ölschieber b Druckölzylinder

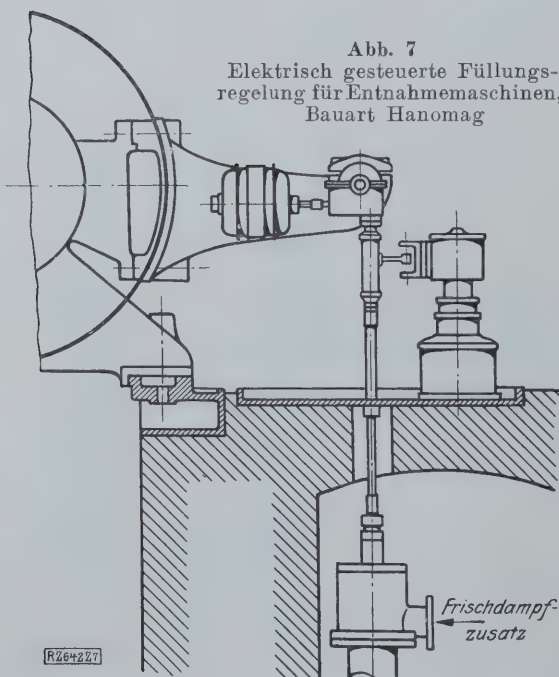


Abb. 7
Elektrisch gesteuerte Füllungs-
regelung für Entnahmemaschinen,
Bauart Hanomag

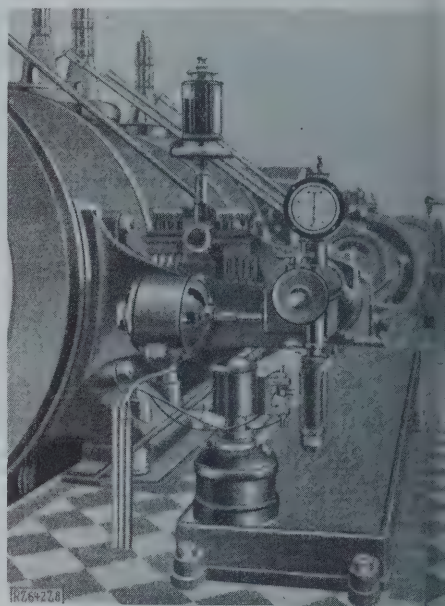


Abb. 8
Entnahmeregler, Bauart Hanomag

In einem andern Falle sind z. B. zwei Maschinen, die mechanisch (Kurbelwelle oder Transmissionswelle) oder elektrisch (Stromerzeuger, Netz) gekuppelt sind. Abb. 9 ist Maschine A eine Einzylindermaschine, die die Leistung entsprechend dem Abdampfbedarf des Betriebes abgibt. Wenn die Leistung geändert werden soll, wird die Füllung geregelt, wobei der ganze Dampf in die Abdampfleitung geht. Maschine B ist eine Zweizylindermaschine mit Kondensation, die den Mehrbedarf des Betriebes deckt und bei sehr geringem Bedarf an Leistung geregelt wird. Sie kann als Einzylindermaschine sein, die mit Kondensation arbeitet, oder als Zweizylindermaschine, die bei großem Grundbedarf an Abdampf, mit Gegendruck arbeitet. Man muß aber dafür sorgen, daß die Leistung nicht durchgehen, wenn mehr Abdampf gebraucht wird, als der Summe ihrer Leistungen entspricht. Man kann dann den Bedarf an Abdampf zum Teil aus der Abdampfleitung oder aus Speichern. Diese Anordnung ist dann am Platze, wenn man die Leistung einer Maschine durch Aufstellen einer zweiten Maschine erhöhen will.

Nach Abb. 10 kann man die Leistungs- und Füllungsregelung auch in einer und derselben Maschine vornehmen. Beim Zylinder A wird durch den Entnahmeregler die Leistung verändert, während die Leistung von Zylinder B konstant bleibt.

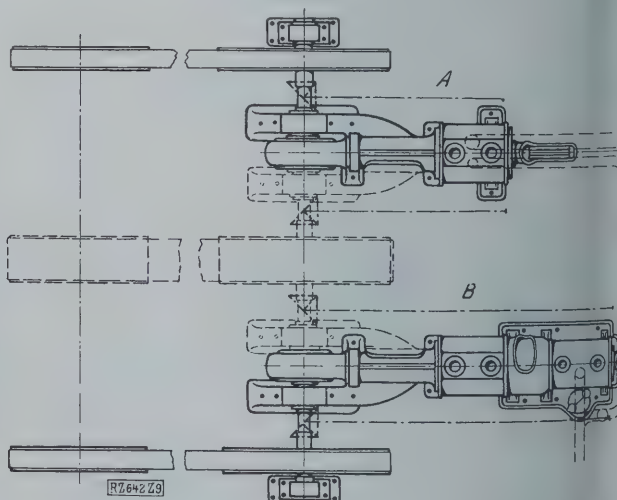


Abb. 9
Abdampfentnahme aus gekuppelten Maschinen
A Einzylinder-Dampfmaschine B Verbunddampfmaschine
mit Kondensation

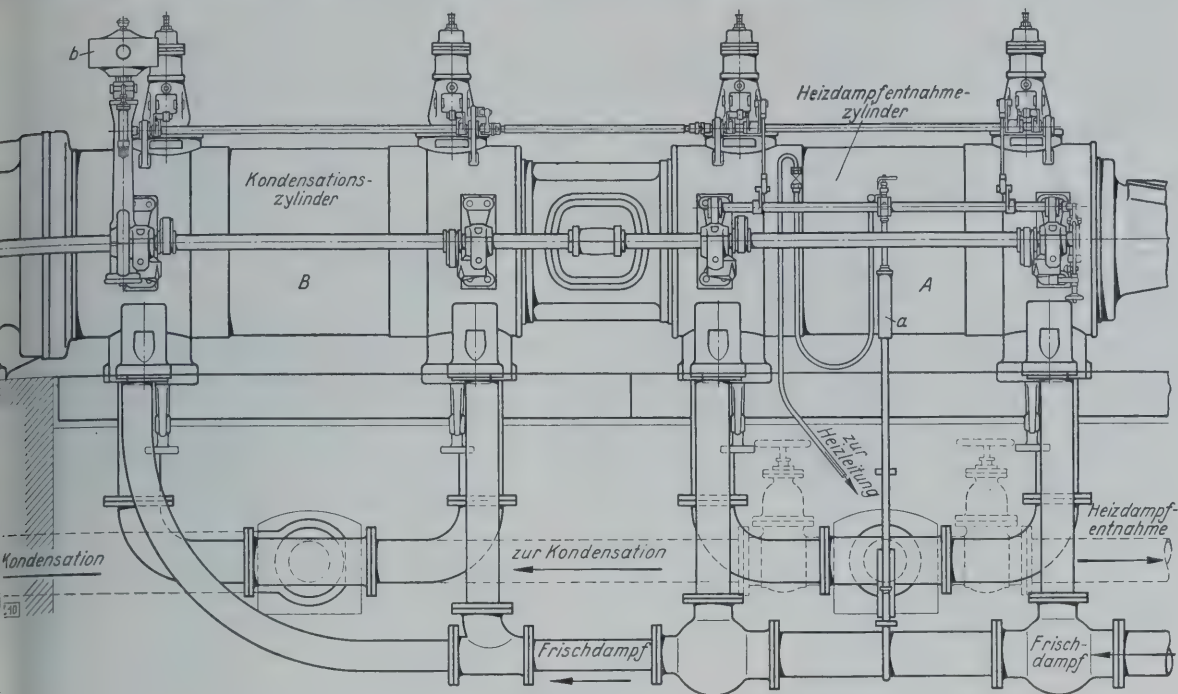


Abb. 10

Tandem-Zwillingsmaschine mit vereinigter Leistungs- und Entnahmereglung, Bauart Hartmann

a Entnahmeregler für Heizdampf-Entnahmezylinder A b Geschwindigkeitsregler für Kondensationszylinder B

nen Geschwindigkeitsregler *b* eingestellt wird. Zu ist, daß dieser Regler beim Überschreiten der riebenen Drehzahl auch im Zylinder *A* die kleinste einstellt. Im übrigen geht auch bei dieser An- Dampf an die Kondensation verloren, da Zylinder ganz leer mitlaufen darf.

en Nachteil vermeidet man nach Abb. 11. Hier noch ein Zylinder vorhanden. Die Deckelseite *B* mit Abdampfentnahme und Entnahmeregler *a*, die eite *A* mit Kondensation und Regelung der Leistung des Geschwindigkeitsreglers *b*. Auch hier bei Drehzahlüberschreitung beide Seiten auf die ulation eingestellt; doch ist hier auf der Seite *A* erlauf möglich.

A bei den Anordnungen nach Abb. 10 und 11 läßt d Abdampfentnahme nur bis zu der der halben stung entsprechenden Dampfmenge im Gegensatz zu den Maschinen mit chdampfentnahme kann man aber hier fleistung die größte Dampfmenge ent- . Solche Anlagen passen sich also den erhältnissen leichter an.

zu weiteren Schritt in dieser Richtung t die Einzylinder-Entnahmemaschine der rt starke & Hoffmann, Abb. 12 und 13. wden auf jeder Seite zwei Auslaßventile reindergeschaltet, ein Ventil *a*, das vom r abhängig und auf feste Vorausströ- v. rd. 10 vH und 10 vH Verdichtung ein- lt, sowie darunter ein Ventil *b*, das e a Entnahmeregler beeinflusst wird und all feste Vorausströmung von rd. 10 vH, vnderliche Verdichtung zwischen 30 und H gibt. Im letzteren Fall öffnet sich das l überhaupt nicht. Der Raum hinter die- Ventil steht mit dem Kondensator, der zwischen den Ventilen *a* und *b* mit der uhlleitung in Verbindung. In diesem asel noch Rückschlagventile *c* angeordnet, ichschließen, wenn der Druck unter den hrdruck sinkt.

oll kein Abdampf entnommen werden, so t das Ventil *b* voll und stellt, wie bei göhnlichen Einzylinder-Kondensations- hr. 30 bis 40 vH Verdichtung ein, die bis Sließen von Ventil *a*, also bis zu rd.

10 vH vor dem Totpunkt, mit dem zusätzlichen schädlichen Raum zwischen den Ventilen *a* und *b* stattfindet, da die Rückschlagventile geschlossen sind. Bei Dampfentnahme stellt der Abdampfregler höhere Verdichtung ein, und vom Beginn der Vorausströmung bis zum Ende der Verdichtung ist der Zylinder mit dem Kondensator verbunden. Von da ab aber steigt der Druck im Zylinder, bis der Entnahmedruck erreicht wird; dann öffnen sich die Rückschlagventile, und der Abdampf wird in die Entnahmeregung ausgeschoben, bis das Ventil *a* bei 10 vH vor dem Totpunkt den Zylinder abschließt.

Je größere Verdichtung das Ventil *b* einstellt, um so mehr Abdampf wird entnommen. Bei voller Abdampfentnahme bleibt das Ventil *b* geschlossen, gelangt also kein Dampf in die Kondensation. Die Diagramme in Abb. 14 und 15 zeigen die verschiedenen Stufen des Entnahmebetriebes.

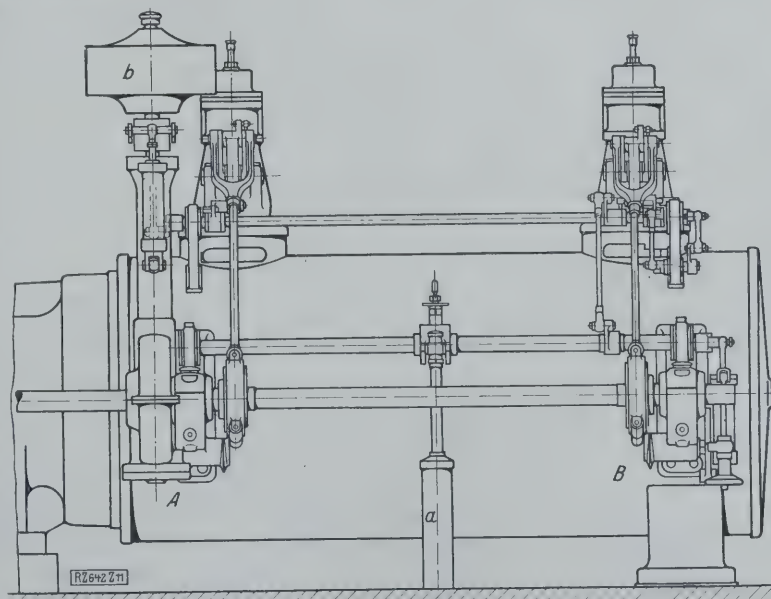


Abb. 11

Einzylindermaschine mit vereinigter Leistungs- und Entnahmereglung, Bauart Hartmann

a Entnahmeregler der Deckelseite *B* des Zylinders b Geschwindigkeitsregler der Kurbelseite *A* des Zylinders

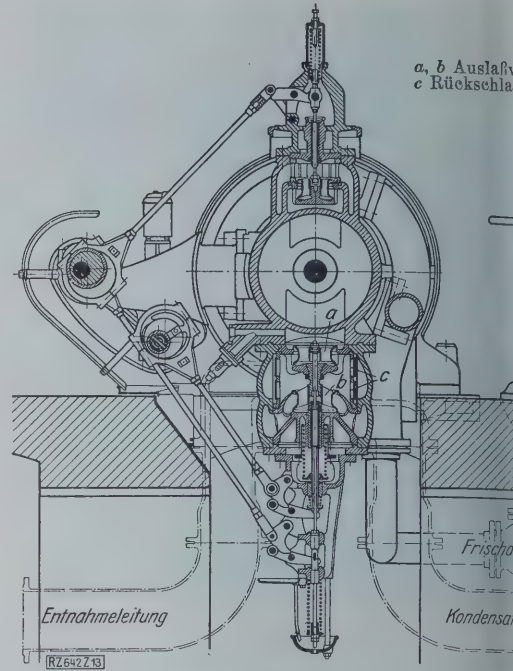
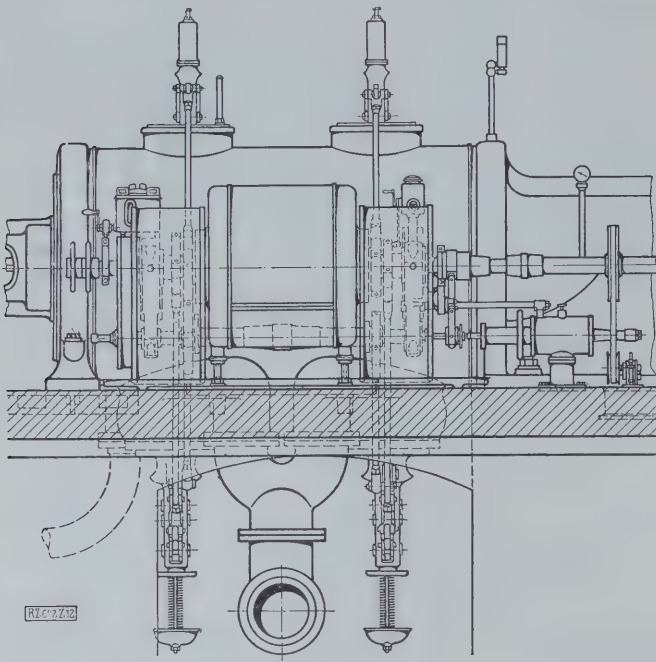


Abb. 12 und 13
Einzyylinder-Entnahmemaschine, Bauart Starke & Hoffmann, Hirschberg i. Schl.

bes. Die Bauart hat den Vorteil, daß man an Abdampf bis zu 100 vH der der Maschine zugeführten Dampfmenge entnehmen und die Leistung bis zum Höchstwert steigern kann, auch wenn kein Abdampf gebraucht wird. Selbst bei voller Abdampfungentnahme kann die Leistung fast den Höchstwert erreichen, wenn man von dem Diagrammstreifen unter der Gegendrucklinie absieht. Bei voller Entnahme geht auch kein Dampf an die Kondensation verloren.

Einschaltung der Maschine in die Kraft- und Wärmewirtschaft

Alle Vorrichtungen zur Zwischendampf- und Abdampfungentnahme haben das Merkmal, daß man im äußersten Fall nur so viel Dampf entnehmen kann, wie der Maschine als Frischdampf zugeführt wird. Verlangt der Betrieb mehr Dampf zu Heizzwecken, so muß man entweder Kesseldampf oder Speicherdampf zusetzen; das geschieht vielfach selbsttätig, wenn die Entnahmevorrichtung ganz offen ist und der Entnahmedruck trotzdem wegen des großen Bedarfs an Heizdampf weiter sinkt. Frischdampfzusatz verschlechtert aber die Wirtschaftlichkeit, weil Druckenergie verloren geht oder ein kostspieliger Dampfspeicher notwendig wird. Mitunter kann man sich so helfen, daß man benachbarte Betriebe kraft- oder wärmewirtschaftlich kuppelt, also überschüssigen Abdampf (Kraftwerke) an fremde wärmeverbrauchende Betriebe (Fernheizung) abgibt oder überschüssige Energie aus Betrieben mit star-

kem Wärme-, aber geringem Kraftbedarf (z. B. Fabriken) in ein fremdes Netz speist.

Die Einschaltung der Kolbendampfmaschine in die Kraft- und Wärmewirtschaft hat zu mannigfaltigen Anordnungen geführt. Eine Anlage, die die Anpassung der Kolbendampfmaschine besonders klar zeigt, Abb. 16, wurde von A. Borsig für eine Spinnerei in Asien geliefert. Die Zweikurbelmaschine hat zwei Zylinder, arbeitet mit Gegendruck und läßt sich bei geringem Kraftbedarf als Zwillingmaschine oder als Venturimaschine (Zylinderverhältnis 1:1) mit Zwischenentnahme betreiben, wobei die ND-Seite allerdings weniger leistet, oder endlich für den Notfall als Einzylindermaschine, wenn die andere Seite ausfällt. Der Drehzahlregler wirkt entweder auf die rechte oder auf die linke Seite der Pleuellstange, oder auf beide Seiten, der Entnahmeregler und die Steuerung lassen sich auskuppeln. Beim Ausschalten der Maschine muß man natürlich auch die Schubstange auskuppeln. Alle übrigen Umstellungen werden durch das Einlegen einfacher Kupplungen sowie durch das Einlegen von Wechselventilen ausgeführt.

Steigerung der Drehzahl

Die Steigerung der Drehzahl als Mittel, die Leistung der Maschine zu erhöhen, liegt zu nahe, als daß man sich nicht auch bei Kolbendampfmaschinen nicht immer zu dieser hätte. Leider mit nur geringem Erfolg, weil



Abb. 14
Einzeldiagramme eines Betriebes mit Entnahmemaschine bei verschieden starker Entnahme
550 mm Zyl.-Dmr., 650 mm Hub, 150 Uml./min, 350 bis 400 PS_i, 9,4 at, 275° C Frischdampf, 2,4 at Entnahmedampf

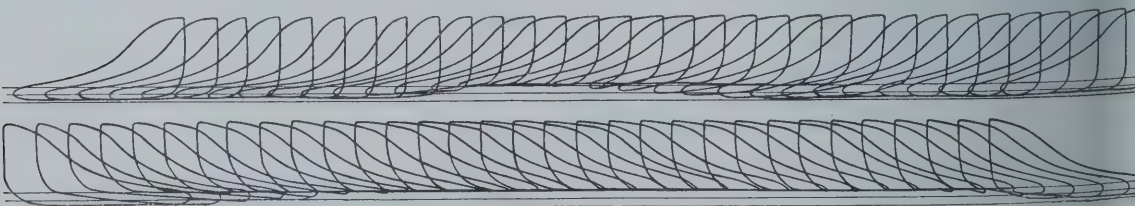


Abb. 15
Fortlaufende Diagramme eines Betriebes mit Entnahmemaschine
370 mm Zyl.-Dmr., 750 mm Hub, 102 Uml./min, 120 bis 170 PS_i, 10,5 at, 300° C Frischdampf, 0,95 at Entnahmedruck

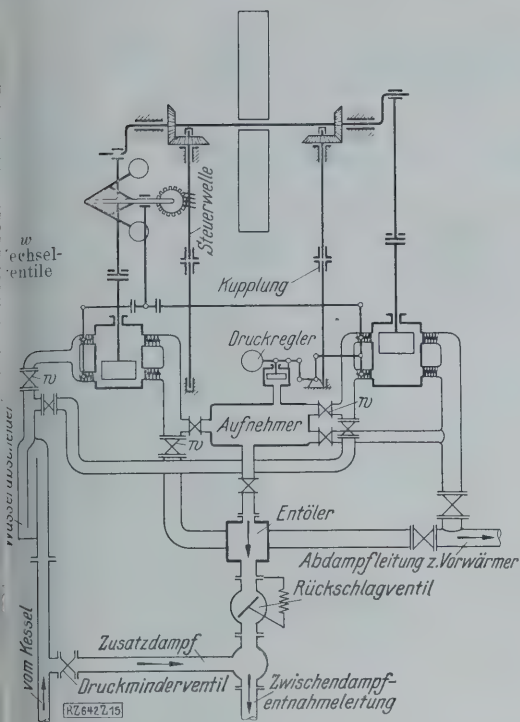


Abb. 16

Zweizylindermaschine von A. Borsig für eine Spinnerei in Ostasien

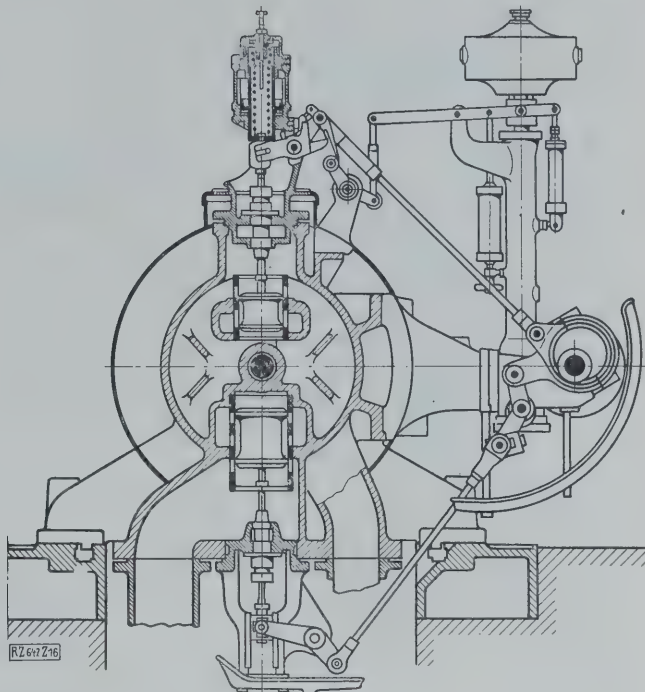


Abb. 17

Liegende Dampfmaschine von Rich. Hartmann, Chemnitz, für 350 Uml./min mit Kerchhove-Kolbenventilen in Verbindung mit Collmann-(Freifall-)Steuerung

kleinen stehenden Schiebermaschinen absieht, die man auch für den Antrieb von Ventilen usw. ohne Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit zu rd. 700 Uml./min ausgebildet hat. Dem Ferner scheint es befremdlich, daß man bei leichten Verdichtungsmaschinen, die doch auch Kolbenmaschinen sind, bei Leistungen von vielen Hunderten PS Drehzahlen von 1000 und 2000 Uml./min im Dauerbetrieb zu während die Kolbendampfmaschine bei Leistungen von 100 PS nur vereinzelt über Drehzahlen von 200 Uml./min hinausgekommen ist.

Die Schwierigkeiten, die sich da in den Weg stellen, sind außerordentlich groß und verschiedener Art. Bei der Verdichtungsmaschine steht für das Ansaugen des Gases in den Zylinder ein ganzer Hub zur Verfügung. Die Vorbereitung der arbeitsfähigen Ladung erfolgt im Zylinder. Die Dampfmaschine bezieht das fertige Arbeitsgas aus dem Kessel; dieses muß aber während eines Teils des Hubes in den Zylinder befördert werden. Das ist schon schwierig, bei üblichen Drehzahlen für die kurze Dauer des Dampfeintritts so viel Querschnitt zu geben, daß keine übermäßige Drosselung stattfindet, so daß bei hoher Drehzahl fast zur Unmöglichkeit, die Pleueln und Gestänge der Steuerung den Beschleunigungskräften nicht gewachsen sind, die bei hohen Drehzahlen auftreten. Ähnlich ist es auch bei den Auslaßventilen. Zwar stehen für den Auslaß längere Zeiten zur Verfügung als für den Einlaß, dafür hat aber der Dampf bei der Dehnung ein vielmal größeres spezifisches Volumen.

Außerdem kommt die Schwierigkeit, die Massenwirkungen im Pleuelwerk zu beherrschen. Die leichte Verbrennungsmaschine ist einfachwirkend. Pleuelstange und Pleuelkopf entfallen. Pleuel und Pleuelstange sind bei Verwendung von Leichtmetallen leicht, die umlaufenden Pleueln durch Gegengewichte an den Pleueln, die Wirkungen der hin- und hergehenden Massen durch geeignete Pleuelzahl und Pleuelversetzung innerhalb der Maschine auszugleichen.

Einfachwirkende Kolbendampfmaschinen hat man daher bisher nicht mit Erfolg herstellen können. Das am weitesten entlang in das Pleuelgehäuse übertretende Pleuelgas vermischt sich mit dem Schmieröl im Pleuelgehäuse, während dieses durch das Pleuelwerk hochge-

schleudert wird und in den Expansionsraum gelangt, wo es den Dampf verunreinigt und beim Rückspeisen Kesselschäden hervorruft. Werden aber doppeltwirkender Pleuel und Pleuelkopf beibehalten, so lassen sich die Massen nicht wesentlich verringern, da man wegen der hohen Temperaturen im wärmeisolierten Zylinder — im Gegensatz zu den gekühlten Zylindern der Pleuelmotoren — und der damit verbundenen großen Ausdehnungen für Pleuel und Pleuelstange keine Leichtmetalle anwenden kann.

Die Sächsische Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann, Chemnitz, hat trotz dieser Schwierigkeiten eine größere liegende Dampfmaschine für 350 Uml./min betriebsicher und mit hohem Wirkungsgrad durchgebildet⁴⁾. Hierbei kamen die Vorteile der von dieser Fabrik seit 1905 verwandten Kerchhove-Kolbenventile in Verbindung mit der neuen Collmann-(Freifall-)Steuerung, Abb. 17, gut zu statt. Die Ausklinksteuerung übt, auch bei hohen Drehzahlen, nur ganz geringen Rückdruck auf den Pleuel aus, im Gegensatz zu allen Zwanglauf- und Pleuelschlüssigen Steuerungen. Andererseits erlaubt gerade das Pleuelventil die Anwendung der Ausklinksteuerung, da es wegen seiner großen Überdeckungen auch bei kleinen Füllungen noch große Hübe ermöglicht. Im Gegensatz zu den Pleuelschließventilen, die mit der Geschwindigkeit null öffnen und schließen, gibt das Pleuelventil schnell genügenden Querschnitt frei, da man die Überdeckungen so bemessen kann, daß die Eröffnung gerade bei der größten Pleuelgeschwindigkeit beginnt und endet. So erzielt man hier auch bei Drehzahlen von 350 Uml./min noch fast ungedrosselte Pleuelströme.

Die Massenwirkung der Pleuelwerkteile, die von der gebräuchlichen Anordnung nur wenig abweichen, wird durch sorgfältige Durchbildung der Pleuelölschmierung bekämpft. Aus den Versuchen von Pleulster⁵⁾ geht hervor, daß die Gefährlichkeit der Stöße im Pleuelwerk, die der Pleuelwechsel in der Nähe der Pleuelpunkte hervorruft, nicht von der Lage des Pleuelwechsels, sondern vom Maß des Pleuelanstiegs abhängt, d. h. von der Drehzahl und von dem Winkel, unter dem die Pleueldrucklinie die Pleuelnulllinie schneidet. Hieraus folgt zunächst, daß sich Pleueldruckmaschinen für hohe Drehzahlen besonders gut eignen. Außerdem haben diese Versuche gezeigt, daß bei ange-

⁴⁾ Vergl. „Hochdruckdampf“, Berlin 1924, VDI-Verlag, S. 59.

⁵⁾ Forschungsarbeiten, herausgeg. vom V. d. I., Heft Nr. 172/73.

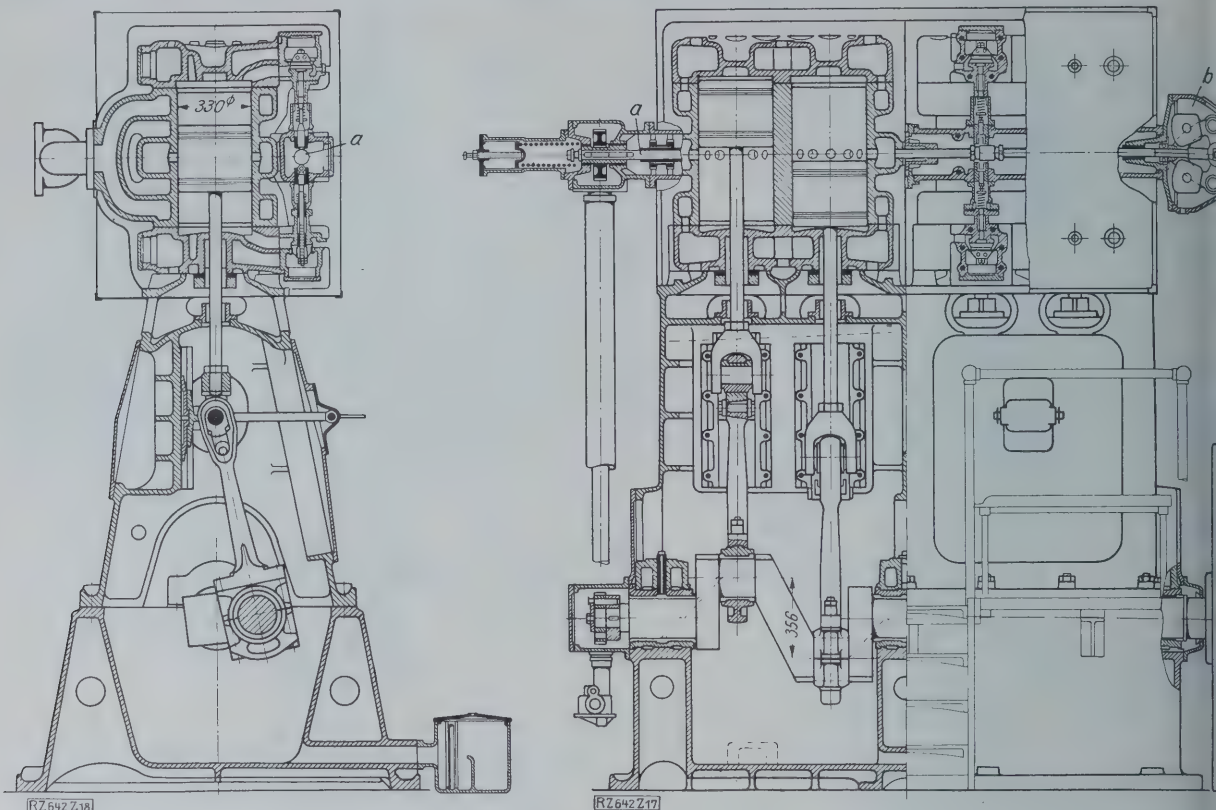


Abb. 18 und 19. Stehende schnellaufende Gleichstrom-Dampfmaschine der Ames-Iron-Works, Oswego N. Y.
a Nockenwelle für die Einlaßsteuerung b Achsenregler

messenem Lagerspiel die Druckstöße am Kreuzkopfbolzen und am Kurbelzapfen stark gemildert werden, wenn man genügend zähflüssiges (gekühltes) Öl unter hinreichendem Druck zuführt; als Öldruck an der Lagerstelle hat sich 0,7 at schon als genügend erwiesen. Diese Feststellungen hat man bei der Entwicklung der raschlaufenden Dampfmaschine Bauart Hartmann benutzt. Die verhältnismäßig kleine Maschine hat als mechanischen Wirkungsgrad 95 vH und (bei der ungünstigen Eintrittspannung von 6 at) als thermodynamischen Wirkungsgrad ebenfalls 95 vH ergeben.

Zur Behebung der Dampfeinlaßschwierigkeiten bei hohen Drehzahlen hat Stumpf als Ersatz für das gebräuchliche, oft undichte Doppelsitzventil ein Tellerventil⁶⁾ ausgeführt, das geringere Masse hat und zur Erzielung genügender Durchgangsquerschnitte besonders hoch angehoben wird. Der Antrieb für die Steuerung wird von einer Welle mit doppelter Drehzahl der Maschine abgeleitet.

Eine bemerkenswerte Bauart schnellaufender Dampfmaschinen aus dem amerikanischen Dampfmaschinenbau ist eine stehende vierzylindrige Gleichstrom-Auspuffmaschine, von 500 PS bei 360 Uml./min, Abb. 18 und 19, die die Ames-Iron-Works, Oswego N. Y., in Reihen herstellen. Merkmale dieser Maschine sind: Auspuffbetrieb — im amerikanischen Dampfmaschinenbau tritt immer noch Wirtschaftlichkeit gegenüber Leistungsfähigkeit zurück —, vier Zylinder zum besseren Ausgleich der Massenwirkungen bei 180° Kurbelversetzung (zweite und dritte Kurbel unter 90°), Gleichstromwirkung, also Fortfall der Auslaßsteuerung und die Möglichkeit, reichliche Auslaßquerschnitte unterzubringen. Die Einlaßsteuerung betätigt eine vor den Zylindern liegende Nockenwelle *a*, die ähnlich wie bei Fördermaschinen durch einen Achsenregler *b* axial verschoben wird. Hierdurch werden die hin- und hergehenden Massen der Steuerung auf das äußerste Maß beschränkt.

Das Triebwerk wird mit Drucköl geschmiert. Beachtenswert sind Maßnahmen, die die billige Herstellung ermöglichen sollen: je zwei Zylinder sind in einem Block gegossen, Ventiltaschen und Steuerwellengehäuse sind abschraubbar, die Kurbelwelle ist nur dreimal gelagert. Der-

artige Maschinen werden fast ausschließlich mit erzeugern gekuppelt. Zur Zeit ist das Werk das Strömungsenergie des Auspuffdampfes in einer Düse den Auspuffschlitzen und einem gemeinsamen Diffusor der Auspuffleitung auszunutzen, also den Dampf aus dem Zylinder abzusaugen (Saugauspuff), damit die Dampferzeugung weiter gesteigert werden kann.

Die weitere Entwicklung der Kolbendampfmaschine wird in hohem Maße davon abhängen, daß es der Verbrennungstechnik gelingt, neben hohen Drücken und Temperaturen über 410°C zu beherrschen, über die bis heute noch nicht hinausgehen durfte. Zur Vermeidung der Drehzahlen fehlen ferner Leichtmetalle bei geringem spezifischen Gewicht und hoher Festigkeit auch bei hoher Temperatur geringe Dehnungen aufweisen. Von der Schmiermitteltechnik wird noch ein weiterer Fortschritt erwartet, das bei hohem Verdampfungspunkt Überhitzungen und Kolbengeschwindigkeiten über der heutigen oberen Grenze, erlaubt.

Je besser sich diese Hoffnungen erfüllen, um so mehr wird die Kolbendampfmaschine in ihr ureigenes Gebiet, das Hochdruckgebiet, abwandern und das Niederdruckgebiet mit Abdampfverwertung der Dampfturbine überlassen. Man wird bei Vorschaltmaschinen mit hohem Eintrittsdruck und hohem Gegendruck auf die Verbundwirkung verzichten können, da sie nur im Bereich hoher Überdrehungen arbeiten. Hohe Drehzahlen werden Vermehrung der Drehzahl zur Erzielung guten Massenausgleichs und Gleichgewichtes bedingen. So werden sich die Kolbendampfmaschinen immer mehr den leichten Verbrennungsmotoren nähern. Ob es allerdings angängig ist, bei hohen Drehzahlen die Steuerbewegung zwangsläufig auf Gestänge auf die Ein- und Auslaßorgane zu übertragen, fraglich. Übertragungsmittel, die mit Druckwasser, Öl, Dampf oder Druckluft arbeiten, sind in den Auspuffschlitzen vorhanden und bieten vielleicht einen Ausweg.

Welche Möglichkeiten der Kolbendampfmaschine offen stehen, mag man daraus ersehen, daß eine schnellaufende Höchstdruck-Vorschaltmaschine von den angegebenen Drehzahl der Maschine in Abb. 18 bei 60 at abs Anfangsdruck und 10 at abs Gegen-
($p_m = 18,7$ at) 3500 PS leisten würde. [B 6]

⁶⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 672.

Messung von Arbeitswiderständen und Beanspruchungen

Von Prof. Dr.-Ing. Sachsenberg, Dr.-Ing. Osenberg und cand. ing. Gruner, Dresden

Es wird ein neues Meßgerät beschrieben, das mit Hilfe elektrischer Schwingungen trägheitsfreie Messungen an Werkzeugmaschinen sowie Feststellung von Induktivitätsveränderungen und Lageveränderungen kleinster Art gestattet. An einer Reihe von Beispielen wird die Wirkungsweise erklärt.

der Untersuchung der verschiedensten Beanspruchungen in der Technik, z. B. bei Werkzeugmaschinen, war man bis heute auf verhältnismäßig empfindliche und nicht trägheitsfreie Meßgeräte angewiesen, wie Meßdose, Feder, Hebelwagen u. ä. Auch in auf die feineren Verfahren, z. B. mit dem Oszilloskop, übergeht, muß man doch träge Vorrichtungen anwenden, soweit es sich nicht um reine Schwingungen handelt. Diese Übelstände machten sich auch bei Werkzeugmaschinen-Untersuchungen und Messverfahren an der Technischen Hochschule zu Berlin bei den verschiedensten Forschungen an Werkzeugmaschinen und Werkzeugen fühlbar, so daß ein Meßverfahren gefunden werden mußte, das mehr leistete als die bisherigen und das nach Möglichkeit auch eine Übertragung der Meßstelle an geschützte Untersuchungsstellen in die Hörsäle erlaubte. Man erstrebte ein leicht zu bedienendes mit der zu untersuchenden Stelle nicht fest verbundene Meß- und Aufnahmegerät; an der Meßstelle sollte leicht anzubringende einfache Meßmittel vorhanden sein. Die Eigentümlichkeit der Vorgänge erforderte eine regelbare Empfindlichkeit des Aufnahmegeräts. (Meßdose¹⁾, die bisher immer benutzt wurde, ist in ihrem Meßbereich beschränkt. Bei dem Gerät sollte der Meßbereich für jede neue Lage leicht und sicher in kurzer Zeit vergrößert werden können. Jeder Vergrößerung des Meßbereichs verlangten Bereich ohne wesentliche Verzerrungen einzustellen sein.

In diese Aufgaben traten andere, die der Psychophysik und Physiologie zu lösen hat und die am besten gelöst werden können, wenn der Meßbereich des Gerätes in seinem Umfang verändert werden kann. So entstand in Zusammenarbeit der drei Verfasser mit dem Psychologen Dr. Wohlfahrt ein Gerät, das die Bedingungen der Abb. 1.

Elektrische Hochfrequenz-Schwingungskreise sind sehr empfindlich gegen kleinste Veränderungen. Ihre Empfindlichkeit ist bestimmt durch ihre Kapazität und Induktivität. Man verbindet also den Meßgegenstand mit zwei Kondensatorplatten so verbindet, daß diese infolge der zu unter-

suchenden Veränderungen einander nähern oder von einander entfernen, so ist die Frequenz eines mit dem Kondensator verbundenen Hochfrequenz-Schwingungskreises abhängig von den Veränderungen des Meßgegenstandes. Man braucht nur die Frequenz des Schwingungskreises aufzuzeichnen, um ein genaues Bild der Vorgänge am Meßgegenstand zu erhalten. Das Gerät zeichnet die Frequenzänderungen als helle und dunkle Streifen auf den lichtempfindlichen Papierbelag einer Trommel, die während ihrer Drehung gleichmäßig in Achsenrichtung verschoben wird. Der Vorteil dieser Anordnung liegt neben der Trägheitslosigkeit auch in der Möglichkeit, die Ordinatengröße der Aufzeichnungen in weitestem Maße zu verändern, also verschiedene Meßbereiche zu benutzen. Dies wird sehr einfach erreicht, indem man entweder den Flächeninhalt der Kondensatorplatten verändert, oder indem man die Platten in größerer oder geringerer Entfernung voneinander anordnet.

Aus der Art der Aufzeichnung ergibt sich die Berechnung des Zeitunterschiedes T zweier Aufnahmepunkte eines Schaubildes. Bezeichnet

- h den Streifenabstand im Schaubild in mm,
- n die Zahl der Trommelumläufe in 1s,
- u den Umfang der Trommel in mm,
- y_1 und y_2 die Ordinaten der beiden Punkte in mm,
- l den Abszissenunterschied in mm,

und setzt man

$$\frac{u}{h} = c_1, \text{ so ist}$$

$$T = \frac{u + y_2 - y_1 + c_1 l}{u n} \text{ s.}$$

Will man einen Vorgang von t s Dauer über einer Abszissenlänge von a mm aufzeichnen, so muß die Trommel in 1 s

$$n = \frac{a}{h t}$$

Umläufe machen.

Für Vorführungszwecke (Hörsäle) werden die Frequenzänderungen durch Überlagerung einer gleichbleibenden Hochfrequenzschwingung hörbar gemacht; die Höhe des entstehenden Schwebungstones richtet sich nach den Veränderungen am Versuchsgegenstand. Auch dieses Verfahren ist höchst empfindlich und unabhängig von der räumlichen Entfernung von Aufnahme- und Beobachtungsort.

Für die Anwendung seien hier einige Beispiele gebracht. Die Messung der drei Druckkräfte am Drehstuhl wurde bisher entweder am Meßschlitten²⁾ von Losenhausen oder mit getrennten Meßdosen vorgenommen.

Abb. 2 zeigt diese Messung nach dem neuen Verfahren. Der Kondensator ist am Stahl und am Schlitten selbst angebracht, so daß die Schwingungen des Schlittens die Messung nicht beeinträchtigen. Selbstverständlich kann ein Kondensator auch in der zweiten Seitenrichtung angebracht werden, so daß durch abwechselnde Einschaltung des einen oder des anderen Kondensators die zwei Kräfte gleichzeitig in dem Schaubild aufgezeichnet werden, und zwar übereinanderliegend. Der Rückdruck würde im Schlitten selbst durch einen dritten Kondensator, der abwechselnd mit eingeschaltet werden könnte, gleichzeitig gemessen und auf dem gleichen Bildstreifen aufgezeichnet werden.

In Abb. 4 ist die Aufzeichnung der Messung wiedergegeben. Das Schaubild macht zunächst einen unregelmäßigen Eindruck. Dies war aber in diesem Fall beabsichtigt, um möglichst große Veränderungen des Stahl Druckes zu zeigen. Die Strecke a zeigt die erste ganz

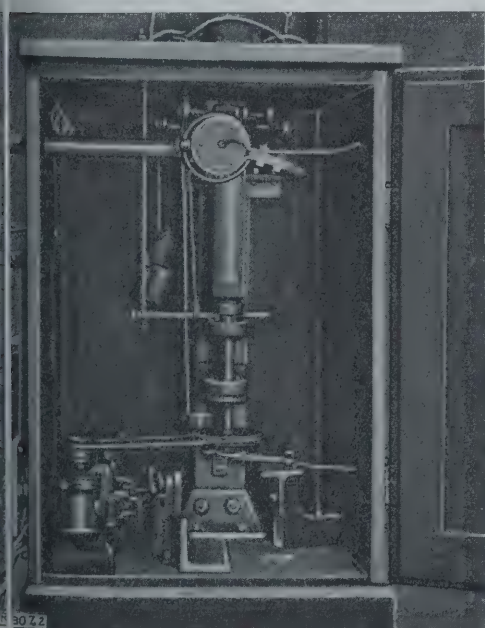


Abb. 1
Meßgerät, geöffnet

²⁾ „Maschinenbau“, Bd. 4 (1925) S. 176.

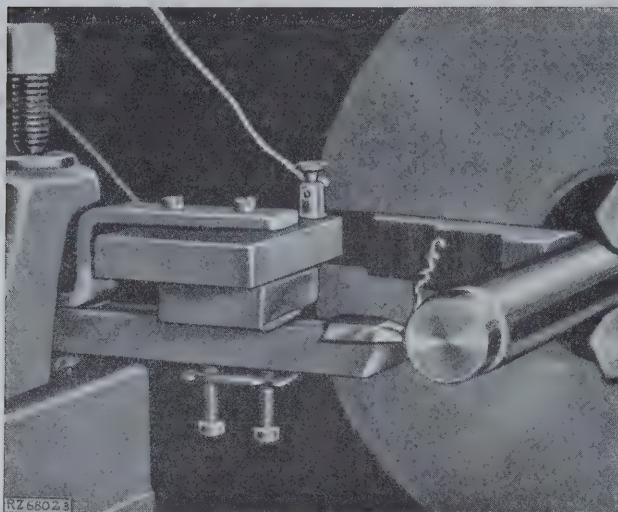


Abb. 2

Einbau des Aufnahmekondensators an der Drehbank

leichte Zustellung mit leichtem Einhaken des Stahles, *b* zeigt eine kräftigere, kurze Zustellung, worauf der Stahl zurückgenommen wurde; *c* zeigt eine längere Zustellung etwa gleicher Größe, bei der Schwingungen des Stahles durch Einhaken, das mit dem Auge nicht zu beobachten war, stattgefunden haben. Die Strecke *d* zeigt zweimaliges sehr kurzes Einstechen; *e* zeigt die Beanspruchung des Stahles beim Längsdrehen, ebenso die Strecke *f* bei kurzem Längsdrehen und die Strecke *g* beim Längsdrehen mit geringer Spandicke. Die Zeitdauer der Messung betrug etwa 30 s. Selbstverständlich kann man jede beliebige lange Zeit, bis zu Stunden, auf dem Bildstreifen aufnehmen; dann treten natürlich die ganz kurzen Feinheiten mehr zurück.

Am Hobelstahl wird der Meßkondensator ebenso eingespannt wie beim Drehstuhl. Hieraus ist das Schaubild, Abb. 4, entstanden. Das Werkstück war absichtlich schief eingespannt, so daß der Span zunächst dünn war und immer dicker wurde. Außerdem war die Oberfläche nicht eben. Die Hobellänge betrug nur 20 mm; infolgedessen sind die Lichtlinien, die die Beanspruchungen zeigen, sehr schmal geworden. Lichtlinie *a* zeigt die Beanspruchung des Hobelstahles über die Fläche von 20 mm hinweg, und zwar in mehreren Stufen. Man sieht zunächst deutlich das Ansteigen der Beanspruchungen gegen Ende des Hobelganges. Die Lichtlinie *b* zeigt ein Aussetzen des Stahles infolge der Unebenheit der Fläche. Beachtenswert ist die Lichtlinie *c*. Der Hobelstahl setzt bei

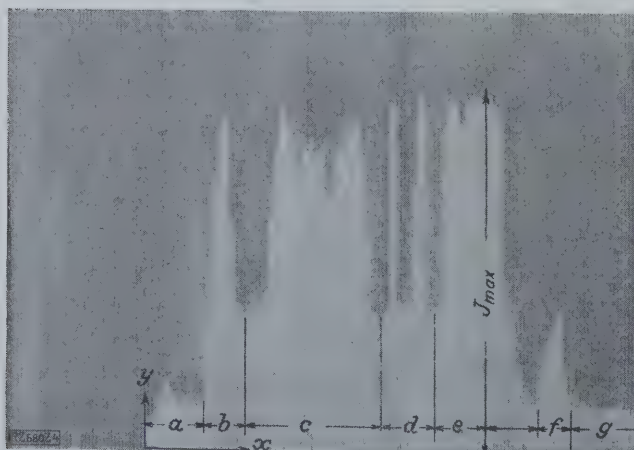


Abb. 3

Messen des Stahldruckes auf der Drehbank

Abb. 5. Einbau des Aufnahmekondensators
dem Torsionsstück der Bohrmaschine

c ein, kommt in ein Loch, der Druck hört auf, *s* wieder ein, und die Beanspruchung steigt höher. *d'* liegen die Verhältnisse entsprechend, nur ist nicht mehr vollständig ausgebildet. Bei der Fl¹ mit Absicht eine Person in den Sendekreis hinein und hat die Übertragung gestört. Das zeigt die h¹findlichkeit des Gerätes natürlich auch gegen¹gen. Bei richtiger Verwendung kann man die findlichkeit jedoch für die verschiedensten M¹ausnutzen.

Abb. 5 zeigt den Einbau des Meßkondensator Bohrmaschine. Der Bohrer ist in ein Futter ein zwischen Spindel und Bohrer sitzt ein Verdreh¹ähnlich dem Torsionsdynamometer³⁾. Die beide des Dynamometers tragen die beiden Konde¹platten. Bei diesen Messungen sind die beide streifen, Abb. 6 und 7, entstanden.

Abb. 6 stellt dar, wie das Gerät für d¹momente geeicht worden ist. Für wissenschaftl¹suche würde man zweckmäßig die Eichung in kleine Abschnitte zerlegen.

In Abb. 7 sieht man sehr deutlich das Arb¹Bohrers. Links setzt die Bohrspitze ein, geht im in das Metall hinein und bohrt auf der rechten Schaubildes voll. Zum Schluß zeigt sich noch d¹versetzung eine Steigerung des Drehmomentes über höhe hinaus.

³⁾ Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 830 und Bd. 69 (1925) S. 353.

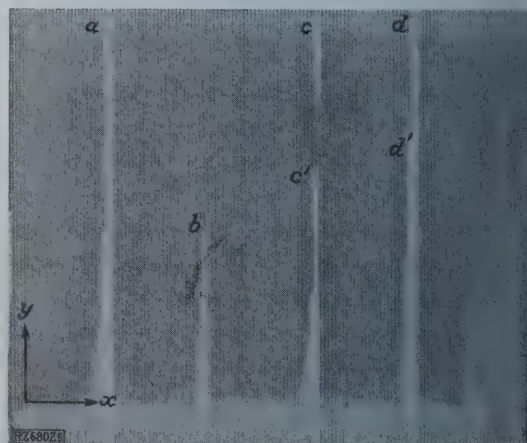


Abb. 4

Messen des Stahldruckes beim Hobeln

nach Abb. 8 wurde die Durchbiegung eines Trägers
sen. Hier sind die Ordinatenachsen nach unten ge-
weil sich die Kondensatorplatten nicht wie bei den
1 Aufnahmen bei zunehmender Belastung vonein-
entfernten, sondern näherten. Bei *a* ist eine
mäßige, langsam zunehmende Belastung des Bal-
bei *b* eine stoßartige, bei *c* und *d* eine etwas ruckartige
me der Belastung hervorgerufen worden. Die
n sind nicht ganz ausgelaufen, weil die Einstellung
leßbereich überschritt. Aus der Abbildung sieht man
wie man Höhen- und Entfernungsveränderungen
niedenster Art aufzeichnen kann, je nach Einstel-
es Gerätes auf große oder geringe Empfindlichkeit.

n diesen Beispielen, die sich beliebig vermehren
kann man die Verwendbarkeit des neuen Geräts
verschiedensten Messungen an Werkzeugmaschi-
narien usw., zum Auswuchten und dergl. erkennen.
rpunktverschiebungen jeder Art bei dynamischen
tatischen Auswuchtungen sind leicht festzustellen,
b, Druckverhältnisse an unzugänglichen Stellen und
ngen an schnell laufenden Maschinen an allen Stel-
e Spannungen ausgesetzt sind.

er Verwendungsbereich des Gerätes ist aber noch
er läßt sich auch auf physiologische Erscheinun-
usdehnen. Die Atmung wird häufig durch einen
ischlauch, der um die Brust gelegt ist, in Verbin-
mit einem Quecksilbermanometer gemessen. Weil
m Gerät die Übersetzungsverhältnisse beliebig sind,
en kleinste Änderungen des Quecksilberspiegels.
3 zeigt den Vorgang beim Atmen. Bei den Ab-
en *a*, *b*, *d* und *e* wurde gleichmäßig geatmet, bei der
e *c* wurde gehustet. Die Aufzeichnungen sind ab-

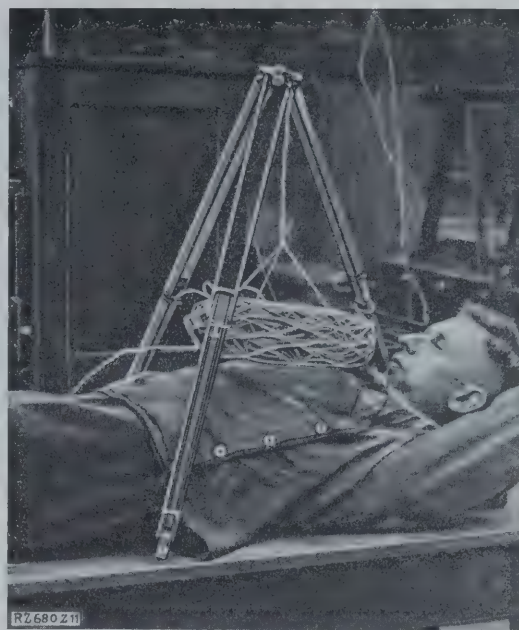


Abb. 10
Trägheitslose Atmungsmessung

gerundet, da Manometer und Luftpolster eine gewisse
Trägheit besitzen. Will man die Form der Atmung ge-
nau feststellen, so muß man die Anordnung Abb. 10 wäh-

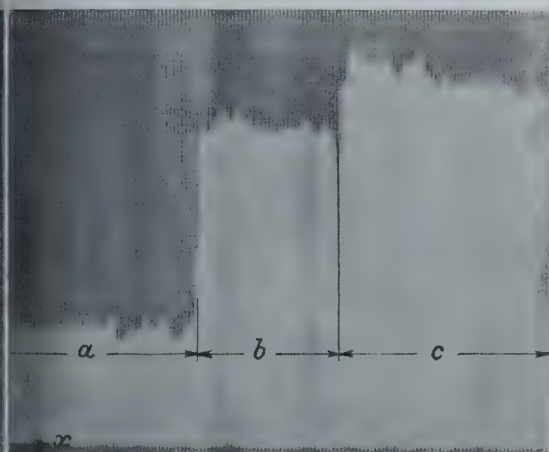


Abb. 6
Eichung des Gerätes an der Bohrmaschine

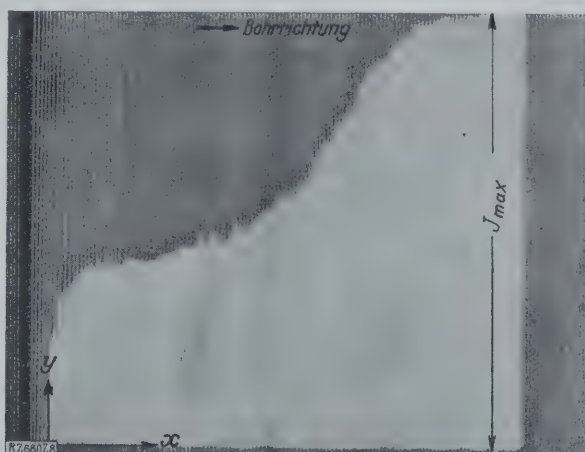


Abb. 7
Messung des Bohrdrehmomentes

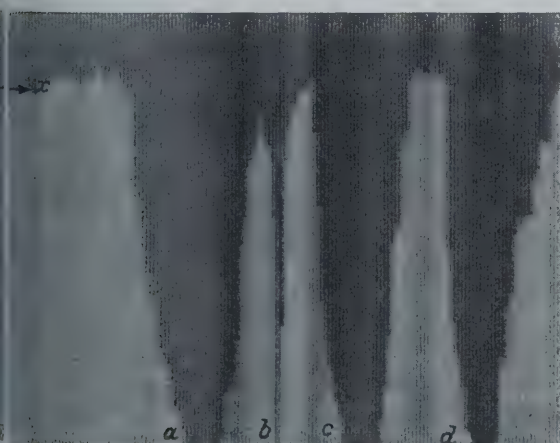


Abb. 8
Durchbiegung eines Trägers

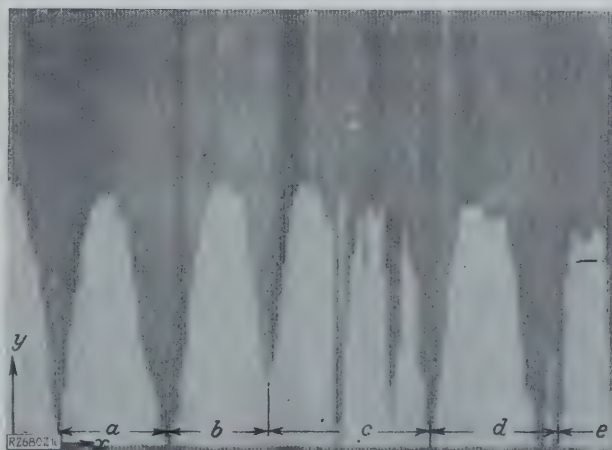


Abb. 9. Schaubild der Atmungsmessung
mit Luftschlauch und Manometer

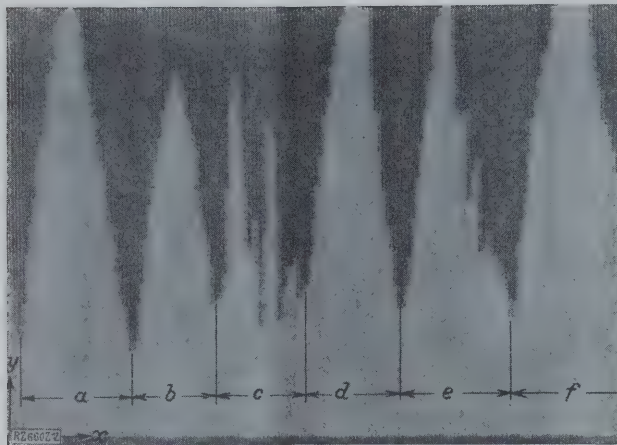


Abb. 11
Schaubild der trägheitslosen Atmungsmessung

len, wobei man die Induktivität einer Spule durch die Annäherung des Brustkorbes beim Atmen verändert. Hieraus ist der Bildstreifen, Abb. 11, entstanden, der scharfe Spitzen zeigt. Die Strecken a, b, d und f zeigen regelmäßige Atemzüge, bei c ist gehustet und im Abschnitt e gesprochen worden.

In Abb. 12 ist die Anbringung des Kondensators auf dem Handgelenk zum Nachweis der Pulscurve dargestellt.

Das Anwendungsgebiet dieses Meßgerätes läßt sich noch beliebig ausdehnen. So könnte man die Stärke von Licht- und Wärmestrahlen durch das Ausweichen berufter Flächen infolge der Reaktionswirkung der Strahlen messen. Der Vorteil des Gerätes liegt besonders darin, daß es im luftverdünnten Raum, in dem diese Wirkung gemessen werden muß, sehr leicht anzubringen ist und daß auch

ganz geringe Bewegungen mit beliebiger Vergrößerungs-
trägeitslos übersetzt werden. Auch Schallvorgänge
sehr leicht zu verfolgen, indem die Erschütterung
Membran an den verschiedensten Stellen aufgez
wird. Die Änderung der Dielektrizitätskonstante
Gas- und Flüssigkeitszusammensetzungen und den
an festen Körpern, wie Kohlenstaub in Gasen, ka
leicht messen und auftragen. Sehr wertvoll verspr
Gerät auch für die Werkstoffprüfung zu werde
mit ihm schon die kleinste Dehnung von Zerrei
und ähnliche Bewegungen festzustellen sind, Z
sung der Ungenauigkeiten ebener Flächen kann
rät benutzt werden, indem eine Kondensatorplatte
über die Fläche geführt wird. Die Ungenauigkeit
höhlungen und Vertiefungen) verändern den A
zwischen der Fläche und der Kondensatorplatte un
den auf dem Bildstreifen aufgezeichnet. Fernüber
ist bei allen Messungen möglich.

Das neue Meßgerät wird zur Zeit im Versu
für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge an der
schen Hochschule Dresden weiter entwickelt. [E

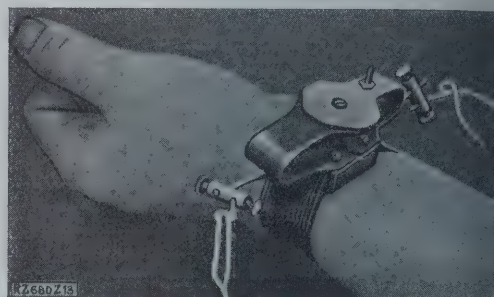


Abb. 12
Pulsmessung

Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik

Der Deutsche Verband für die Materialprüfungen der Technik hielt am 27. Oktober seine 19. Hauptversammlung im Rahmen der Werkstofftagung in Berlin ab. In der Begrüßungsansprache wies der Vorsitzende, Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Köttgen, auf die gewaltigen Fortschritte hin, die das Materialprüfungswesen in der letzten Zeit gemacht hat, und betonte die Bedeutung der Materialprüfung besonders für die industriellen Betriebe. Die Arbeiten des Verbandes, über die in der Mitgliederversammlung allgemein berichtet wurde, umfassen das gesamte Gebiet der Bau- und Werkstoffprüfung und zeigen, in welchem großen Maße die Stoffkunde als Wissenschaft ein unentbehrliches Hilfsmittel der Technik geworden ist.

In Anlehnung an die Aufgaben der Werkstofftagung waren die im wissenschaftlichen Teile der Hauptversammlung gehaltenen Vorträge auf das Gebiet der Metalle abgestellt. Zunächst sprach Prof. Dr.-Ing. Nádai, Göttingen, über die Kinematik der plastischen Formänderungen¹⁾. An vielen Stellen, besonders in den Werken der metallherstellenden und -verarbeitenden Industrie, bilden die plastischen Formänderungen der Metalle den Gegenstand eingehender Forschung. Als ein überaus anschauliches Mittel zur Darstellung dieser Formänderungen haben sich die Gleitflächen erwiesen, deren Bildungsgesetze sich bereits weitgehend mit Mitteln der Mechanik voraussagen lassen. Zur Untersuchung der Plastizitätsbedingung diente eine Festigkeitsmaschine, in der Versuchskörper gleichzeitig auf Zug und Verdrehung beansprucht werden konnten. Eine weitere Versuchsanordnung gestattete die Erzeugung von zusammengesetzten Beanspruchungen der Probekörper auf Zug und Innendruck. Zur mathematischen Behandlung des Gleichgewichtszustandes von Massen im plastischen Zustande liegen verschiedene Ansätze vor. Folgende Aufgaben wurden kurz behandelt: das Pressen einer plastischen Masse zwischen zwei harten reibenden Platten, die Biegungsfrage, die Verdrehungsbeanspruchung und Fälle, bei denen ein hoher Druck auf eine kleine Fläche über-

tragen wird. Zur Unterstützung der theoretischen dienten Beobachtungen über die Gleitflächen in beanspruchten Eisenstücken, von denen eine Anzahl Lichtbild vorgeführt wurde.

Prof. Dr.-Ing. Ludwig, Wien, behandelte das „Die Bedeutung des Gleit- und Reißwiderstandes Werkstoffprüfung“. Dieser Vortrag ist im vollen V in Nr. 44 S. 1532 dieser Zeitschrift erschienen.

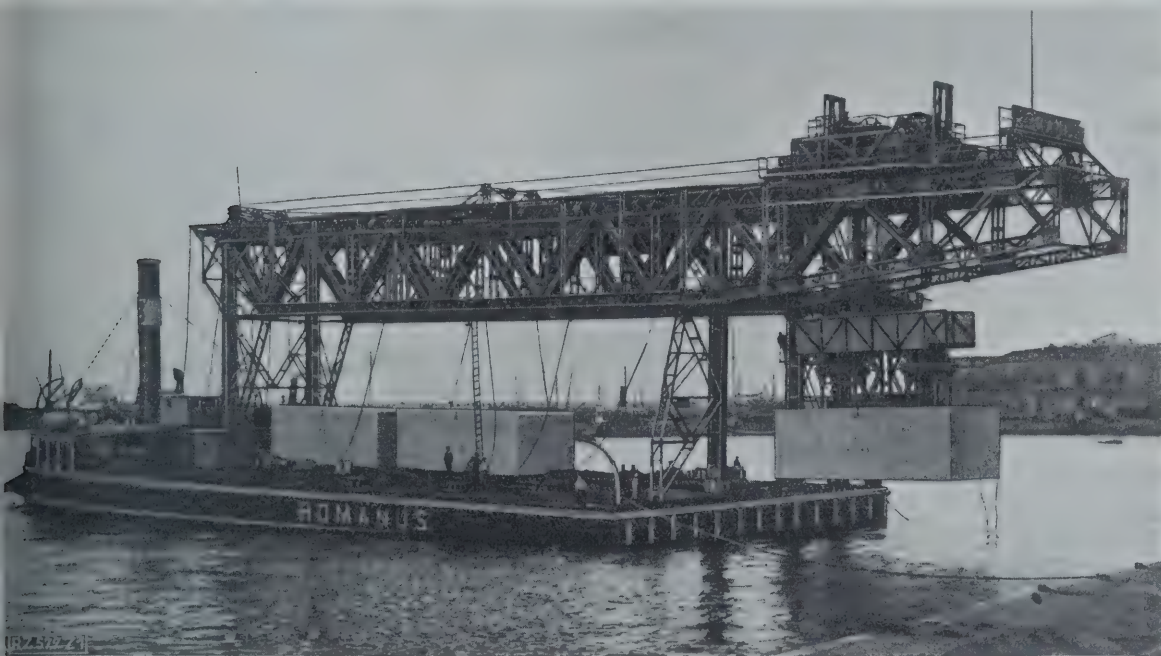
Zum Schluß berichtete Prof. Dr.-Ing. Enßlin, über die Grundlagen der theoretischen Festigkeitslehre. Seine Ausführungen schlossen sich an seinen Aufsatz „Die Festigkeitsaufgaben und Behandlung“ in Nr. 43 S. 1486 dieser Zeitschrift an. Die scheinbar einfachen Begriffe Elastizität und Grenze, die bei der Festigkeitsrechnung unbedingt genommen werden, sind in der letzten Zeit heftig umstritten. Hingegen sind auf anderen Gebieten der Werkstoff- und -forschung in den letzten Jahren bedeutende Schritte aufzuweisen, z. B. in der Kristall- und Rorschung sowie in der Frage der Dauerfestigkeit.

Zur Aufstellung einer Festigkeitstheorie aus dem bestand des inneren Stoffaufbaues ist es aber bis heute nicht gekommen. Die Schwierigkeiten hierbei liegen darin, daß die Beanspruchungsgrenze, die durch die Versuchsfeststellung festzustellen ist, einerseits den Anforderungen der technischen Praxis entsprechen, andererseits genau fest und einwandfrei durch den Versuch ermittelt sein muß. sich hieraus für die Versuchsausführung und die Werkstoffprüfung. Versuchswerkstoffes ergebenden Anforderungen wurden dem Vortrag besprochen. Es hat sich als besonders wichtig herausgestellt, der Tatsache der Werkstofffehler über eine klare Stellung zu finden, da mit fehlender Werkstoff keine Gesetzmäßigkeiten zutage gebracht werden können. Das Ergebnis dieser auch für die wichtigeren Fragen ist bei Versuchen über die Zug- und Drehstreckgrenze von Stählen verwertet worden, was die Lehrmeinung von der elastischen Arbeit bestätigt. der zufolge der Werkstoff an die Fließgrenze gebracht, wenn die elastische Arbeit in 1 cm³ Werkstoff ein bestimmter Grenzwert erreicht. [N 959]

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 317.

Molenbau mittels eines 400 t-Schwimmkranes

Entwicklung des Molenbaus — Aufbau der Mole von Bari — Die im Molenbau gebräuchlichen Fördergeräte — Beschreibung des Windwerkes und der Blockaufnahmevorrichtung des 400 t-Schwimmkranes.



Schwimmkran von 400 t Tragkraft, erbaut von der Demag, Aktiengesellschaft, für den Hafen von Bari

Der Hebung des Osthandels werden in Italien an dem Hafen von Bari bedeutende Umbauten und Erweiterungen vorgenommen. Nach deren Fertigstellung soll der Hafen für etwa 300 Schiffe Liegeplätze an seiner etwa 4000 m langen Hafenmauer bieten können, wovon etwa 1000 m Mole frei ins Meer hinausgebaut werden. Diese Mole berücksichtigt alle Erfahrungen, die beim Bau und der Unterhaltung derartiger Hafenanlagen gemacht worden sind.

Die Entwicklung des Molenbaues ist gekennzeichnet durch die allmähliche Verdrängung der Stein- durch gemauerte Steildämme. Die Böschungen werden aus Steinschüttungen flachen sich unter dem Einfluß der Wasserbewegung nicht unwesentlich ab und müssen sehr flach gehalten werden, wenn sie dem Angriff des Meeres überhaupt Widerstand leisten sollen. Die Erfahrung ist ein ungewöhnlich hoher Aufwand an Material ohne eine befriedigende Sicherheit des Bauwerks. In der Ansicht, daß eine Welle von einer senkrechten Mauer zum größten Teile zurückgeworfen und nur in einem Maß gebrochen wird, wodurch die schädliche Luft zustande kommt, ließ die ursprünglich als Steinmauer geschütteten Steinmolen aufgesetzten Mauern entsprechenden Vergrößerungen zu dem eigentlichen Molenkörper werden. So besteht die Außenmole von Bari für die mittlere Wassertiefe von 17,5 m aus einer etwa 10 m hohen Steinschüttung und aus einer 10,8 m hohen

Betonmauer, Abb. 1. Diese Mauerhöhe entspricht ungefähr den höchsten Sturmwellen, die durch die senkrechte Mauer zurückgeworfen werden sollen. Unterhalb dieser Grenzen ist die Bewegung und damit die zerstörende Kraft des Wassers gering, so daß die einfache Steinschüttung widerstandsfähig genug ist und dabei noch den Vorteil einer guten Übertragung des Molengewichtes auf den Baugrund unter gleichzeitigem Ausgleich von Unebenheiten bietet. Die für die Hafenseite immer notwendige steile Molenwand, an der auch tiefgehende Seeschiffe anlegen können, ist bis zu genügender Tiefe ohne weiteres vorhanden.

Bei der Steinschüttung wird nach der meist üblichen Weise verfahren. Die Steine werden nach der Blockgröße gesondert, damit man für den Kern die kleineren und für die Außenschichten, der besseren Widerstandsfähigkeit wegen, die schweren Steine verwenden kann. Da die Schüttung sehr tief liegt, kann auf der Seeseite eine Böschung von 1 : 2 eingehalten werden; die hafenseitige Böschung beträgt 1 : 1,5, so daß bei 23 m oberer Breite etwa 45 m Sohlenbreite erforderlich ist.

Die Betonmauer besteht aus drei Schichten von Betonblöcken, die mit 10 m Länge, 5 m Breite und 3,6 m Höhe und je 380 t Gewicht die größten bisher zu Hafenbauten verwandten Blöcke sind. Um Auswaschungen unter der Mauer zu verhüten, hat man auf einer 9 m breiten seeseitigen Berme 4 m breite Betonblöcke unmittelbar vor die Mauer sohle gelegt. Auf beiden Seiten sind am Mauerfuß noch kleinere abschließende Steinschüttungen aufgebracht.

Die Betonblöcke werden am Ufer aus Puzzolanerde und einem tuffigen Kalkstein, die beide in der Nähe natürlich vorkommen, sowie aus Zement mit Sondermaschinen in etwa 6 h hergestellt und müssen bis zur völligen Erhärtung mehrere Monate an der Luft lagern. Die Hauptschwierigkeit bereitet die Beförderung der riesigen Blöcke. Um Beschädigungen hierbei zu vermeiden, muß man darauf achten, daß die Spannungen beim Aufnehmen der Blöcke in zulässigen Grenzen bleiben. Für den Entwurf der Aufnahmevorrichtung wurden 0,6 kg/cm² höchste Zugspannung und 25 kg/cm² höchste Druckspannung vorgeschrieben. Eine Erhöhung dieser Spannungen durch Einbringen einer eisernen Bewehrung verbot sich, nicht

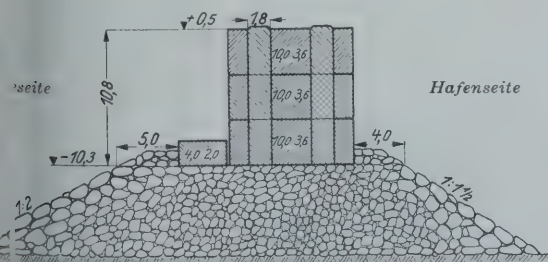
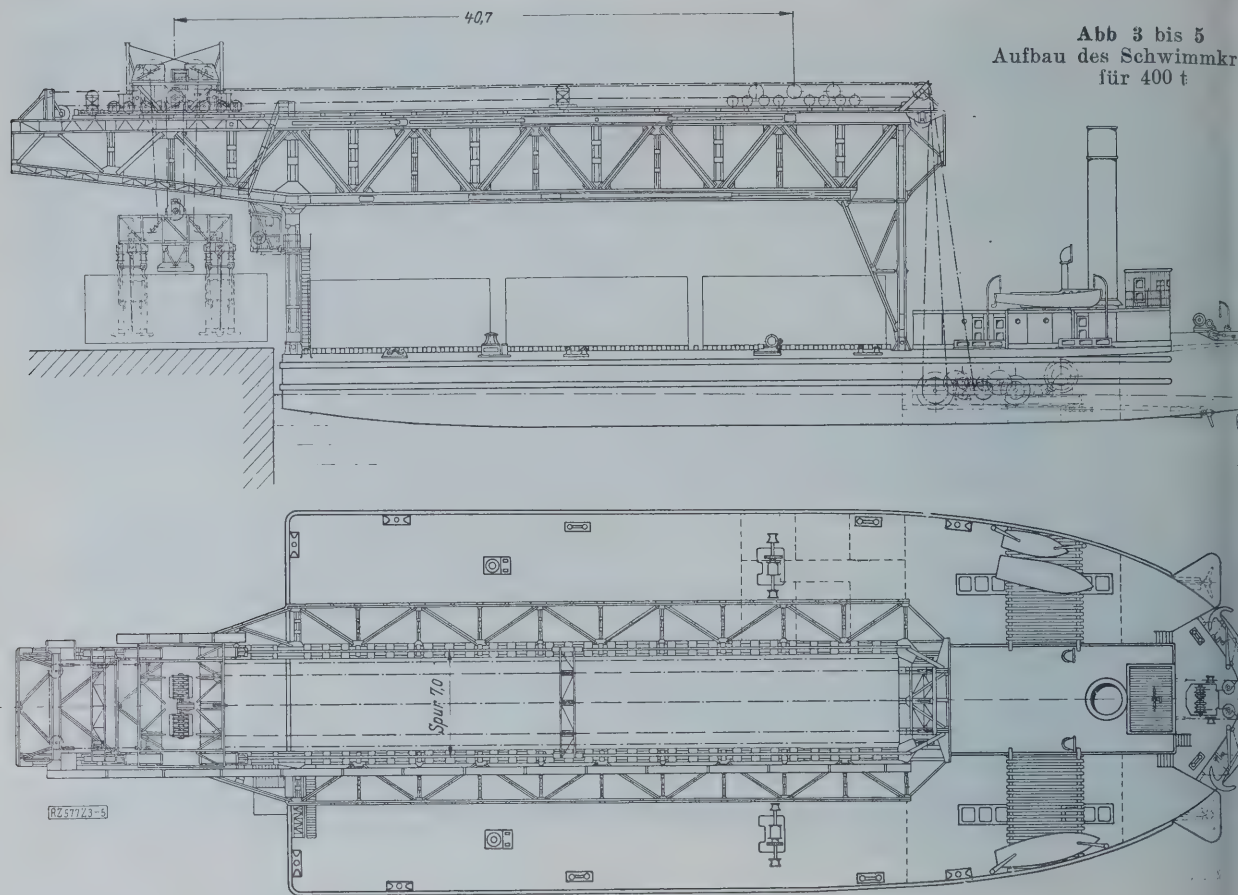


Abb. 1

Querschnitt durch die Außenmole von Bari



nur wegen der erheblichen Vergrößerung der Herstellkosten, sondern auch infolge des Umstandes, daß sie durch die Puzzolanerde doch in verhältnismäßig kurzer Zeit zerstört worden wäre. Im Abstand von 5 m werden zwei annähernd quadratische Schächte von etwa 1,8 m Seitenlänge ausgespart, die unten in 65 cm Höhe um 1 m, also auf 2,8 m, vergrößert wird. In diese Schächte greifen die weiter unten beschriebenen Greiferpratten ein.

Für die Beförderung der Blöcke vom Herstellungsplatz an Land zur Baustelle und für die Versenkung bestehen im wesentlichen zwei Möglichkeiten, die aber jede für sich die Schaffung eines brauchbaren Arbeitsgerätes bedingt. Einmal kann man die Baustoffe auf Fahrzeugen

bis ans Ende des fertigen Teiles der Mole fahren, dann von einem auf der Mole fahrenden Drehkran abnehmen und versetzt werden. Der Kran baut auf diese Weise die Mole vor sich auf. Für diesen Zweck im allgemeinen drehbare Portalkrane benutzt. Die Anwendung von Portalkranen verbietet sich aber bei der Mole von Bari durch die großen zu befördernden Lasten, für die die Hebeeinrichtungen auf der Mole unterzubringen sind. In Frage kam nur die zweite Bauweise, bei der das Schüttgut und die Blöcke über Wasserwege befördert und sodann an Ort und Stelle in geeigneter Weise versenkt werden. Für diese Bauweise sind früher schon in mannigfacher Weise Vorrichtungen

erachtet worden, die wegen ihrer Unsicherheit und geringen Tragfähigkeit und Langsamkeit mehr in Frage kommen. Der Schwimmkran mit eigenem Antrieb ist hier das geeignete Arbeitsgerät und man findet ihn reich und bis zu den neuesten Tragfähigkeit neuzeitlichen Bauweise verwendet.

Aufbau des 400 t-Schwimmkranes

Der Schwimmkran ist in der gezeigten Bauart, gekennzeichnet durch den schwenk- und wendbaren Ausleger, ist allerdings für die vorliegende Arbeit nicht brauchbar. Seine Tragfähigkeit entspricht den Anforderungen des Werftbetriebes, der weite Ausladung erfordert außerordentliche Höhe, wobei die Lasten

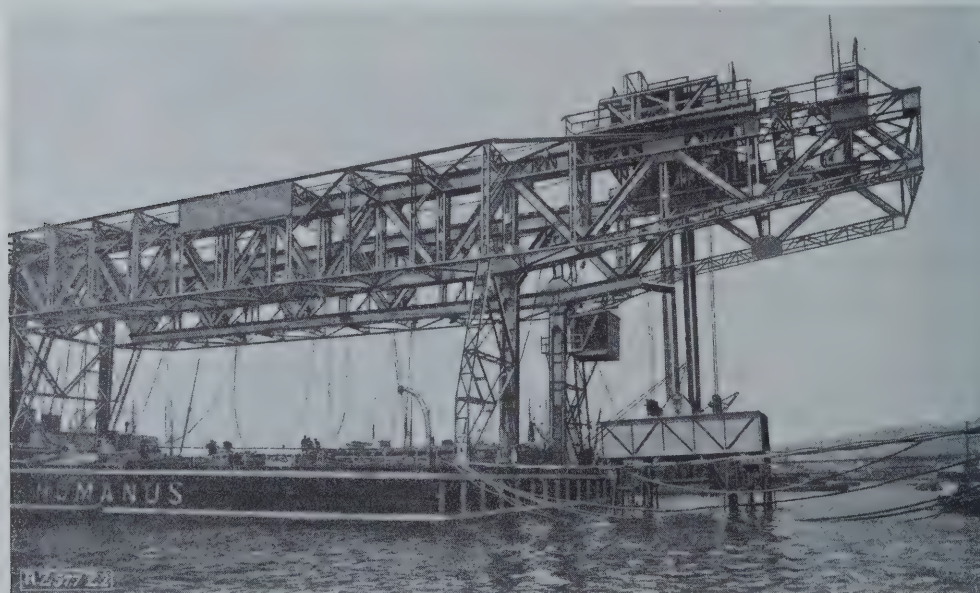


Abb. 2
Ansicht des 400 t-Kranes von der Auslegerseite aus

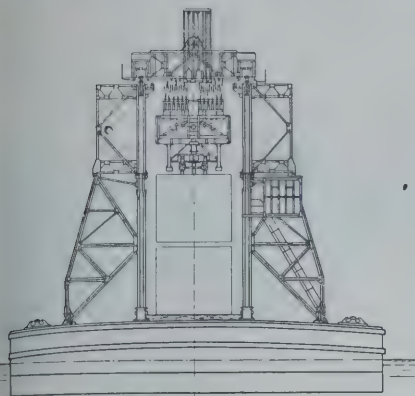


Abb. 5

über längere Strecken meist am Last hängt, so daß ein größerer freier Raum Kranschiff weniger nötig und deshalb auch beschränktem Umfang vorhanden ist. Bei einem Kran für Hafenbauten liegen die Verhältnisse umgekehrt. Es wäre sehr zeitraubend, wenn jeder Zettel von dem langsamen Schwimmkran zur Baugeschafft werden müßte. An Deck muß also gepflanz für mehrere Blöcke sein; hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, in größerem Maße mit den wagerechten Bewegungen ausführen zu können. Die gebräuchlichsten Schwimmkrane können dieser Art nur unter Verwendung umständlicher Lenkungen genügen, die bislang für schwere Krane geführt worden sind, da bei ihnen größere wagerechte Bewegungen nicht verlangt werden. Aus diesen Erwägungen heraus entstanden die Pläne für das brückenartige Krangerüst des 400 t-Schwimmkranes für den Bau, s. Titelbild S. 1613 und Abb. 2¹).

Stützen lassen sich bei dieser Bauweise zwanglos anordnen, daß eine große zusammenhängende Decke nicht wird, die von der Katze bequem bestrichen werden kann. Da sie nur eine geringe Höhe haben und Biegemomente aufzunehmen brauchen, fallen sie leicht aus und beanspruchen selbst wenig Raum, so daß Länge des Kranschiffes kaum durch sie beeinflusst wird. Die Blöcke werden von Land aufs Schiff und umgekehrt versenken über die Bordwand hinaus durch die Brücke fahrende Katze wagerecht befördert. Diese Art ist nicht neu, schon im Jahre 1903 wurde ein Schwimmkran für die Schiffswerft Klawitter²) von der Demag geliefert, doch konnte sich diese Art, wie bereits angeführt, im Werftbetriebe nicht durchsetzen.

Spannweite der Brücke von 40 m ergibt sich aus der Forderung, daß drei Blöcke bis zu 12 m Länge hinter einander zwischen den Stützen unterzubringen waren, s. Abb. 5. Der Brückenträger weist in seiner Stabilität keine besonderen Merkmale auf und ist als einseitiger Träger ausgebildet. Seine Tragfähigkeit von 400 t kommt nur durch die auffallend schwere Ausführung zustande. Die vordere Stütze ist als Pendelstütze ausgebildet, die hintere ist mit dem Brückenträger fest verbunden und ruht gelenkig auf dem Schwimmkörper. Man hat sich bestrebt, die Ausladung des Kranes so weit wie möglich zu beschränken. Immerhin muß die Last durch die Pendelstützen hinausgefahren werden, um sie von der Kaimauer aufnehmen oder hart an der Kaimauer vorbeifahren zu können. Die Katze läuft auf der Oberkante der Brücke; das Gewicht der Nutzlast wird durch 16 Rollen auf die Schienen übertragen; je zwei Rollen sind in einem Ausgleichhebel verbunden.

Die Last wird von zwei Flaschenzügen mit je sechs Rollen auf sechs festen Rollen aufgenommen. Die festen Rollen sind in der Laufkatze befestigt, und die beiden

unteren Flaschen mit den losen Rollen sind gelenkig mit einem schweren Kasten verbunden, der zum Wagerechthalten der Last dient. Eine gleichmäßige Verteilung der Last auf die beiden Flaschen ist somit gewährleistet.

Am Brückenträger sind die Greiferpratzen angehängt, die oben von der Katzenplattform aus betätigt werden. Die beiden Hubseile sind mit einem Ende an der Katze angeschlossen, das andere Ende führt über Leitrollen im Krangerüst zu den Windwerken im hinteren Teile des Schwimmkörpers. Die Katze wird mittels Seilzuges verfahren, der beim Ausfahren durch zwei zweisträngige Flaschenzüge vorn an der Katze ausgeübt wird. Die entsprechenden Seile sind vorn an dem Ausleger befestigt, führen über die Rollen an der Katze zurück zu Führungsrollen am Auslegerende und gehen von dort das Brückengerüst entlang über Leitrollen zu den äußeren Katzfahrwinden. Wenn die Katze nach außen fährt, müssen natürlich die Hubseile nachgelassen werden. Das Einziehen der Katze unter Last geschieht durch einfaches Anziehen der Hubseile bei gleichzeitigem Nachlassen der äußeren Katzfahrseile.

Für das Einziehen ohne Last ist am inneren Ende der Katze, ähnlich wie oben beschrieben, ein zweisträngiger Flaschenzug angebracht. In erster Linie soll dieser Flaschenzug jedoch ein unbedingtes Feststehen der Katze bei Schräglagen des Kranes gewährleisten.

Das Kranschiff ist 60 m lang, 30 m breit, 4,4 m hoch und hat bei Vollast einen Tiefgang von 2,8 m. Es ist durch Längs- und Querschotte ausgesteift. Seine Trimmlage wird außer durch einen festen Ballast von 260 t durch einen Wasserballast von 440 t aufrechterhalten, der durch eine Pumpe von 150 t/h Leistung umgepumpt werden kann. Das Kranschiff wird durch eine Dampfmaschine von 480 PS angetrieben, womit eine Geschwindigkeit bis zu 4 Kn erreicht wird.

Antrieb

Entgegen den ursprünglichen Plänen, die dampfelektrischen Einzelantrieb von Katze und Hubwerk vorzusehen, wurde reiner Dampfantrieb eingebaut. Es verbot sich von selbst, die schwere Dampfmaschinenanlage nebst Windwerk oben in dem Krangerüst oder sogar auf der Katze unterzubringen. Man vereinigte vielmehr den gesamten maschinellen Teil im Hinterschiff. Diese Anordnung hat den weiteren Vorteil, daß Antriebsmaschine wie Hubmaschine ihren Dampf aus demselben Kessel beziehen können, dessen Benutzungsdauer und damit Wirtschaftlichkeit beträchtlich erhöht wird.

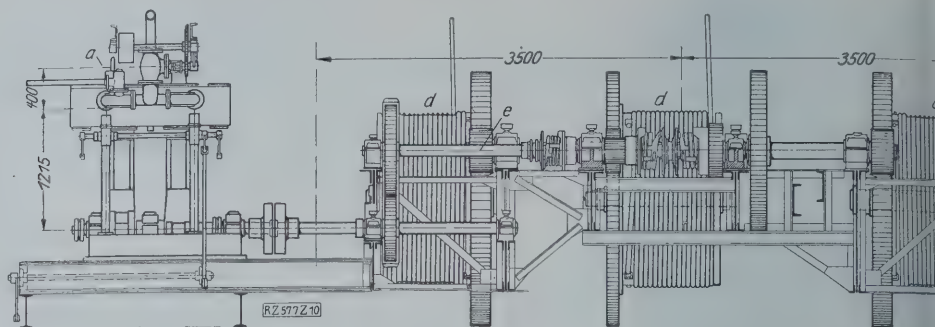
Die Windendampfmaschine, eine Zweizylinder-Auspuffmaschine mit Kulissensteuerung, leistet bei 250 Uml./min und 7 at Dampfdruck etwa 105 PS. Der Dampfverbrauch beträgt 20 kg/PS/h; der hohe Verbrauch erklärt sich aus der ungünstigen Arbeitsweise der Maschine, die unter Vollast anfahren muß und bei den dabei notwendigen großen Füllungen nur eine geringe Dampfausnutzung erreicht. Beim Senken der Last wird die Dampfmaschine nicht abgekuppelt, sondern läuft mittels entsprechender Einstellung der Kulisse als Verdichter und bewirkt eine gute Abbremsung. Ein Rückschlagventil an der Dampfzuleitung verhindert hierbei, daß die Druckluft in den Kessel gelangt. Diese entweicht vielmehr über ein Sicherheitsventil nach außen.

Das Windwerk

Neben der Dampfmaschine ruht auf einem kräftigen Rahmen aus Formeisen das Windwerk, Abb. 6 bis 9. Die Last hängt in den beiden Flaschenzügen an 24 Seilsträngen, die bei einem Durchmesser von 51 mm je eine Bruchfestigkeit von rd. 150 t haben: Für jeden Flaschenzug ist eine Winde vorgesehen: Bei etwa 24 m Gesamthub müssen bei 12-facher Flasche 288 m Seil aufgewickelt werden, wozu noch 40 m Seil kommen, wenn die Katze in äußerster Stellung innen steht. Es müssen also auf jeder Trommel rd. 328 m des 51 mm dicken Seiles untergebracht werden. Wollte man das Seil auf einfachen Trommeln in einer Lage aufwickeln, so würden die Trommeln so breit ausfallen, daß ihre Unterbringung in den durch die Längsschotte festgelegten Raum Schwierigkeiten bereiten würde.

¹ s. a. Z. Bd. 71 (1927) S. 29.
² The Shipbuilding Gazette, Schwimmkran von 60 t Tragfähigkeit, Z. Bd. 49 (1905)

Abb. 8. Antrieb der Katzfahrttrommeln, Schnitt C-D in Abb. 7, von rechts gesehen

Abb. 6 bis 9
Windwerk
des 400 t-Kranes

Die Hubwinden wurden deshalb mit Doppeltrommeln als sogenannte Spillwinden ausgeführt. Hierbei umschlingt immer die gleiche Anzahl Windungen die beiden Trommeln, da von dem Seil immer gleich viel auf- und abläuft. Durch gleichlaufende, nicht schraubenförmige Rillen wurde außerdem erreicht, daß Auf- und Ablaufstelle ihre Lage nicht ändert. Das ablaufende Seil, das spannungslos ist, kann in mehreren Lagen auf Trommeln annehmbarer Größe untergebracht werden. Diese Aufspeichertrommeln müssen, da das Seil immer von derselben Stelle der Hubtrommeln abläuft, seitlich verschoben werden können, und zwar bei jeder Umdrehung um einen Rillenabstand; diese Seitenbewegungen sowie ihre Drehbewegungen erhalten die Aufspeichertrommeln unmittelbar von den Hubtrommeln durch Kette und Kettenrad, so daß sich der Kranführer um die Speichertrommeln gar nicht zu kümmern braucht.

Die Herabsetzung der hohen Drehzahl der Dampfmaschine wird durch eine vielfache Zahnradübersetzung erreicht. Unter Zwischenschaltung einer festen Kupplung treibt die Dampfmaschine über das erste Zahnradpaar die erste Zwischenwelle, die zwei verschieden große Zahnräder trägt, die durch Federbandkupplungen nach Bedarf mit der Welle verbunden werden können. Eine dritte kleinere Federbandkupplung unterstützt die ihr zunächst liegenden größeren. In diese beiden Zahnräder greift ein weiteres Paar Zahnräder ein, von deren Welle außer der Hubbewegung auch der Antrieb für die Katzfahrttrommeln abgeleitet wird. Es ist klar, daß beim Fahren der Katze die Last nur dann in gleicher Höhe bleibt, wenn Katzfahrseile und Hubseile um gleiche Beträge eingezogen oder nachgelassen werden, d. h. wenn sämtliche Trommeln von einer Stelle aus angetrieben werden. Sämtliche Hubrollen an den Flaschenzügen stehen dabei still, und eine beträchtliche Verminderung des Katzfahrwiderstandes ist dadurch gegeben. Die Fahrbewegung der Katze wird durch Schließen einer Federbandkupplung eingeleitet. Die Hubbewegung wird von der zweiten Zwischenwelle aus durch Zahnräder zu der dritten Zwischenwelle fortgeleitet, von wo aus sich der Antrieb zu den beiden Winden teilt. Ein drittes Räderpaar leitet zu dem Ritzel über, das zwischen den beiden Trommeln der Spillwinden liegt und das mit den unmittelbar an den Trommeln befestigten Zahnrädern die vierte und die letzte Übersetzungsstufe bildet.

Die Katzfahrttrommeln werden von der zweiten Zwischenwelle aus durch zwei Rädervorgelege angetrieben, die beiden äußeren Trommeln sind für das Ausfahren, die mittlere für das Einfahren ohne Last und Festhalten der Katze bei Schräglagen bestimmt.

Beim Heben und Senken mit etwa 0,4 m/min Geschwindigkeit ist immer der kleinere Trieb, d. h. die größere Übersetzung, auf der ersten Vorgelegewelle gekuppelt. Nur für das letzte Stück des Senkens, wenn der Betonblock dicht über seiner endgültigen Lage schwebt, soll mit vierfacher Geschwindigkeit, also rd. 1,6 m/min, auf Wink des Tauchers gesenkt werden können; nur für diesen Fall ist die zweite Übersetzung vorgesehen. Auch beim Katzfahren mit 4,8 m/min wird nur mit der klei-

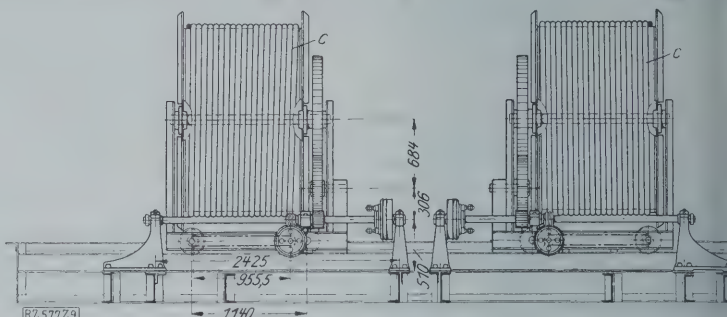


Abb. 9. Aufspeichertrommeln, Schnitt A-B in Abb. 7, von links

neren Übersetzung gefahren. Das auf der Zwischenwelle sitzende Ritzel für die Katzfahrt wird zu diesem Zwecke mit der Federbandkupplung gerückt. Gleichzeitig wird eine Bandbremse gerückt, die mit dem Ritzel verbunden ist und bei Ausgerückung unbeabsichtigte Mitnahme des Ritzels verhindern soll; ferner wird zwangsläufig mit der Katzfahrt die kleine auf der ersten Vorgelegewelle sitzende Ritzel eingedrückt, ohne daß die Hauptkupplung

Auf der zweiten Zwischenwelle ist die Hubbremse angeordnet; sie ist als Klinkenbremse ausgebildet, das Bremsband durch Gewichtbelastung dauernd angehalten wird. Diese Bremse wird nur beim Senken der Last und beim Ausfahren der Katze gelüftet. Die Steuerung der Senkgeschwindigkeit, die im allgemeinen nicht als die Hubgeschwindigkeit, wird durch eine Ventilsteu- derung der als Verdichter laufenden Dampfmaschine eingestellt. Beim Senken mit hoher Geschwindigkeit wird auf der ersten Vorgelegewelle die Ritzel eingeschaltet, und die Last kann jetzt mit der geforderten vierfachen Geschwindigkeit sinken, die Dampfmaschine unzulässig hohe Drehzahlen

Das gesamte Wind- und Fahrwerk wird vom Steuerhaus aus gesteuert, das an der vorderen Ecke des Kranes gebracht ist, so daß der Kranführer aus unmittelbarer Nähe alle Vorgänge beim Aufnehmen und Versetzen der Betonblöcke gut übersehen kann. Mit fünf Handrädern werden die Bewegungen durch Drahtseile zum Windwerk übertragen. Die Handräder betätigen die Hubwerkbremse, die Federbandkupplung der Katzfahrttrommeln, die Kupplungen für die verschiedenen Senkgeschwindigkeiten, das Dampfband der Steuerung und der Kulisen. Besonders die Bedienung der beiden letzten Steuervorgänge vom entfernten Steuerhaus erscheint unsicher, doch traten alle Bedenken bei der Notwendigkeit zurück, den Kran unmittelbar an der Arbeitsstelle ausbedienen zu können.

Greifervorrichtung

Beim Entwurf der Greifervorrichtung für die Betonblöcke war der Gesichtspunkt maßgebend, die Bewegung der Blöcke mit unbedingter Betriebsicherheit zu vereinen. Das Hauptaugenmerk muß den auf die Zugspannungen gewirkt werden, die bei unbedingter Beton schon in geringem Betrage gefährlich sein können und deshalb auch nur zu 0,6 kg/cm² zulässig werden. Werden die Blöcke von unten gefaßt

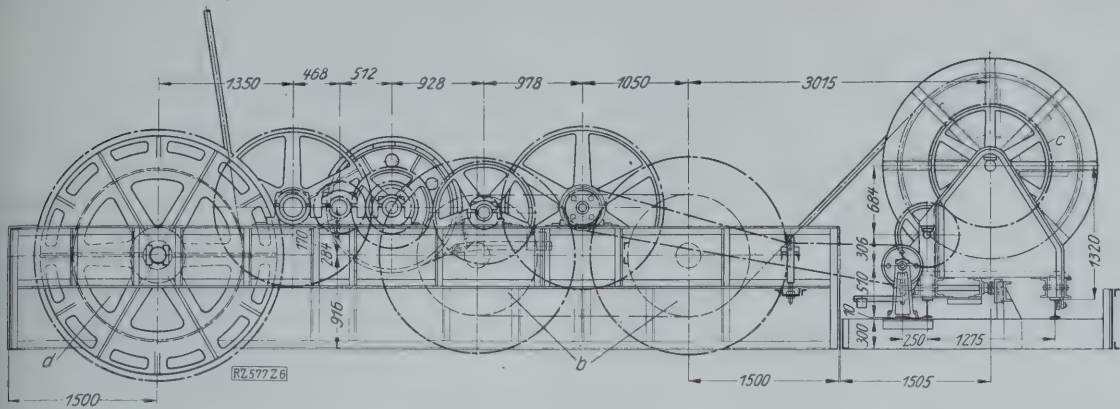


Abb. 6. Schnitt E-F

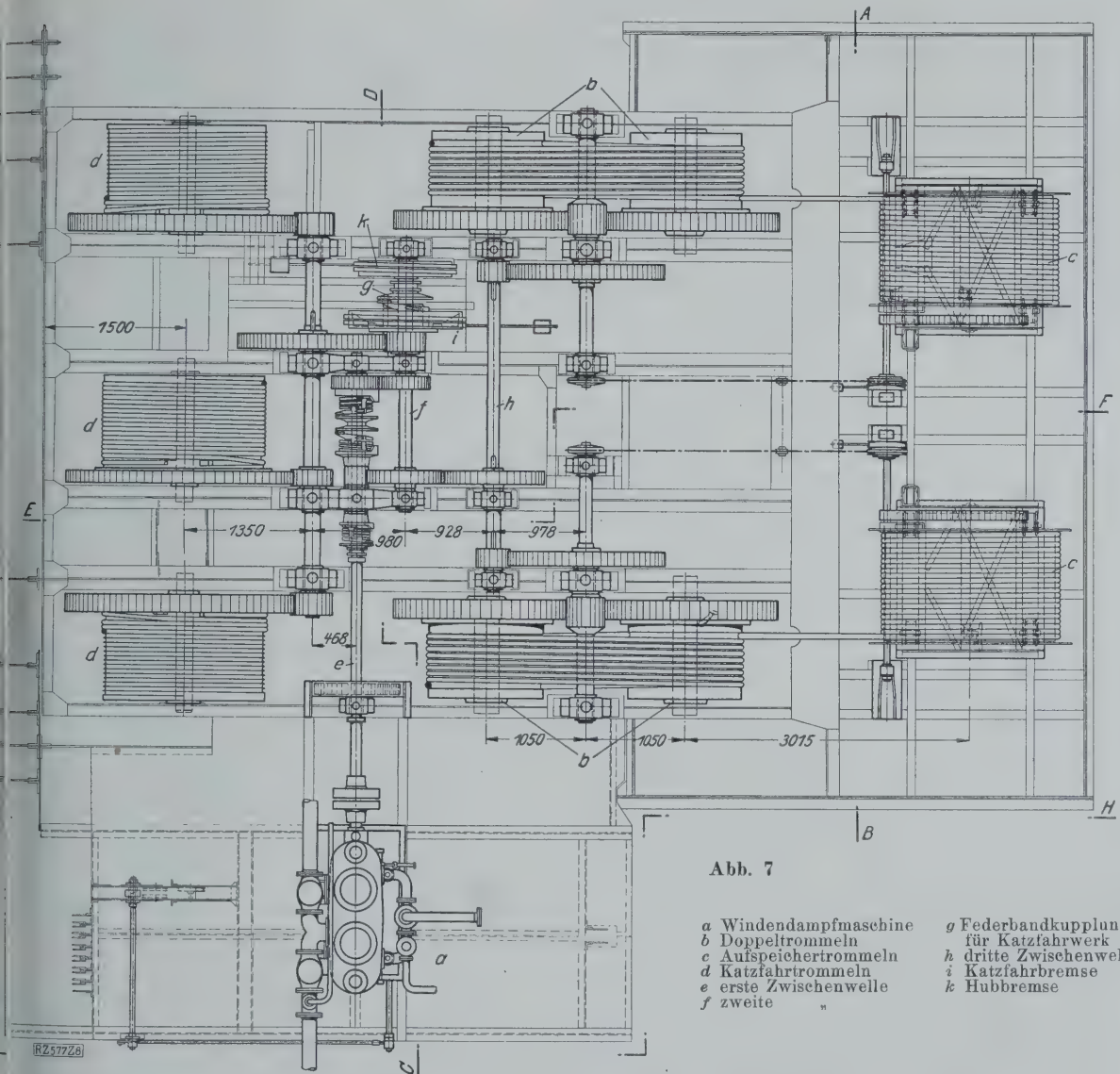


Abb. 7

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| a Windendampfmaschine | g Federbandkupplung |
| b Doppeltrömmeln | für Katzfahrwerk |
| c Aufspeichertrommeln | h dritte Zwischenwelle |
| d Katzfahrtrömmeln | i Katzfahrbremse |
| e erste Zwischenwelle | k Hubbremse |
| f zweite " | |

ilbare Zugbelastungen durch das Blockgewicht ver-
Da aber die Grundfläche nicht vollständig zum
herangezogen werden kann, vielmehr nur einzelne
beschränkten Umfanges das ganze Blockgewicht
nen müssen, werden Bieungsbeanspruchungen
möglich, und durch geschickte Verteilung ist dafür
en, daß die Zugspannungen in den vorgeschrie-
grenzen bleiben. Die höchsten Druckspannungen
an den Auflageflächen auf; hier hilft nur eine Ver-
eng vor unzulässiger Beanspruchung.

sen Anforderungen genügt am ehesten ein Greif-
ng, das durch Schächte hindurch den Block von

unten faßt; dieser Gedanke ist schon früher öfter
verwirklicht worden, allerdings konnten die Ausführungen
der damaligen Zeit in ihrer Unzulänglichkeit nicht als
Vorbild dienen, sondern es mußte ein den gewaltigen
Kräften entsprechendes neues Gerät geschaffen werden.

Als günstigste Lösung ergab sich die Anordnung von
vier beweglichen Tragpratzen für jeden Schacht, die
durch gemeinsame Aufhängung und Betätigung zu einem
geschlossenen Greifwerkzeug vereinigt sind.

Die Ausbildung der Pratzen mit ihrer äußerst un-
günstigen Beanspruchung, besonders da die beschränkten
Raumverhältnisse zu sparsamster Bauweise zwangen,

Zur Theorie der Technik

Von Prof. Dr. Karl Dunkmann, Technische Hochschule Berlin

Der Genius der Technik — Die Theorie des Genius — Zwiespalt zwischen Theorie und Praxis — Möglichkeiten zur Erlangung einer Theorie der Technik

Der Genius der Technik

Man braucht keine Theorie der Technik im Kopf zu haben, um ein großer Techniker zu sein. So wenig man eine Theorie der Kunst oder der Politik üben der Kunst oder der Politik nötig hat. Je klarer die Forderungen des Lebens von außen sich herandrängen, je quellfrischer andererseits die Urden Tiefen menschlichen Seelenlebens hervor- um so „grauer“ wird, „teurer Freund, alle

denke den Dichter als Theoretiker, der nach einem Rezept seine Stanzen zurechtstutzt. Man hat großen Propheten der menschlichen Geschichte, die in berechnender Absicht auf die Masse ihren Plan legen. Sicherlich ist nun der Techniker vom großen Propheten durch eine Kluft getrennt, doch ist diese Kluft schon wesentlich kleiner gegenüber dem Dichter. Sein Reich ist nicht das Reich der Phantasie, das Reich kühl abgewogener Zwecke, und es ist nicht, als ob in ihm die reine Theorie doch un- möglich zu sagen hätte. Allein nicht mit Unrecht reden wir vom politischen „Genius“, und ehren ähnlich den Dichter mit dem Titel des „Ingenieurs“.

Das Reich der Zwecke wird be- reichert vom Genius, nicht bloß vom kühl ab- gerechneten Verstand. Auch wer am Reißbrett mit Schiene und Zirkel seine Figuren zeichnet, bedarf des unsichtbaren Zentrums seines Gehirns, das vom „Dämo- nium“ befruchtet wird. Ein Verstand, der aus sich selbst, ohne den „Willen“, der allein den Saum des Bewußtseins berührt, leistet nur Mittelmäßiges. Mittelmäßige Genien dann auch innerhalb der Technik wie sonst in allen Künsten. Sie flüchten zur Theorie suchen, und sie mag ihnen Ersatz bieten, so wie der Dichterling durch theo- retische Anleitung es auch mal zu einem leidlichen Ge- dichten bringt; aber die Technik selbst ist nicht durch sie zu ersetzen.

Wir können nicht alle Genien oder Ingenien haben. Wir sollten alle von dem Hauch seines Geistes durchdrungen sein, sollten alle das Schöpferische, das Neue, das Geheimnisvolle unsrer großen Berufsaufgabe empfinden. Alsdann bedürfen wir freilich immer noch Anleitung, der wissenschaftlichen Methodik, der Erfahrung in der gewaltigen Traditionen technischen Wissens. Kurz einer „Technischen Hochschulgänge“. All- lerdings der Genius zwar nicht wecken, aber ihm als Werkzeug dienen. Aber eine Theorie der Technik selbst — wozu brauchten wir sie? Unsre Hoch- schule hat sie bekanntlich im „Lehrplan“ nicht vorgesehen. Wir können den Genius voraus;

die Theorie des Genius

seits.

Doch brauchen wir sie, brauchen sie gerade heute in der Zeit des sozialen Widerstreits der großen Berufs- künste. Mag der große Meister der Technik die Theorie der Kunst und ihr gemäß dem angeborenen Instinkt der Kunst sein, eben seine Größe, die zugleich seine Ein- schränkung ist, wie auf allen andern Gebieten die wahrhaften Meister, nur ihre Aufgabe, nur ihren Weg vor sich haben. Sie kümmern sich um einander nicht, sie kümmern sich nicht, und jeder geht seinen Höhenweg.

Wer ihnen folgen, sehen sich doch gezwungen, die Grenzen ihrer beruflichen Aufgabe hinauszu- gehen, da sie viel mehr mitten in der Fülle des Lebens stehen, das Leben mit seinen wogenden Strömen sie umflutet. Es ist ein großer Unterschied, ob man in einem Gebiete Meister ist und so das Recht hat, das Leben nicht zu kümmern, oder ob er einem Schüler als Schüler und nun mit andern Schülern

ander Meister in den mannigfaltigsten Berufsarten im ganzen sozialen Leben zusammenwirkt.

In jedem Genius liegt etwas Rücksichtsloses, auch im technischen Genius; denn er fragt nicht, „was dabei herauskommt“. Wer aber als Techniker eingegliedert ist in ein Ganzes, dem er zu dienen hat, der muß sich notgedrungen die Frage vorlegen, wie sich seine besondere Aufgabe überhaupt mit andern Aufgaben zusammenreimt, wie sich das „Wesen“ der Technik mit dem Wesen der Wirtschaft, der Kultur, der Staats- und Sozialpolitik zusammenfinden mag. Oder gibt es hier keine Harmonie der Berufsgruppen, der geistigen Elementarkräfte?

Dann gäbe es auch keine Harmonie geistiger Gesamt- anschauung, keine Möglichkeit eines gebildeten, wissen- schaftlichen Charakters. Denn alles Innenleben persön- licher Einheit und Ausgliedertheit ist immer das Spiegel- bild der sozialen Struktur, in der wir leben, die uns geistig formt und gestaltet.

Um des Menschen im Techniker willen, um des per- sönlich nach Vollkommenheit verlangenden Menschen wil- len, muß es eine Theorie der Technik geben, damit der Techniker nicht geistig verarmt oder sich geistig isoliert oder, schlimmer noch, geistig verkrüppelt. Und mehr noch, um des sozialen Menschen im Techniker willen muß es eine Theorie der Technik geben, damit der Techniker seinen besondern Platz im sozialen Gefüge mit Bewußtsein, mit Charakter und Berufstolz ausübe.

Auf einzelnen Höhepunkten der Geschichte des Genius sehen wir daselbst diesen dem Zwange der Theorie unterliegen. Warum konnte ein Schiller dem Drange nicht ausweichen, sich eine Theorie der Ästhetik im Anschluß an Kant zurechtzulegen, obwohl er ihrer als Dichter wahr- lich nicht bedurfte? Warum vermochte der Genius der deutschen Politik am Ende seines Weges demselben Drange nicht zu widerstehen, seinen Meisterweg zu rechtfertigen in seinen „Gedanken und Erinnerungen“? Warum feiern wir Goethe als den größten Meister auf dem Gebiet aller Geisteskultur? Offenbar ist es der starke Zug zur Theorie, der hier den Genius zur Reflexion über sich selber bringt, dem wir daher lauschen wie keinem andern. Und wenn wir in den Tagebüchern und geheimen Niederschriften, allermeist den hinterlassenen Briefen fast aller Meister blättern, immer begegnet uns der Zug zu theoretischer Selbstbesinnung, der eben daher kommt, daß hier der Genius sich selbst Rechenschaft ablegt vor der Welt jen- seits seiner Gaben und Aufgaben, vor der großen sozialen Mitwelt.

Es bleibt ungekürzt bei der ersten These, daß nicht die Theorie den Genius macht, aber ich füge jetzt hinzu, daß doch der Genius die Theorie macht und daß wir andern alle nicht bloß von seinem Werk, sondern auch von seiner Theorie leben. Sicher kann uns kein andrer die rechte Theorie über irgendeine Elementarkraft des menschlichen Geistes darbieten, als nur der Meister vom Fach, und wenn er sie selber nicht entwickelt hätte, so wird er uns doch persönlich zum Objekt des Studiums, entnehmen wir aus seinem Lebenswerk die Grundlinien seines Schaffens.

Ohne solche Theorie von der Sache, der wir dienen wollen, tappen wir als Menschen und mehr noch als soziale Menschen im Nebel. Wir finden den Zusammenschluß nicht mit den andern, neben denen und mit denen wir doch zusammenwirken sollen. Der Techniker in einer großen Fabrik wäre wie ein einzelnes Rad in einer Maschine, der nichts davon wüßte, was die andern neben ihm und um ihn herum bewegt, was seine Arbeiter unter ihm für ungeheure soziale Nöte und Fragen im Kopf und Herzen hegen, was die Arbeitgeber über ihm als Vertreter schaf- fender Stände desgleichen tagtäglich zu bewältigen haben und auch was jenseits der Fabrikmauern die Welt der Kultur und Politik in Atem hält. Er muß so gut, wie irgendein andrer „Berufsmensch“, vielleicht noch mehr als

alle ändern, ein Gesamtbild der „Gesellschaft“ im Kopf haben, da er doch selber ein Glied dieser Gesellschaft ist und nicht nur Techniker. Er sei denn ein ganz großer Genius, der das Recht habe zur Rücksichtslosigkeit. Aber selbst dann — wie oben gezeigt — kommt er nicht los von der Pflicht der Selbstverantwortung.

Wenn daher die Technische Hochschule den Genius der Technik selbst voraussetzt, so mag sie recht daran tun. Aber wenn sie die Theorie der Technik beiseite läßt, so züchtet sie ein Berufsmenschen, das hernach keinen Zusammenhang im sozialen Leben mehr findet. Denkt man sich dieselbe Einseitigkeit der beruflichen Vorbildung auch bei den andern Berufen, so ist die soziale Zerklüftung die unentrinnbare Folge. Diese Berufsmenschen verstehen einander überhaupt nicht mehr, sie arbeiten nur mechanisch noch nebeneinander.

Zwiespalt zwischen Theorie und Praxis

Blicken wir von hier zur Ergänzung auf die Universität als Ausbildungsstätte der andern gehobenen Berufe, die ebenfalls Führerstellung im Ganzen beanspruchen. Hier liegt der Fall genau umgekehrt. Denn die „alma mater“ pflegt bekanntlich nichts als nur die Theorie der Sache, nicht diese selbst. Sie ist die Hochschule der Theorie. Ein seltsamer, paradoxer Gegenfall! Sie pflegt die Theorie der Religion, nicht diese selbst; die Theorie des Rechts, nicht die Rechtspraxis selbst; die Theorie der Wirtschaft, nicht diese selbst; die Theorie der Geschichte, nicht die politische Praxis der gegenwärtigen Geschichte selbst. Und alle diese Theorien münden in eine besondere Disziplin, die seit alters als die hier gefeiertste gilt, die „Philosophie“, die nichts anderes ist und sein will als eine Theorie aller jener Theorien.

Hier nun fordert die gleiche Verantwortung den Ausgleich nach der entgegengesetzten Seite, der Praxis. Man fordert mehr Praxis, mehr „angewandte“ Geisteswissenschaft und weniger Theorie. Die Mediziner bieten hier ein Vorbild; denn ihre strenge Theorie ist Praxis zugleich und das medizinische Studium ein Beispiel harmonischer Gesamtbildung. Nur daß freilich auch hier eine Lücke klappt; denn es fehlt doch die soziale Gesamtbildung, und die berufliche Einseitigkeit ist wie beim Techniker mit Händen zu greifen.

Aber die Medizin ist nur ein Spezialfall der naturwissenschaftlichen Methode an der Universität zum Unterschied von den reinen Geisteswissenschaften. Die gesamten Naturwissenschaften nehmen eine besondere Stellung ein, sie sind nicht auf einseitige Theorie, sie sind auf unmittelbare Induktion und Erfahrungen am Objekt eingestellt. Gewiß sollen und wollen auch sie sämtlich theoretisch gelten, d. h. sie wollen „Wissenschaft“ sein in erster Linie und „Wahrheit“ vom „Irrtum“ unterscheiden. Aber sie suchen diese Wahrheit von unten her, am Objekt selbst, das sie beobachten, an dem sie ihre Experimente treiben, um so „exakte“ Ergebnisse zu erzielen.

Hier stehen sie in schwerem Zwiespalt mit den Geisteswissenschaften an derselben Pflegestätte der Bildung. Hier ist der Kampf zwischen „Natur- und Geisteswissenschaften“ akut und heute ärger denn je zuvor im Gange. Man grenzt sich ab gegen alle Geisteswissenschaft, folgt der Methode der „Kausalitäten“, spezialisiert sich immer mehr, um der unübersehbaren Komplikationen im Reiche der Naturobjekte Herr zu werden. So aber geht heute ein Riß durch alle Universitäten der Welt, und ihn zu heilen ist ihre schwerste, hoffnungslose Aufgabe. Denn es geht um eine einheitliche Weltanschauung mit zweifachem wissenschaftlichem Verfahren. Der Kultus der reinen Theorie steht vor einem Dualismus, an dem er selbst zu zerbrechen droht.

Diese Not der Universitäten ist glücklicherweise nicht die Not der Technischen Hochschulen. Aber dafür leiden diese unter einer andern, nicht weniger bitteren Not. Denn hier fehlt es an aller Theorie über die Sache, die man praktisch auf vorzügliche Weise betreibt. Es fehlt der bewußte Standpunkt, von dem aus der Techniker in die Sozialwelt eingreift. Nicht Weltanschauung bezüglich der Angleichung und Versöhnung von „Natur und Geist“ kommt in Frage, aber Sozialanschauung bezüglich der Angleichung der sozialen Berufsgattungen. Immer bleiben

wir hier praktisch gerichtet, doch bedürfen wir strengen Theorie, die uns den Weg aus einseitiger Herausföhrung und uns hineinstellt mitten in das Sozialleben.

Wer dann noch das besondere Bedürfnis hat, retisch eine „Weltanschauung“ zu bauen, der Universität oder studiere ihre wunderreichen Er auf literarischem Wege sonst.

Möglichkeiten zur Erlangung einer Theorie d

Wie nun, auf welchem Wege, kommen wir Theorie der Technik? Haben wir die Frage recht so kann die Antwort nicht mehr zweifelhaft bleiben zuerst daheim auf ureigenem Boden, den bauen, und suchen nur von hier aus die Ausgleich schweifen zu lassen oder auch höher zu erheben. der unmittelbaren Beschäftigung mit der Technik das „Wesen“ der Technik begreiflich werden, ab Vergleich mit den anderen beruflichen Ausgli kann dies Wesen der Technik unterschiede formuliert werden.

Wie falsch und wie irreföhrend ist es doch was so oft geschah und immer noch geschieht, etwa vom Wirtschaftswissenschaftler sich die Aus das Wesen der Technik vorschreiben ließ? Dar immer, daß die Technik nur die Magd der Wirts ihr zu dienen berufen sei. Eine selbständige Au der Wirtschaftler natürlich nicht.

Dann war die weitere Folge, daß die Techni Nöte der modernen kapitalistischen Wirtschaft v lich gemacht wurde; denn sie habe die moderner tionsmaschinen auf dem Gewissen und mit ihnen len Krisen der Gegenwart.

Von je haben sich die Vertreter der Techni mit Recht gewehrt, ohne doch gehört zu werde dann neuerdings ein Wirtschaftswissenschaftler v Werner Sombarts der modernen Technik i Wesen und ihre eignen Triebkräfte zurückgalt in ihr die Entfaltung eines besonderen Triebes, d schen Dranges“ erblickte, so hebt damit ein U in der Bewertung an, der nicht hoch genug zu v

Sombart freilich gibt damit der Technik di zurück, ihr eignes Wesen nunmehr selbst zu b denn seine Formel entbehrt noch der näheren und Begründung. Noch lautet sie zu „mystisch bestimmt, zumal unter der Idee faustischen Dra bloß technische, sondern auch geistige Kulturen zu fassen sein dürfte. Man denke an Faust selb Udrang nach Goethe am Ende des Weges eige der Technik ein Ende nimmt, durch sie ernü philistriert erscheint.

Noch weniger nun als der Wirtschaftler wir versalistische Philosoph der alten Tradition in sein, den Genius der Technik zu begreifen. E viel zu sehr mit Allgemeinbegriffen, um die Sa in ihrem Sonderdasein zu fassen. Er ist viel zu der „Weltanschauung“, dem es auf Harmonisi Verstandesbegriffe ankommt, auf „Identität von Geist“, wo es sich doch im Grunde um höchst praktische Dinge handelt, nämlich, wie die We nur „begriffen“, sondern gemeinsam beitet“ wird.

Wohl mag der Philosoph den genialen Blit des Technikers auffangen, ihn ins Licht seiner stellen, von hier aus eine „technische Weltans konstruieren, aber damit ist dem Techniker in wenig geholfen; denn er will wissen, wie er berufsmäßig im ganzen sozialen Wirken und schaftslieben seinen Mann zu stehen hat.

Wenn aber der Allgemeinphilosoph versager erst recht der Theoretiker eines andern geistig zweiges. Kann es dem Techniker genügen, wenn von einer bestimmten sozialwissenschaftlichen T und sie sind meist alle parteipolitisch bestimmt Aufgabe vorgeschrieben wird, sei es von einer schen oder von einer bürgerlichen Gesamtans Kann er sein Erstgeburtsrecht an eine Staats- und disziplin vergeben, die ihm etwa Grenzen vorsch

in seinen Konstruktionen und Erfindungen gehen nicht den sozialen und staatlichen Bestand noch erschüttern? Oder wäre es anders als mit Lächeln ihnen, wenn wohlmeinende Ethik und gar Theologie sagte, der Technik Recht und Grenzen festzusetzen? Würden doch allesamt mit der Aufgabe nicht fertig und von ihrem Standort aus nur ihre „Postulate“ sagen, über die der technische Genius hinwegschreitet. Schon, sie schweigen von der Technik, wie sie auch tun und bauen sich ihre soziale Idealwelt ohne Achtung der Technik, eine Welt also, in der eines wichtigsten Glieder fehlt.

Die Aufgabe des Technikers selbst. Man muß Mannes, der mitten in der Technik steht und aus ihr arbeitet, oder vielleicht auch dessen, der sich genial in sie hineingearbeitet hat und sich doch für die Sozialgestaltung des Ganzen bewahrt. Er kann dem Techniker aber die moderne Sozialbeistand leisten; denn sie kann, aber vom technischen Gesichtspunkt aus, ihm eine Theorie der Technik

geben. Man muß aber davon durchdrungen sein, daß Technik selbständig, ebenso wertvoll, ebenso machtvoll ist, als andere geistige Arbeit an der Wirklichkeit, die uns umgibt. Man muß davon im Innersten überzeugt sein, daß Technik nichts Sekundäres, nicht etwas geistig Minderwertiges, minderwertiger als irgend ein anderes, noch gepriesenes Kulturgut der Menschheit. Man muß der Geschichtsforschung wissen, daß Technik zu den großen Feuern vom Himmel herabholte, mit dem die Welt ihren Kulturweg begann, und daß dies Feuer leuchtet und glimmt in allen jenen erhabenen Erfindungen, die das Dasein bereichern und beglücken.

Man soll aber nicht gesagt sein, als ob Technik allein den Fortschritt der Zivilisation verursacht, alle Gestaltung entscheidend beeinflusst, selbst die Geistesentwicklung freigemacht hätte. Das würde eine „materialistische Geschichtsauffassung“ ergeben, die dem Wesen der Technik, als selbständiger Intelligenz, widersprechen würde. Im Fortschritt aber der Geschichte ist das Ineinander der Kultur, Wirtschaft, Staatsbildung —, entscheidend. Man aber die hohe Bedeutung der Technik bestritten, weil man davon ergriffen wurde, dann gilt es, alle Kräfte nunmehr zu einem Gesamtbild sozialen Zusammenlebens zu vereinigen, so daß die Theorie der Technik

klar im Ganzen eingebettet liegt. Dann sehen wir den Menschen „arbeiten“ in einem Doppelreich: der sozialen Gemeinschaft hier und der umgebenden Natur dort. Dann auch erkennen wir die Doppelaufgabe aller Berufe, auch des Technikers, in beiden Reichen mit beiden Füßen zu stehen und zu wirken.

Seine besondere Aufgabe verweist ihn aber auf die Natur, stellt ihn an die Seite des Naturwissenschaftlers. Hier ist er der Bahnbrecher zuerst, der auch die Wissenschaft von der Natur anregt und anspornt und der sie weiterführt, um immer wieder alle Wissenschaft zu erproben und zu erhärten an der Praxis der Naturbeherrschung selbst. Sofern er alle reine Theorie der Naturwissenschaften in den Dienst der Mitwelt stellt, dabei die Theorie, so gut wie der Mediziner, immer aufs neue befruchtend und von ihr befruchtet, bildet er die lebendige Brücke aus der Naturwissenschaft zur Sozial- und damit zur Geisteswissenschaft.

Der Dienst, den er der Mitmenschheit leistet, leitet ihn an, die tiefsten und wahrsten Bedürfnisse der Gegenwart zu erforschen und so ihr beizustehen in ihren gegenwärtigen Kämpfen und Nöten. Wie klar springt dies Bild der Technik gerade heute vor aller Augen, wo die Wirtschaft vom Techniker mehr als je fordert, die Rationalisierung in die Hand zu nehmen. Wie klar ebenso da, wo die soziale Verwirrung ihn auffordert, dem Menschen im Arbeiter zu dienen, damit er aus der Rolle des bloßen Handlangers an der Maschine erlöst wird.

So bietet die Theorie der Technik vom Standpunkt der Technik ein soziales Gesamtbild der Welt, in der wir alle gemeinsam beruflich wirken, zusammenwirken zum Wohl des Ganzen. Aber eine Theorie der Technik ist Voraussetzung und Grundlage für den Techniker als Mensch, als soziales Wesen, als Berufsträger. Darüber hinaus aber ist sie auch für die geistige und soziale Mitwelt selbst von hohem Wert, da diese es begreifen und lernen muß, was sie an der Technik hat, ehe sie sie hier enthusiastisch feiert oder dort umgekehrt verachtet, weil sie sie nicht versteht. „Es ist für uns aber ein folgenschweres Unglück“, sagt A. Riedler mit Recht („Die neue Technik“, S. 142), „daß unsere ‚geistigen Führer‘ und alle Herrschenden die Technik und die Techniker in erniedrigendem Sinne beurteilen.“ Hier kann aber nur eine Theorie der Technik helfen! [B 908]

Die Hauptaufgabe im Innern unseres Volkes

Von C. Bach, Stuttgart

Die trübenden Fluten des Mißtrauens, welche die verschiedenen Schichten unseres Volkes in wachsendem Maße tief- und weitgehend trennten und die bei der Fortentwicklung früher oder später zu einer tiefen Fühlung würden, veranlaßten mich zwei Jahre vor dem Krieg, also reichlich vor 15 Jahren, beim Württembergischen Goethe-Bund den Antrag auf Erlass eines Beschlusses zu stellen:

„Was hat zur Milderung der Klassengegensätze beigetragen zu geschehen, welche heute aufeinander angewiesenen Kreise unseres Volkes weit mehr trennen, als die natürlichen Verhältnissen bedingt ist?“

Die Preisausschreibung wurde von dem 13. Delegierten Deutschen Goethe-Bünde 1913 mit folgender Beschlüssen beschlossen:

Die Aufgabe der Milderung der Klassengegensätze auf wirtschaftlichem, politischem und rein menschlichem Gebiete. Was bisher zur Lösung angestrebt wurde durch die Gesetzgebung oder auf dem Wege der Selbsttätigkeit —, erfolgte vorzugsweise in wirtschaftlicher Hinsicht. Hierin dürfte wohl auch ein Weg dahin zu suchen sein, daß trotz vieler Bedenken auf wirtschaftlichem und politischem Gebiete

die Unzufriedenheit in breiten Schichten unseres Volkes heute weit größer ist als vor Jahrzehnten.

Wir haben uns in Deutschland viel zu sehr daran gewöhnt, die Milderung der Klassengegensätze fast ausschließlich von der Verbesserung der wirtschaftlichen Verhältnisse der Arbeiter und von der Gesetzgebung zu erwarten. Die Zahl derjenigen, welche sich bewußt sind, daß in unserem Volke, das unter der Einwirkung der allgemeinen Schul- und Wehrpflicht groß geworden ist, die Milderung der Klassengegensätze — mit demselben Eifer wie in wirtschaftlicher und politischer Arbeit, sowie im Zusammenhang mit dieser — auch auf dem rein menschlichen Gebiete mit aller Kraft angestrebt werden muß, und daß es sich hierbei um eine allgemeine Kulturaufgabe handelt, erscheint noch gering. Die Erkenntnis der übertragenden Wichtigkeit dieser Kulturaufgabe für unsere Nation in weite Kreise zu tragen, ist Zweck des Preisausschreibens.

Die Stellung der Frage: Wie ist es gekommen, daß die zur Führung berufenen, gebildeten Oberschichten unseres Volkes in so weitgehendem Maße die Fühlung mit den anderen Schichten verloren haben, wie es tatsächlich der Fall ist, muß bei gründlicher Bearbeitung auch die Wege erkennen lassen, die einzuschlagen sind.

Es wurden drei Preise ausgesetzt: fünftausend, zweitausend und eintausend Mark.“

Die Geldmittel für die Preise zu sammeln, war meine Aufgabe gewesen. Die Arbeiten sollten bis zum 31. Dezember 1914 eingesendet werden. Infolge Ausbruch des Krieges wurde dieser Zeitpunkt hinausgeschoben und schließlich gegen Ende 1918 auf den 30. September 1919 verlegt.

Die Entwicklung der Verhältnisse während des Krieges brachte es mit sich, daß 1917 ein zweites Preisausschreiben erlassen wurde:

„das die Bestrebungen, welche in Oesterreich zu dem behördlichen Schutz des Ingenieurtitels geführt und die nun auch in Deutschland lebhaft eingesetzt haben, nach der positiven und der negativen Seite würdigt. Dabei wird in erster Linie der Einfluß auf die Klassengegensätze ins Auge zu fassen, sodann aber auch eine Klärung der Vorteile und der Nachteile zu geben sein, welche für die Allgemeinheit, für die deutsche Industrie und für den Stand der Ingenieure zu erwarten sind, wenn den Bestrebungen auf behördlichen Schutz des Ingenieurtitels in Deutschland stattgegeben werden würde. Die in Betracht kommenden Verhältnisse in den übrigen Industrieländern werden zum Vergleich heranzuziehen sein.“

Auch hierfür wurden drei Preise in derselben Höhe ausgesetzt und der Einlieferungstermin auf den 31. Oktober 1918 bestimmt.

Über beide Preisausschreibungen gibt meine kleine Schrift „Milderung der Klassengegensätze“, Verlag von Konrad Wittwer in Stuttgart 1919 (40 Seiten), nähere Auskunft.

Da der Termin der Preisaufgabe II früher ablief, so hatte die Beurteilung der hierauf eingegangenen Arbeiten (42 an der Zahl) zuerst zu erfolgen. Über das Ergebnis berichtet das Preisgericht in der Schrift: „Milderung der

Klassengegensätze und die Bestrebungen zum Sch Ingenieurtitels“, Verlag von Konrad Wittwer in 1919. Sie enthält die drei mit Preisen bedachten

Als der Termin für die erste Preisausschreibung gelaufen war und das Preisgericht die eingegangenen, deren Zahl über 450 betrug, geprüft haben war die Zeit der Inflation hereingebrochen, in der der Verleger fand, bereit, die drei besten Arbeiten zu infolgedessen die Veröffentlichung der Arbeiten fre war. Die mit dem ersten Preise bedachte Arbeit i von dem Verfasser in den „Kultur- und Zeitfra ausgegeben von Louis Satow, Verlag von Ernst Leipzig, Heft 7 S. 57 u. f., veröffentlicht worden.

Als Urheber der Preisausschreibung erachte für verpflichtet, die Aufmerksamkeit aller derjen die vorgenannten Arbeiten zu lenken, denen d unseres Volkes am Herzen liegt. Insbesondere hän die Qualitätsleistungen unseres Volkes in hohem G von ab, in welchem Maß es gelingt, die trüben F Mißtrauens, durch welche die verschiedenen Schie seres Volkes heute noch weiter- und tiefergehend werden als früher, ausreichend zum Zurücksinken gen. In dieser Hinsicht verweise ich auf meine D gen am 23. April 1925 in Karlsruhe. (Vergl. S. 9 der Niederschrift der IV. Tagung des Allgemeinen des der Deutschen Dampfkessel-Überwachungs-V 23. und 24. April 1925 zu Karlsruhe; VDI-Verlag, Die Aufgabe, die hier vorliegt, ist die weitaus w für die Zukunft unseres Volkes, weshalb sich kei die Zukunft seines Vaterlandes am Herzen lieg die Tagesgeschäfte abhalten lassen sollte, ihr v achtung zu schenken und in seinem Kreise das wozu er als Mensch, als Deutscher verpflichtet i

Prüfingenieure für Statik

Der Ausschuß für Prüfingenieure für Statik hat auf Grund eines Erlasses des preußischen Ministers für Volkswohlfahrt vom 3. Dezember 1926 nunmehr zunächst etwa 40 Prüfingenieure gewählt und berufen; eine Wahl von weiteren Prüfingenieuren steht demnächst bevor. Damit ist die statische Prüfung von Bauvorhaben in Preußen teilweise anders als zuvor geregelt. Die Entwicklung und das Wesen der neuen Einrichtungen sei nunmehr zur Aufklärung aller Kreise der Technik nachstehend dargestellt.

Entwicklung

Der Zusammenhang zwischen Technik und Wirtschaft hat an der überlieferten Form und den Mitteln der staatlichen Einrichtungen manches geändert. So sind die Betriebsverwaltungen staatlicher und städtischer Unternehmungen selbständige wirtschaftliche Verwaltungen geworden. Auch auf dem Gebiete der Polizei ist es nichts Neues, die Bevormundung der Wirtschaft, z. B. in der Dampfkesselüberwachung und hinsichtlich der Sicherheit der Starkstromanlagen, aus fachlichen Gründen durch private Einrichtungen mit behördlichen Befugnissen zu ersetzen.

Die Erfahrungen in England und Amerika, wo schwierige baupolizeiliche Bauaufgaben dem im freien Beruf tätigen Bauingenieur vorbehalten sind, haben mich veranlaßt, 1910 in dieser Zeitschrift¹⁾ die Forderung zu stellen, auch in Deutschland die schwierige Prüfung der statischen Berechnung und der Konstruktion sowie die Überwachung der Ausführung von Amts wegen geeigneten Zivilingenieuren zu übertragen. Dies habe ich 1912 in der Hauptversammlung des V. d. I. in Stuttgart eingehend begründet²⁾. Aber der Staat verhielt sich zunächst ablehnend, obrigkeitliche Aufgaben zugunsten von privaten Fachleuten abzutreten. Das ist jetzt anders geworden.

Es ist das Verdienst des bisherigen Leiters der Preußischen Zentralstelle der Baupolizei im Wohlfahrtsministerium, des Ministerialrates Geheimrat Dr. Friedrich, eines vornehmlich in Baupolizeiwesen emporgewachsenen Bauingenieurs, die Einrichtung der Prüfingenieure für Statik 1923 dadurch ins Leben gerufen zu haben, daß der Minister einen gemeinsamen Ausschuß der technisch-wissenschaftlichen Verbände einberufen hat, um die Grundlagen der neuen Einrichtung mit ihm zu beraten. Die bauindustriell eingestellten Verbände waren anfangs dagegen. Das Ministerium selbst mußte erst darauf hinweisen, daß in

England und Amerika beratende Ingenieure bei allen wichtigen Bauten zugezogen würden, um die statischen Berechnungen zu prüfen und den Bau zu überwachen in der Einleitung des grundlegenden Entwurfs. Ist daß Bauherren oder ihre Beauftragten schon m Vorlage des Bauentwurfs an die Baupolizei eine vom Prüfingenieur geprüfte statische Berechnung legen könnten, um die Prüfung der statischen Berechnung für baupolizeiliche Zwecke zu vereinfachen beschleunigen.

Hierin ist der wesentliche Inhalt der Neuein dargelegt, vor allem, daß man dadurch erheblich gewinnt, daß man während der Ausarbeitung des Entwurfs und der statischen Unterlagen den Prüfingenieur ziehen könne, bevor die baupolizeilichen Eingaben gestellt sind, und daß gleichzeitig mit dem Entwurf schon die vorgeprüfte statische Berechnung der Baupolizei vorgelegt werden kann.

Früher vergingen häufig viele Wochen, bis statischen Berechnungen in die Hände des maßgebenden gelangten, so daß über dem Unternehmen Ungewisschwebte, ob die beabsichtigten Konstruktionen, w etwas von dem Landläufigen abwichen, überhaupt ge werden würden. Durch den Prüfingenieur kann s Bauunternehmer schon während des Konstruierens u vergewissern, daß er das Bauvorhaben in der beabsi Weise ausführen kann, und daß sich die Kalkulation sicherer Grundlage befindet, was doch für die Bauu von allergrößter Wichtigkeit ist. Ferner bietet sich die Prüfingenieure die Sicherheit, daß bei der Überwachung des Baues wichtige Änderungen sofort oh zögerung konstruktiv klargestellt und geprüft können, was bislang mindestens viel Schreiber gewißheit und letzten Endes behördliche Nachgiebigk sich brachte. Die Vermeidung dieser Übelstände i ein Vorzug, den jeder würdigen muß, der die Baupr dieser Hinsicht kennen gelernt hat.

Die Aufgaben der Prüfingenieure

Der Erlaß vom 3. Dezember 1926 nebst einer sung für die statische Prüfung durch die Prüfung ist also das Ergebnis langjähriger Bemühungen u Ausgleich widerstrebender Interessen. Zunächst nim Erlaß Rücksicht auf die bestehenden Einrichtungen lich auf die von einzelnen Gemeinden eingerichte fischen Dienststellen, die durch die Neueinrichtu beiseite geschoben werden können, um so mehr, als s

¹⁾ Z. Bd. 54 (1910) S. 1324.

²⁾ Z. Bd. 56 (1912) S. 1232.

ernahme von Prüfungen statischer Berechnungen bei mit ministerieller Genehmigung geschaffenen Einrichtern erklärt haben. Deshalb können Entwürfe an baupolizeibehörden mit einer vom Prüfingenieur gestellten statischen Berechnung nur unter der Voraussetzung genehmigt werden, daß die betreffenden Stadtgemeinden, die statischen Ämter eingerichtet haben, damit einverstanden sind.

Die weitere Einschränkung ist darin zu sehen, daß Prüfingenieure geprüfte statische Berechnungen von baupolizei selbst oder durch die genannten statischen Ämter nachgeprüft werden sollen. Diese Nachprüfung erstreckt sich nur darauf, daß die amtlichen Berechnungen beachtet sind, daß die Rechnungs- und Prüfungen den anerkannten Regeln der Statik entsprechen, daß die statischen Berechnungen mit den Ausführungszeichnungen übereinstimmen und daß auch alle in Betracht kommende statische untersuchte sind, also auf Stichproben der Rechnung. Erhebliche Unzulänglichkeiten sollen der baupolizeibehörde bekanntgegeben werden, damit sie den Prüfingenieur vorgehen kann.

gegen können ohne weiteres bei Bauanträgen für die in Paragraphen 16 u. f. der Reichsgewerbeordnung vorgeschriebenen gewerblichen Anlagen sowie bei Bauanträgen, für welche die Baugenehmigung durch staatsorgane (Landräte, Distriktkommissare, Kreis- und Stadtschüsse) erteilt wird, den Bauvorlagen an die Bauämter vom Prüfingenieur geprüften statischen Berechnungen beigegeben werden. Diese müssen allerdings von den baupolizeibehörden und statischen Dienststellen „nachgeprüft“ werden. Die Genehmigungspflicht gewerblicher Anlagen betrifft allerdings nur solche Anlagen, die infolge ihrer Lage oder der Beschaffenheit der Betriebsstätten erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen für das öffentliche Leben herbeiführen können. Die Prüfung in baupolizeilicher Hinsicht ist mit dem Genehmigungsverfahren verbunden, aber wie gesagt, hierfür ist die vorherige Prüfung der statischen Berechnungen durch den Prüfingenieur ohne weiteres zulässig. Ist also den Prüfingenieuren schon ein gewisses Betätigungsfeld eingeräumt.

Ausschuß für Prüfingenieure

Die Auswahl geeigneter Ingenieure für die Prüfung der statischen Berechnungen ist nach der ministeriellen Anweisung dem „Ausschuß für Prüfingenieure“ für die Bau- und Statik-Ämter — API — gebildet, der aus je einem stimmberechtigten Vertreter nachstehender Körperschaften besteht:

- 1. ein deutscher Ingenieur,
- 2. ein deutscher Architekt- und Ingenieur-Verein,
- 3. die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen,
- 4. der Deutsche Architekten- und Ingenieur-Verein,
- 5. der Deutsche Eisenbau-Verband,
- 6. ein Beratender Ingenieur,
- 7. der Deutsche Zivilingenieur-Verein,
- 8. der Deutsche Holzbau-Verein,
- 9. der Verband Deutscher Diplom-Ingenieure.

Darüber hinaus gehört dem Ausschuß ein Vertreter des Ministeriums für Volkswohlfahrt als Staatskommissar an.

Der Ausschuß entscheidet über die Bewerbungsgewinnung sowie über die Streichung von Prüfingenieuren aus der vom Ministerium geführten Liste. Die Berufung erfolgt für Eisenbau, Betonbau oder Holzbau, oder für diese drei Fächer. Die Berufungen erhalten die Bezeichnung „Prüfingenieure für Statik“. Der Ausschuß über die Zulassung der Prüfingenieure muß einstimmig sein. Als Prüfingenieure können nur fachlich anerkannte Bauingenieure berufen werden, die mindestens langjährige statische Berechnungen für baupolizeiliche Zwecke angefertigt und geprüft haben und mit der Praxis vertraut stehen. Lehnt der Ausschuß eine Bewerbung ab, so steht es dem Bewerber frei, sich nach Jahresfrist neu zu melden.

Den Bauherren und den Bauunternehmern steht die Ausfertigung der statischen Berechnungen völlig frei, nur dürfen die Entwürfe aufgestellt oder an ihm mitgeteilt werden. Der Prüfingenieur hat seine Aufgabe unter Berücksichtigung der sachlichen und moralischen Anforderungen im Sinne eines öffentlichen Amtes durchzuführen. Der Ausschuß für Prüfingenieure hat sich nach dem Ministerialerlaß eine Geschäftsordnung gegeben. Prüfingenieure selbst gehören dem Ausschuß nicht an, dessen Tätigkeit natürlich durchaus ehrenamtlicher Art ist. Zur Erledigung der laufenden Geschäfte ist ein Schriftführer gewählt, für den der Verein deutscher Ingenieure einen Bauingenieur seiner Geschäftsstelle kostenlos zur Verfügung gestellt hat. Die übrigen Sachkosten trägt vorläufig das Ministerium für Volkswohlfahrt.

Pflichten der Prüfingenieure

Die gewählten Prüfingenieure haben sich bereit erklärt, die Prüfung statischer Berechnungen auf eigene Verantwortung zu übernehmen und, falls verlangt, die Beachtung und Durchführung der statischen Berechnung bei der Bauausführung zu überwachen. Sie sind in bezug auf ihre Tätigkeit als Prüfingenieure sowohl in sachlicher als auch in moralischer Beziehung dem Urteil des Ausschusses für Prüfingenieure unterworfen und haben diesem auf Erfordern Rechenschaft abzulegen.

Der Ausschuß ist berechtigt, einen Prüfingenieur aus der Liste zu streichen. Der Prüfingenieur hat sich verpflichtet, alles zu tun, was in seinen Kräften steht, um der Neueinrichtung zu Ansehen und Achtung zu verhelfen.

Der Prüfingenieur darf sich nicht in reklamehafter Art anpreisen oder sich öffentlich um Aufträge bewerben und muß im Interesse der Standeswürde eine entsprechende Zurückhaltung bewahren.

Kosten der Prüfung

Die Vergütung ist nach den staatlichen und kommunalen Gebührenordnungen für Prüfung von statischen Berechnungen geregelt, und zwar erhält der Vorprüfer 2% der bisherigen Gesamtgebühren. Im allgemeinen sollen die Kosten nicht höher werden als bei den Prüfungen in der bisherigen Weise.

Berlin

Dr.-Ing. E. h. Karl Bernhard

[N 916]

Steuerung von Elektronenströmen in Quecksilberdampfentladungen¹⁾

Bei den gewöhnlichen Glühkathodenröhren, wie sie als Verstärker- und Senderröhren in der drahtlosen Telegraphie weitgehend verwendet werden, sind hohe Leistungen nur durch die Verwendung hoher Spannungen (1500 bis 6000 V) zu erzielen, da die negative Raumladung der Elektronen den von der Kathode kommenden Elektronenstrom begrenzt. Das wird bei der neuen Röhre, die ich im Forschungslaboratorium Siemensstadt der Siemenswerke entwickelt habe, vermieden. Bei dieser wird ein Quecksilberdampf-Lichtbogen im luftleeren Raum benutzt.

In einem Quecksilberdampf-Vakuumlichtbogen enthält die Leitungsbahn sehr viele Elektronen, aber auch positive Quecksilberionen. Brennt der Lichtbogen durch eine Metallsonde hindurch, die eine Spannung gegenüber der Lichtbogenkathode hat, so tritt ein Ionen- und Elektronenstrom zur Sonde hin auf. Durch Aufteilung der Zylindersonde in ein Metallgitter und einen konzentrischen Anodenzylinder kann man die beiden Ströme trennen. Der Abstand zwischen Metallgitter und Anodenzylinder beträgt nur wenige Millimeter. Durch eine vollständige Abtrennung des Steuerstromes, der von dem Gitter und der Anode begrenzt wird, vom Raume der Lichtbogenentladung mittels gut passender Glasröhren, ferner durch geeignete Wahl der Gitterkonstanten (Drahtdicke und Maschenweite) und durch Kühlung der Kathode und des Raumes darüber gelingt die Trennung der Ionen- und Elektronenströme. Der Anodenstrom erreicht bei 220 V Anodenspannung Beträge bis zu 5 A. Diese Elektronenströme sind bei gleichen Spannungen rd. 100mal so groß wie der hochwertigsten bekannten Glühkathodenröhren. Etwa ebensoviel größer ist auch die Steilheit, die Beträge von 500 mA/V erreicht. Der Durchgriff beträgt etwa 10 vH, so daß die Gütezahl der neuen Steuerröhre etwa 5000 beträgt. Bei der neuen Telefunkenröhre RE 134 beträgt diese Zahl nur 20. Die Röhre hat einen inneren Widerstand von rd. 70 Ω . Für besondere Zwecke, wo bei niedrigen Anodenspannungen hohe Leistungen verlangt werden, ist sie vorzuziehen. Sie ist wegen ihres geringen inneren Widerstandes vor allem für Maschinensteuerungen geeignet.

Berlin-Siemensstadt

[N 902]

Dr. E. Lücke.

¹⁾ Auszug aus einem Vortrag auf dem Deutschen Physikertag in Bad Kissingen am 19. September 1927.

R U N D S C H A U

Wissenschaftliche Tagungen

Metallkunde und Technik

Die 9. Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde wurde im Rahmen der Werkstofftagung am 25. und 26. Oktober in Berlin abgehalten. Sie vereinte eine außerordentlich große Zahl bewährter Wissenschaftler und Fachgenossen und bot durch ihre Verhandlungen ein bemerkenswertes Bild der Strömungen, die nicht nur dem Metallfachmann, sondern auch dem Maschinen- und Bauingenieur neue Wege weisen. Als Ehrengäste waren u. a. erschienen der Präsident der Notgemeinschaft Deutscher Wissenschaft, Exz. Dr. F. Schmidt-Ott, der Vizepräsident des Institute of Metals, London, Dr. Hutton, Vertreter der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaften, der Staatlichen Materialprüfungsämter, der Technischen Hochschulen usw. Nach einleitenden Worten des Vorsitzenden der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde, J. Czochralski, nach der Begrüßung durch den Rektor der Technischen Hochschule Berlin, Geh. Rat Dr. Boost, und den von Dr. Hutton überbrachten Grüßen des Institute of Metals ergriff Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. F. R. Schenck, Münster, das Wort zu seinem Vortrag:

Was bietet die wissenschaftliche Metallkunde der Technik?

Erst wenige Jahrzehnte gibt es eine planmäßige wissenschaftliche Erforschung der Metalle. Seitdem man danach strebte, den inneren Aufbau der Metalle und die diesen Aufbau beeinflussenden Umstände zu erkennen, war es auch möglich, in gewissen Grenzen das verwirrende Bild der Erscheinungen, das die Metalle und ihre Legierungen bieten, zu verstehen. Die Forschungen der letzten Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts im Grenzgebiete der physikalischen Chemie haben bestimmte theoretische Grundlagen ermöglicht, die gestatten, mit Aussicht auf Erfolg weitere Forschungen über das Wesen der Metalle durchzuführen. Die Gesetze, die die Vorgänge in den Metallen im festen Zustand beherrschen, und die neuen kristallographischen Erkenntnisse waren Grundfesten der Metallkunde. Ergänzt werden sie durch das Wissen von den spezifisch metallischen Kennzeichen, die ihre gemeinsamen Ursachen in elektrischen, optischen und hohen plastischen Eigenschaften haben. Nahezu 80 vH aller Elemente weisen diese spezifisch metallischen Kennzeichen auf. Die Reaktionen im festen Zustande, die Vielgestaltigkeit des Gefüges, sind seit über 100 Jahren bekannt. Tiefgreifende Änderungen der Eigenschaften der festen Werkstoffe sind damit verbunden. Erwähnt sei die Umwandlung von weißem Zinn zu grauem Zinn oder die technisch außerordentlich wichtige γ/α -Umwandlung des Eisens.

Von großer Wichtigkeit sind die Untersuchungen über das Erstarren und die Erstarrungsgebilde in Zwei- und Mehrstoffmischungen geworden. Diese Gebilde sind Kristalle der reinen Bestandteile, solche intermetallischer Verbindungen oder die sogenannten festen Lösungen oder Mischkristalle, die wesentliche Bedeutung für die Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und chemische Beanspruchung haben. Die Mischkristalle zeichnen sich besonders durch Härte und Zugfestigkeit aus. Hierher gehören die Stähle, die Bronzen, Messinge, Leichtmetalllegierungen u. a. m. Es liegt in der Hand des Metallkundigen, bestimmte Anforderungen an diese Eigenschaften scharf und genau zu erfüllen, indem er die Grenze des Mischverhältnisses der Bestandteile verändert. Geringe Zusätze zu Reinformmetall oder zu einer Verbindung bedingen in der Regel starke Änderungen der Eigenschaften.

Auf dem gesicherten Boden der Thermodynamik ruhen die Zustandschaubilder von Zwei- und Mehrstoffsystemen. Aus diesen kann man nicht nur für jede einzelne Mischung der Bestandteile die Veränderung bestimmen, die beim Abkühlen aus der Schmelze auftritt, man kann auch erkennen, welche Kristallarten die völlig erstarrte Legierung aufweist, welche erwünschten oder unerwünschten Gefügearten beständig sind und bei welchen Temperaturen und in welcher Weise sich diese Gefügearten gebildet haben. Zwangsläufig kann auch hier der Metallkundige wertvolle Gefügearten durch Abschrecken auf Zimmertemperatur beibehalten und dadurch technisch wichtige Legierungen schaffen.

Die Zustandschaubilder, entstanden aus der Beobachtung des abnehmenden Wärmeinhaltes der Systeme bei abfallender Temperatur, durch metallmikroskopische Untersuchungen und durch Beobachten der Abhängigkeit der physikalischen Eigenschaften vom Mischverhältnis der Legierungsbestandteile, sind dem Wissenden Wegweiser zur Beherrschung

bestimmter Gefügebestandteile. In neuerer Zeit in gewissen Fällen Untersuchungen der chemischen gewichte von Metallen mit reaktionsfähigen Gasen gezogen; so hat Prof. Schenck auf diese Weise das Fe-O-System untersucht.

Neuere Forschungen haben gezeigt, daß die physikalischen und mechanischen Eigenschaften der Metalle in gewissen Zusammenhängen stehen mit den durch die Kristallisation bedingten Korngrößen und der Orientierung der Kristallite. Die neuzeitliche Technologie geht darauf zwangsläufig die Kristallisation zu beeinflussen und Fehler zu bekämpfen. Die Studien über die Abhängigkeit der Größe des Kristallkornes von den Arbeitsbedingungen über die Rekristallisation und über das Verhalten der Kristalle haben wertvolle Einblicke in die Vorgänge gegeben, die die Grundlage für die Beanspruchung der metallischen Werkstoffe bei der plastischen Verformung bilden. Mit den Eigenschaftsänderungen ändert sich zugleich das Gefüge. Als ein unentbehrliches Hilfsmittel haben die Röntgenstrahlen erwiesen, aber auch einfache Ätzverfahren sind geeignet, Rückschlüsse auf die technologische Geschichte des Werkstoffes zu ermöglichen. Technisch wirtschaftlich von großer Tragweite ist die Erhaltung der Werkstoffe gegenüber Einflüssen der umgebenden chemischen Mittel. Es konnten bereits wertvolle Rückschlüsse aufgestellt werden, die helfen, unbeständige Metalle vor Korrosion (Ätzfraß) zu schützen.

Schenck ging dann auf einige spezifisch metallische Eigenschaften und ihre Beeinflussung durch die Zusammensetzung und Behandlung ein. Die Kenntnis vom Verhalten metallischen Werkstoffe setzt den Ingenieur in der Lage, 1. die verwendeten Werkstoffe mit großer Sicherheit zu prüfen und 2. zu erkennen, daß man über Werkstoffe verfügt, die für jede irgendwie geartete Konstruktion geeignet sind, oder sie unter Umständen für einen anderen Verwendungszweck geeignet sind, oder sie unter Umständen an die Bedürfnisse herstellen kann.

Dann sprach der Vorsitzende der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde, Oberingenieur J. Czochralski, Münster a. M., über

Neues und Altes aus der Technologie und Technik

Die Vernachlässigung der Gußlegierungen in den letzten Jahrzehnten sei darauf zurückzuführen, daß die Kristallisation der Legierungen zu sehr in den Vordergrund trat. Die Stellung ist inzwischen von verschiedenen Seiten als falsch erkannt worden. Namhafte Forscher haben die Eigenschaften der Gußlegierungen ihr Augenmerk zugewandt. Als Ergebnis dieser Untersuchungen kann man den Perlitguß und die vergüteten Aluminium-Silizium-Legierungen betrachten. Die Eigenschaften der verwendeten Legierungen kann man zum größten Teil als Rohlegierungen bezeichnen im Gegensatz zu den Gußlegierungen, die bisher nur in wenigen Abarten erhalten worden sind.

Unter Feinlegierung versteht man eine Legierung, deren technologische Hochwertigkeit auf dem Einbringen von ringförmigen Zusätzen auf den Gefügebau beruht. Der Zusatz von nur $\frac{1}{100}$ Gewichtsanteilen Lithium verleiht dem Gußwerkstoff eine Hochwertigkeit, die durch die Eigenschaften der Legierungen erreicht wird. Zu den Feinlegierungen gehören auch die Siliziumbronzen, die im wesentlichen Kupfer-, Kobalt-, Nickel- und Eisenlegierungen entsprechend dem Siliziumgehalt darstellen. Auch die durch perlitähnlichen Gefügebau mit hoher Gleichzeitigkeit und Hochwertigkeit der mechanischen Eigenschaften ausgezeichnet.

Den Verfahren der Kornverfeinerung wird der Metallkundige Fachmann noch besondere Aufmerksamkeit widmen müssen. Die neueren Erfahrungen haben auch gezeigt, daß das bisherige Wissen vom Aufbau der Legierungen ihren physikalischen Eigenschaften nicht ausreicht, um die Anforderungen, die in immer schärferem Maße von der Technik an die Metallverarbeitung gestellt werden, gerecht werden zu können. Im Verlauf seiner weiteren Ausführungen ging der Vortragende auf die Beziehung zwischen Metallkunde und Technologie ein.

Der nächste Redner, Dr. E. Schmid, Frankfurt a. M., sprach in seinem Vortrag, neue Wege der Kristallisationsforschung, die Schwierigkeit der Versuchsführung bei der Verfolgung des Ätzfraßes der Metalle. Er schloß mit der Übereinstimmung mit Czochralski vor, die Änderung der Festigkeitseigenschaften neben den bisher ausschließlichen mechanischen Prüfverfahren: der Bestimmung des Gewichtes, der Untersuchung der entstehenden Korrosionsprodukte und der Bestimmung der Tiefe der am stärksten angegriffenen Stellen mit heranzuziehen.

nächste Vortrag behandelte die vergütbaren Aluminiumlegierungen als Konstruktionsstoffe.

Im Vortrag wurde von maßgebender Stelle, von Dr. Roth (Vereinigte Aluminiumwerke, Lautawerk) erstmalig vor der Allgemeinheit festgestellt, daß es möglich sei, zugunsten der Eigenschaften der Leichtmetalle neue Maschinenelemente zu schaffen.

Die Uebelstände in der Verwendung der Leichtmetalle sind die Mißachtung gegen Grundgesetze des Leichtmetalls zurückzuführen. Das sinnfällige Beispiel einer falsch hergestellten Kirchenglocke in der alten Form, die neuen, den Eigenschaften des Leichtmetalls angepaßten Glocken, die den Zuhörern durch den Klang der beiden Glocken alle Zweifel schlagend, dargeboten. Die speziellen Eigenschaften der Leichtmetalle werden besonders in der Technik, dem Fahrzeug- und Kranbau zugute kommen. Die Ersparnisse maschineller Arbeit bei dynamischen Belastungen, die Ersparnisse beim Gewicht und die Erleichterung menschlicher Arbeit sind Umstände, die den Leichtmetallen den Weg weisen. Das geringe Gewicht allein kann die Verwendung des Leichtmetalls nicht in allen Fällen rechtfertigen, und der Ersatz eines gußeisernen Fundaments durch einen gegossenen Leichtmetallrahmen würde eine außerordentliche Werkstoffverschwendung bei hohem Preis bedeuten. Die Anwendung der Leichtmetalle wird ja nicht in allen Formen bedingen und dadurch die Arbeit des Kunsthandwerks vor neue Aufgaben stellen. Die Ersparnis maschineller Arbeiten gehört besonders in der Fertigung unausgeglichenen und ungeformter Massen. In allen Fällen liegen vor im Kraftwagenbau, Waggon- und Flugzeugbau. Ein neuzeitlicher Stadtbahnwagen in leichtester Konstruktion wiegt immer noch 40 t, ein Wagen aus Stahl nur 21 t. Aufgabe des Konstrukteurs wird es sein, das Mindestgewicht des Wagens zur Vermeidung von Kosten usw. zu errechnen. Für die Sicherheit des Verkehrs ist die Verkürzung des Bremsweges.

Die Anwendung bei Fernleitungen sind besonders bei Al-Leitungen berufen, eine große Rolle zu spielen. Bei nur wenig verringerter elektrischer Leitfähigkeit gegenüber dem Reinaluminium ist die Festigkeit dieser Leitungen außerordentlich gesteigert worden. Ein bevorzugtes Gebiet ist auch der Brückenbau, bei dem das Eigengewicht in ungewöhnlichem Maßverhältnis zur Last steht.

Die Erleichterung menschlicher Arbeit wird u. a. durch die Verwendung des Aluminiums im Haushalt zu sehen sein. Unmittelbaren wirtschaftlichen Nutzen bringt die Aluminiumlegierung z. B. auch in ihrer Anwendung als Strahlrohr, als Schlauchkupplung und als Material für die Feuerwehr haben.

Reinaluminium hat als Konstruktionsbaustoff eine große Bedeutung. Seine mechanischen Eigenschaften sind ausgezeichnet, aber infolge der hohen Beständigkeit gegen Korrosion verwendet man es in der chemischen Industrie. Erst ist hierfür die Möglichkeit, Halberzeugnisse, die in großen Abmessungen herstellen zu können, notwendig ist die Normung der Leichtmetalle. Die heute übliche Herstellung durch Pressen und Walzen wird dann durch Walzen ersetzt werden können, was wirtschaftliches Arbeiten ermöglicht.

Im Schlußvortrag des ersten Hauptversammlungsstages sprach Dr. Ph. H. Wieland, Wielandwerke, Ulm, über die Messung. Er erörterte die Entwicklung des Messens in den letzten Jahrzehnten und gab den Lesern Seiten den erwünschten Einblick in die Eigenschaften Qualitätsmessungen und die möglichen Ansprüche an mechanisch-technologische Eigenschaften.

Der zweite Verhandlungstag brachte eine Reihe von Berichten über kürzer Mitteilungen aus wissenschaftlichen Instituten und aus der Praxis. Sie betrafen unter anderem vergütbare Silberlegierungen, die ähnliche Eigenschaften zeigen wie die vergütbaren Aluminiumlegierungen. Ferner vergütbare Berylliumlegierungen mit Kupfer, Zinn und Eisen, Metallfolien bis $\frac{1}{100}$ mm Dicke, die Erörterung der Arbeiten über das Erstarrungsverhalten der Zink-Kupfer-Legierungen. Es wurde ein 30 Jahre und Aufstellung eines neuen Schaubildes der Dilatometrien von Leichtmetallen, die Porenfreiheit und ihre Bedeutung für gegossene Werkstoffe, die Eigenschaften an Elektrolytkupfer, die Zirkonbildung beim Gießen von Kupfer und die Gefügeausbildung im Zink. Die kleinen Vorträge, die kennzeichnend für den Tag der Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde sind, boten wertvolle Beispiele für Arbeitsweise und technische Höchstleistungen.

Wolf

Eisenhüttentagung 1927

Alljährlich im Herbst pflegen die Eisenhüttenleute ihre Hauptversammlung in Düsseldorf abzuhalten. Nur aus ganz besonderen Anlaß haben sie bisher einen andern Tagungs-ort gewählt, z. B. anläßlich der Einweihung des Instituts für Eisenhüttenkunde an der Technischen Hochschule Breslau wurde im Jahre 1911 die Hauptversammlung dort abgehalten. Zwei Gründe waren es in diesem Jahre, die den Verein deutscher Eisenhüttenleute veranlaßten, seine Hauptversammlung nach Berlin zu verlegen. In den einleitenden Worten seines Vortrages

„Stahl und Eisen und die deutsche Wirtschaft“

kennzeichnete der Vorsitzende des Vereines, Generaldirektor Dr. Vögler, Dortmund, diese Gründe. Die Werkstofftagung, verbunden mit der großen Werkstoffschau ist der eine Anlaß, während als der andere zu bezeichnen ist: die Grundlagen zu schaffen, um zwischen der Provinz, wie er die Eisenhüttenbezirke nannte, und der Reichshauptstadt bessere Beziehungen anzubahnen.

Berlin ist als das große Sammelbecken aller geistigen Strömungen anzusprechen. Hier werden Gedanken geboren und entstehen Bewegungen, von denen die Provinz nichts ahnt; deshalb ist es als eine bedeutungsvolle Aufgabe anzusprechen, wenn man sich bemüht, ein verständnisvolles inneres Verhältnis zwischen der Reichshauptstadt und dem Lande zu schaffen. Besonders zu begrüßen wäre es, wenn man nach Berlin berufen würde, nicht um fertige Beschlüsse entgegenzunehmen, sondern um an der Lösung großer Aufgaben tatkräftig mitzuarbeiten.

Dr. Vögler ging dann auf die Steigerung der Leistung unserer Eisenindustrie ein. Wir haben heute die gleiche Erzeugungsziffer erreicht wie vor dem Kriege. 1913 wurden in Deutschland 18 Mill. t Eisen erzeugt. Infolge des Krieges und der damit verbundenen Gebietsverluste fiel die Erzeugung um 5 Mill. t. Im Jahre 1927 werden wir dank planmäßiger unermüdlicher Arbeit den Stand von 1913 erreicht haben. Die Gütesteigerung auf dem Gebiete des Eisens und Stahles zeigt uns am deutlichsten die Werkstoffschau. Finden doch hier alle Kreise unseres Vaterlandes bis zum letzten Verbraucher die reiche Fülle an Werkstoffen verschiedener Art und Abstufung, die uns unsere Eisenindustrie zur Verfügung stellt. Hier wird gezeigt, wie man die Eigenschaften durch Prüfung feststellt. Sie deckt aber auch die Fehler auf, die bei Herstellung und Verarbeitung von Eisen und Stahl entstehen können und welche Wege man gehen muß, um sie zu beseitigen.

Beispiele für die Steigerung der Güte zeigen folgende Zahlen: Unsere Väter rechneten i. M. mit 750 kg/cm² Festigkeit, heute rechnet man durchschnittlich mit 1450 kg/cm², bei silizierten Stählen mit 2000 kg/cm² und legierten Sorten bis 4000 kg/cm². Leichtbau wäre heute undenkbar, wenn man diese Gütesteigerung nicht durchgeführt hätte.

Durch Anwendung wirtschaftlicher Arbeitsverfahren hat man in unserer Eisenindustrie zu sparen gelernt und dadurch die Güte verbessern können. Für die Erzeugung der 18 Mill. t Eisen braucht man heute rd. 23 Mill. t Kohle weniger als vor 25 Jahren. Im Jahre 1900 stellte man eine Tonne Rohstahl mit einem Aufwand von 20 Mill. kcal her. Heute erzeugt man die gleiche Menge mit nur rd. 6 Mill. kcal. Der Energieaufwand für den Rohstahl ist jetzt also in der dem Hochofen zugeführten Koks menge enthalten. Auf den Kopf der Belegschaft wird heute das $\frac{2}{3}$ fache der früheren Menge gewonnen. Der Arbeiterschaft ist dies durch eine ständige Lohnsteigerung zugute gekommen. Trotzdem stehen wir heute erst am Anfange dieser Entwicklung. Die deutsche eisenverarbeitende Industrie braucht heute den Wettbewerb des Auslandes nicht mehr zu scheuen. Die Fortschritte, die wir gemacht haben, sind durch engste Zusammenarbeit von Wissenschaft und Technik erreicht worden. Die Technik ist zur angewandten Wissenschaft geworden.

Zu den wirtschaftlichen Fragen übergehend, führte Dr. Vögler aus, daß wir vor einem Jahr rosiger in die Zukunft sahen als heute. Die heutigen Verhältnisse wären jedoch zu wenig gesichert, als daß man daraus schon eine schlüssige Beurteilung ableiten könne. Wir glaubten, daß der Grundsatz sich wieder Geltung verschafft habe, daß Wirtschaft von Wirtschaftlichkeit abhängig sei. Wir treiben jedoch heute Sozialpolitik und Finanzpolitik, nicht Wirtschaftspolitik. Um wieder erstarken zu können, brauchen wir Arbeitsfreude als Erziehungs- und wichtigsten Staatsgedanken. Außerdem müssen wir nach äußerster Gütesteigerung streben. Nur hierdurch werden wir aus der schweren wirtschaftlichen, sozialen und politischen Lage herauskommen. Die Wirtschaft muß frei schalten und walten können, damit uns wieder eines Tages Männer wie Krupp,

Thyssen und Stinnes erstehen können. In der Vergangenheit hat die deutsche Wirtschaft gezeigt, daß sie ihre Freiheit nicht mißbraucht; sie hat es mit dem Grundgedanken gehalten, daß jede Wirtschaft nur dann gedeihen kann, wenn sie auf das Wohl des Ganzen gerichtet ist.

Den zweiten Vortrag hielt Prof. Dr. E. Fischer, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Anthropologie, Berlin-Dahlem, über

Rasse und Vererbung in ihrer Bedeutung für Volk und Wirtschaft.

Unter Rassetheorie versteht man den Ablauf kulturellen Geschehens, den man durch geschichtliche und volkswirtschaftliche Unterlagen erklären kann. Aber man muß hier auch die Unterschiede im körperlichen und vor allem im geistigen Verhalten der betrachteten Menschen mit verantwortlich machen, d. h. also, es gibt körperliche und geistige Rassenunterschiede, von denen neben andern Punkten das geschichtliche Geschehen, das Schicksal und die Leistungen der Völker abhängen. Zwei Hauptfragen unterstrich der Vortragende besonders: „Wirken auf das Leben und den Bestand der Einzelwesen, die eine soziale Gruppe bilden, irgendwelche Einrichtungen dieser Gruppe ein?“ und „Wie wirkt die erbliche körperliche und geistige Beschaffenheit der Glieder einer Gruppe auf deren Schicksal?“ Die Fragen können nur mit naturwissenschaftlichem Verfahren überprüft werden, weil es sich um Leben, Aussterben, Erbeigenschaften usw. handelt.

Geistige Begabungen sind als erblich anzusprechen; Einbildungskraft, Willenskraft, Entschlußfähigkeit, Intelligenz usw. sind verschieden verteilt. Die Menschen sind nicht gleich. Diese Punkte treten bei dem einzelnen nicht nach irgendwelchen Gesetzen in die Erscheinung, sondern sie ordnen sich willkürlich an, gleich dem Wurf von vielen Würfeln. In jedem Volke wird es darauf ankommen, daß die Erbeigenschaften zu jeder Zeit da sind und daß die minderbegabte Menge nicht verhindert, daß sie sich voll entfalten können.

Die einzelnen Fachsitzungen der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute fanden im Rahmen der Vorträge der Werkstofftagung statt.

[N 952]

Gossow

Werkzeugmaschinen

Neue Hochleistungs-Schnelldrehbank

Für die Bearbeitung großer, schwerer Werkstücke baut die Kalker Maschinenfabrik A.-G. in Köln-Kalk eine bemerkenswerte Hochleistungs-Schnelldrehbank mit einer Spitzenhöhe von 800 mm und einer Spitzenweite von 8000 mm; das Gewicht der Drehbank beträgt 60 000 kg.

Abb. 1 zeigt den äußeren Aufbau, Abb. 2 einen Überblick über die Anordnung der Bedienungsteile. Auf der Vorderseite des Spindelstockes befinden sich die Handräder für das Verschieben von Räderblöcken, ein Sondermeßgerät zur Prüfung der Drehzahlen und Schnittgeschwindigkeiten sowie ein Hauptdrucköler mit sichtbarem Tropfenfall für zuverlässige Schmierung der Lagerstellen und Zahneingriffe. Die Reibkupplung zwischen Motor und Getriebe kann durch Handräder vorn am Bett in der Nähe der Planscheibe und außerdem an beiden Drehschlitzen betätigt werden. Die Schloßplatten, in denen die Wechsel-

getriebe für die Vorschübe untergebracht sind, tragen dem abnehmbaren Deckel in günstiger Greifhöhe und Handräder für folgende Schaltungen: Wechsel Lang- und Planzug, Vorschubwechsel, Umkehrschubrichtung, Schnellverstellung und Handverstellung der Drehschlitzen.

Abb. 3 ist ein Teilschnitt durch den Spindelstock. Zum Antrieb dient ein umsteuerbarer Drehstrommotor mit 80 PS. Zwischen Motor und zweiseitig gelagerten Getriebritzeln ist eine Dohmen-Leblanc-Kupplung eingebaut, die das Anfahrmoment stoßfrei auf das Getriebe überträgt. Die Geschwindigkeiten werden ausschließlich durch Handräder mit geschliffenen Zahnflanken gewechselt; die Ritzel sind abgerundet, damit man bequem umschalten kann. Die Kraftübertragung ist sehr gut, der Antrieb bei allen Drehzahlen über den Zahn der Planscheibe geleitet wird; dieser Zahnkranz aus Stahl hat besonders breite und feine Innenverzahnung, die auch bei schweren Schnitten und hohen Drehzahlen ruhiger Lauf gewährleistet ist. Die Hauptspindel ist in nachstellbaren Lagern; ihr Axialdruck wird von einem Kugellager aufgenommen. Der Reitstock ist an der Planscheibe ausgerüstet, damit man die schweren Werkstücke zwischen den Spitzen sicher festlegen kann; die Reitstützen dienen zwei halbseitige, aufklappbare Längslagern.

Abb. 4 zeigt den kennzeichnenden Bettquerschnitt der Hochleistungs-Schruppbank. Die vorderen Stützen sind nach oben gezogenen Wangen des Vierbahnenbettes angeordnet, die hohen Schnittkräfte günstig auf, da die Schäfte dieser Bauart gedungen und kräftig ausgeführt werden konnten. Als Besonderheit hat die Bank eine Vorrichtung zum Kegeldrehen, indem Lang- und Planzug eine Schere und Wechselräder verbunden werden.

Die Führungsbahnen des Bettes sind in Kokillen gegossen. Die abgeschreckten oberen Schichten ergeben dicke und saubere Gleitflächen, so daß Reibung und Vorschub auf ein Mindestmaß herabgesetzt sind. Die Leitschienen unter der vorderen Wange im Innern des Bettes sind so angeordnet, daß sie gegenüber der bisher üblichen Bauart einen großen Vorteil, daß der Vorschub- und Gleitwiderstand geringer aufgenommen wird und der freie Raum vor-



Abb. 2
Anordnung der Bedienungsteile

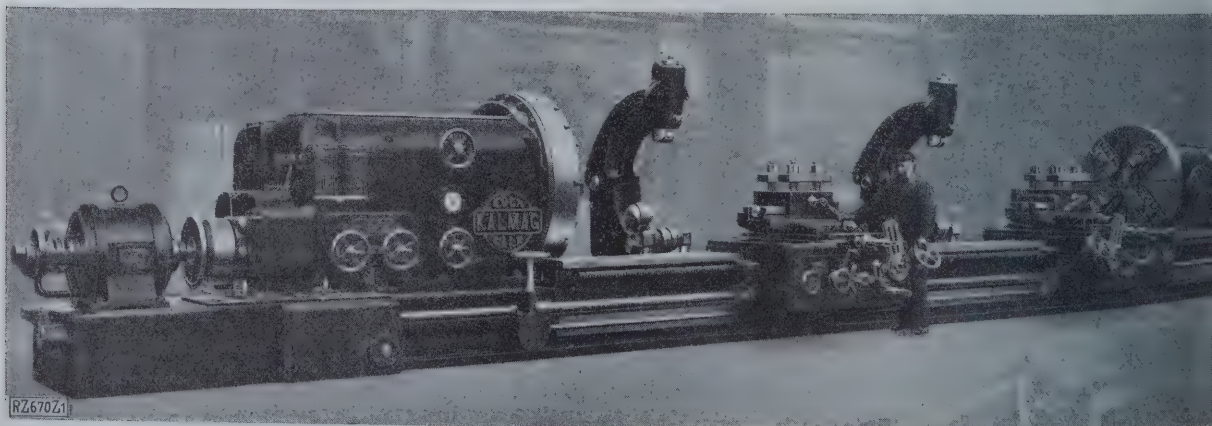


Abb. 1

Hochleistungs-Schnelldrehbank von 800 mm Spitzenhöhe und 8000 mm Spitzenweite der Kalker Maschinenfabrik, A.-G., Köln-Kalk.

Abb. 3
Teilschnitt durch den
Spindelkasten
M. 1:30

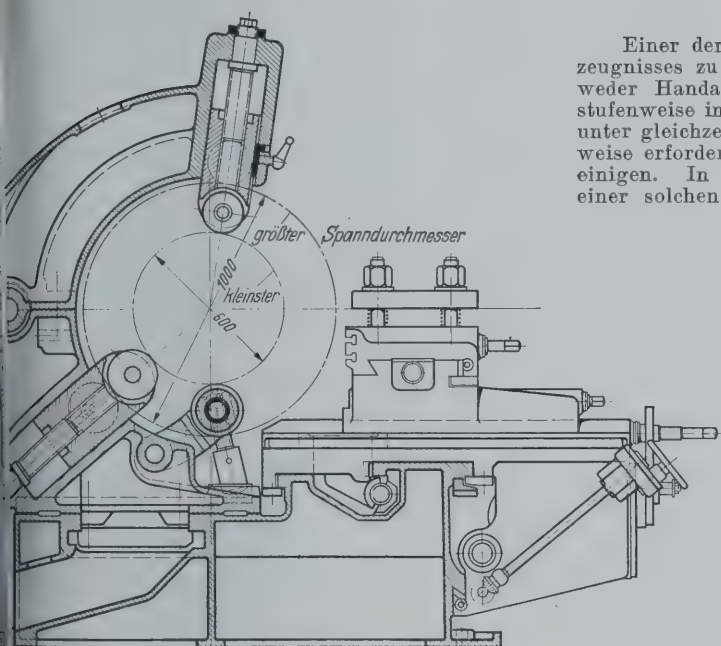
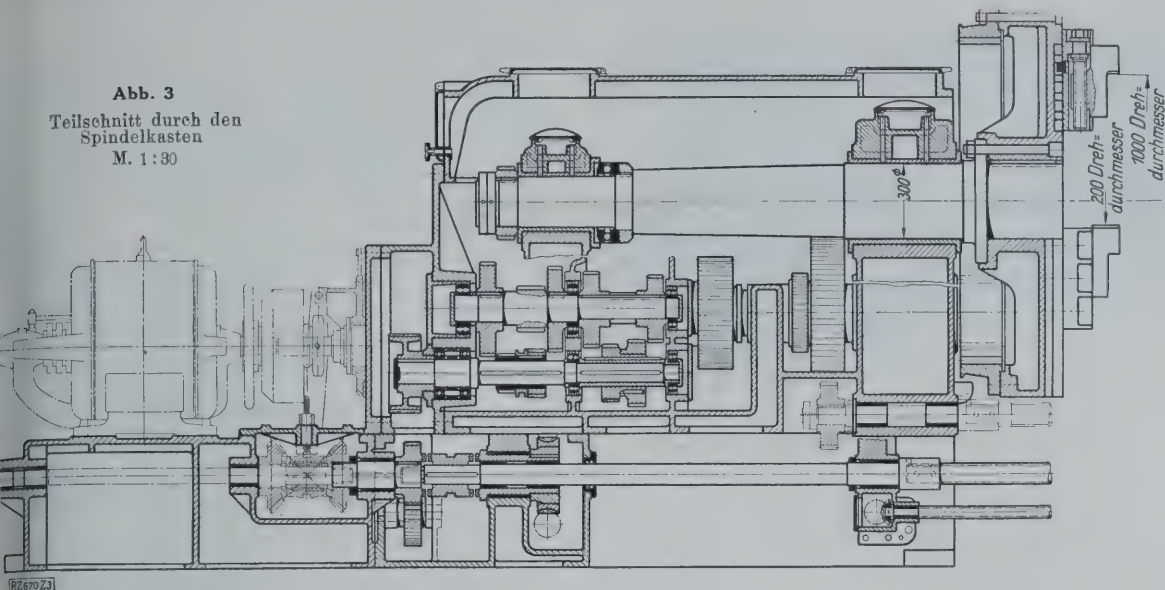


Abb. 4
Bettquerschnitt und Lünette
M. 1:30

etzung der Schlitten durch eine besondere Führung
werden kann.

Schnittversuche mit den verschiedensten Schnell-
n unter normalen Verhältnissen zeigten die außer-
he Leistungsfähigkeit der Drehbank. Trotz zeit-
kleutender Überlastung und stärkster Beanspru-
eine Verbrennung der hochwertigen Werkzeuge
Zeit herbeiführte, wurde die Maschine nicht voll
u. So wurden z. B. bei 90 mm² Spanquerschnitt
n Werkstoff mit 60 bis 70 kg/mm² Festigkeit und
ne Schnittgeschwindigkeit von 30 m/min die Schnei-
kurzer Zeit stumpf, während die Werkzeuge unter
gen Verhältnissen, jedoch bei einer Schnittge-
keit von 20 m/min längere Zeit (bis zur Beendi-
Versuches) schneidhaltig blieben. Das ist ein er-
Zeichen des hohen Standes des deutschen Schwer-
maschinenbaues. Hierbei sei daran erinnert, daß
Leistungsfähigkeit der Schnelldrehwerkstoffe in
mäßig kurzer Zeit fast sprunghaft erhöht hat, so
schkreisen anfangs starke Zweifel laut wurden,
Werkzeuge überhaupt voll ausgenutzt werden
[M 670]

Dipl.-Ing. Niggemeyer

Hartzerkleinerung

Der Titan-Brecher

Einer der wirksamsten Wege, Herstellkosten eines Er-
zeugnisses zu verbilligen, ist neben der Ausschaltung jed-
weder Handarbeit der, mehrere Arbeitsgänge, die bisher
stufenweise in verschiedenen Maschinen aufeinander folgten,
unter gleichzeitigem Fortfall der bei der bisherigen Arbeits-
weise erforderlichen Fördermittel in einer Maschine zu ver-
einigen. In besonderem Maße machen sich die Vorteile
einer solchen Vereinfachung bei der Zerkleinerungsarbeit
bemerkbar, sobald es sich um Verarbeitung
von Massengütern handelt.

Bei den Werken des vorstehend an-
gezogenen Sondergebietes müssen die zer-
kleinerten Rohstoffe für die Weiterver-
wendung meist eine besondere Beschaffen-
heit aufweisen. Ziemlich übereinstimmend
läßt sich feststellen, daß die Erzeugung
von Mehlfeinem im allgemeinen nicht er-
wünscht ist, mit Rücksicht auf die Staub-
entwicklung beim nachfolgenden Trocken-
vorgang in Zementfabriken, oder in Hin-
sicht auf die schwierigere Aufschließmög-
lichkeit, z. B. beim Lösen der Rohsalze in
Chlorkaliumfabriken. Häufig kommt hinzu,
daß der Staubgehalt im Enderzeugnis eine
Wertminderung für dieses zur Folge hat,
wie z. B. in der Steinsalzindustrie, so daß
das Staubeine wieder ausgeschieden wer-
den muß. Andererseits wieder wird auch
bei manchen Erzeugnissen besonderer Wert
auf gleichmäßige Stückgröße gelegt, z. B.
bei Herstellung von Schotter. Aus diesen
Gründen wählte man bisher für die Zer-

kleinerung verschiedene Maschinengruppen, da ein Brecher
in Stufen mit jedesmaligem Ausscheiden des Fertigerzeug-
nisses die beste Aussicht auf größte Ausbeute bot.

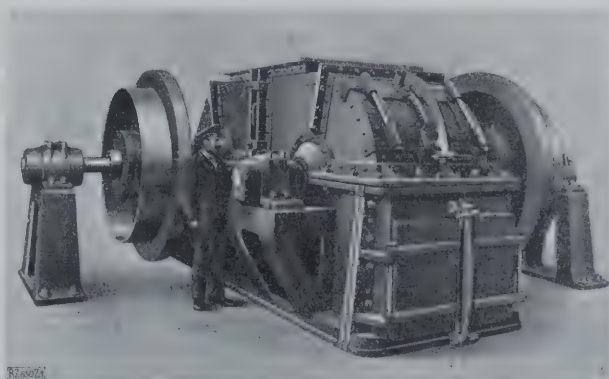


Abb. 5
Der Titan-Brecher, ein doppelseitiger Hammerbrecher

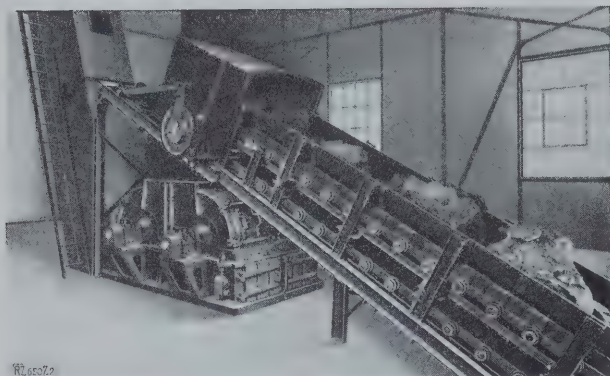


Abb. 6
Selbsttätige Beschickung des Titan-Brechers durch ein
eisernes Plattenband

In andern Fällen, in denen keine Sonderwünsche in bezug auf die Zusammensetzung des fertigen Erzeugnisses vorlagen, ließen konstruktive Gründe bei der Ausführung der Maschinen eine Unterteilung in Grobbrecher und Feinbrecher zweckmäßig erscheinen. So z. B. ist es mit der am meisten verbreiteten Maschine zum Vorbrechen von Gestein, dem Backenbrecher, nicht möglich, Stücke von rd. 1 m³ Größe, wie sie heute beim Baggerbetrieb vorkommen, in einem Arbeitsgang auf ungefähr Walnuß- bis Haselnußgröße zu zerkleinern, eine Forderung, die häufig gestellt wird. Hierdurch ergab sich die Notwendigkeit, eine weitere Maschine zum Nachbrechen, z. B. einen zweiten Backenfeinbrecher, einen Kollergang, eine Hammermühle oder ein Walzwerk nachzuschalten. In älteren Kaliwerken findet man für die Feinzerkleinerung auch noch Glockenmühlen, Walzenstühle usw. Im großen und ganzen kann aber gesagt werden, daß das Gefüge, der Feuchtigkeitsgehalt, die Härte, die Größe des Aufgabegutes oder des Enderzeugnisses der Verwendung von Einzelmaschinen verhältnismäßig enge Grenzen setzen. An zahlreichen Versuchen und Konstruktionen hat es nicht gefehlt.

Einen besonders bemerkenswerten Fortschritt stellt in dieser Reihe die Zerkleinerungsmaschine, Abb. 5 und 6, dar, bei der die Schlägerwellen doppelseitig angeordnet sind und der Brechvorgang innerhalb der Maschine selbst unterteilt ist. Sogar feuchte und schmierige Materialeinschlüsse rufen kein Verstopfen hervor, sondern werden bei richtiger Aufgäbe anstandslos verarbeitet.

Wie Abb. 7 zeigt, nehmen zwei sich gegeneinander drehende Schlägeranordnungen von entsprechend großem Durchmesser, von denen ein jedes je nach Leistung 4 bis 16 Schlagwerke hat, das Brechgut auf und zerkleinern in dem rostartig ausgebildeten Einwurfskorb das Gut auf etwa Faustgröße.

Die Hämmer selbst werden beim Auftreffen auf besonders harte Stücke oder Fremdkörper nicht mit Gewalt weiter getrieben, sondern können infolge ihrer freibeweglichen Aufhängung rücklaufend zur Drehrichtung ausweichen. Der sich hierdurch ergebende elastische Schlag ermöglicht bei Wahl der entsprechenden Umlaufzahl eine weitgehende Bestimmung der Korngröße des Enderzeugnisses.

Bei besonders hartem und zähem Aufgabegut tritt entweder durch den ersten kräftigen Schlag eine Gefügezertrümmerung ein — das Material zerfällt und kann durch die Rostspalten den Brechraum sofort verlassen — oder der Hammer weicht aus und vollendet bei einer der nächsten Umdrehungen seine Arbeit.

Eine weitere Folge dieses elastischen Schlages ist die geringe Empfindlichkeit des Brechers gegenüber etwa eingedrungenen Fremdkörpern, z. B. Eisen. Beim Auftreffen auf einen solchen weicht der Hammer aus, und da die Eisenteile sich durch ihren hellen Klang verraten, können sie leicht, ohne daß die Maschine auseinandergebaut wird, entfernt werden. Das Aufgabegut kann sich auch in dem oberen Brechkorb frei bewegen und hat daher entsprechende Ausweichmöglichkeit.

Die weitere Zerkleinerung geschieht im Innern des Brechers in der Weise, daß das Brechgut durch die Schlagwerke über den Brechrost getrieben wird. Dieser wird aus dreikantigen Stäben gebildet, die zwischen einander eine Spaltweite entsprechend der gewünschten Körnung lassen.

Diese beträgt im Mittel 25 mm, so daß das Brechgemisch von Gries und Korn bis Walnußgröße d

Da die Zerkleinerung schnell vor sich geht und beitsweise bei gleichzeitiger Ausscheidung des Fein nicht quetschend, sondern spaltend ist, weist das Bre eine große Gleichmäßigkeit mit verschwindender L undung auf. Infolgedessen kann man mit dem Bre einem Arbeitsgange stückige Steinkohlen zu Kok verarbeiten, sowie Braunkohlen für die Briketther vorbereiten.

Zahlreiche Karnallitwerke besitzen jetzt für bereitung der Rohsalze zum Lösen nur einen einzigen Brecher als alleinige Zerkleinerungsmaschine, früher verschiedene Maschinen hierzu erforderlich

Bei stark verwachsenen Mineralien, die einer s Anreicherung durch Klauben oder Setzen unterworf den sollen, ermöglicht der Umstand, daß der Bre folge seines elastischen Schlages beim Grobbrech härteren Stoffe gröber läßt, ein leichteres Aussonde

Der Brecher läßt sich auch mit gleichem Erf Grobbrechen verwenden. Bei entsprechender Be der Aufschlagenergie der Hämmer sowie besonder bildung des unteren Rostes — unter Umständen kan auch ganz fortfallen — und durch anderweitige k tive Anpassung ist es möglich, ungefähr Stücke v Größe bei geringstem Grusanfall auf Faust- bis Ko zu brechen. Natürlich hat hier auf den Anteil an das Gefüge des Gesteines einen besonderen Einflu

Die Leistungsgrenze der bisher gebauten größt führung liegt bei rd. 250 t/h. Der Kraftbedarf se naturgemäß. Um einen Anhalt zu geben, sei beme zum Zerkleinern harten Kalksteines auf Walnußgr 1 bis 1,5 PSH für 1 t Brechgut aufgewendet werden

Ebenso ist der Verschleiß der der Abnutzung worfenen Teile, wie Hämmer und Roste, bezogen durchgesetzte Stoffmenge, sehr gering. So haben z Hämmer beim Brechen mittelharten Kalksteins ein schnittliche Lebensdauer von 6 bis 12 Betriebsmona Verschleiß der Roste ist in den meisten Fällen n ringer. Selbstverständlich ist aber auch hier die keit und Härte des zu zerkleinernden Stoffes von Einfluß.

Hergestellt wird der Titan-Brecher¹⁾ von de Luther-Werken, Braunschweig, der „Mia“, Mühlenb Industrie-A.-G., Abt. Amme, Giesecke & Konegen.

[M 650]

¹⁾ DRP Nr. 254 953.

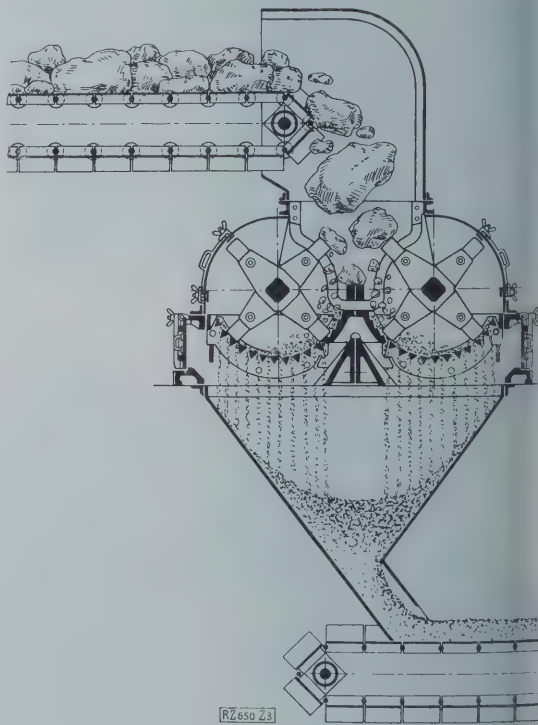


Abb. 7
Arbeitsweise des Titan-Brechers

Kleine Mitteilungen

Neue Bauart für Kurbelwellen

dem neuen 1200 PS-Flugmotor der Packard & Motor Co. mit 4 × 6 in der Form eines X um ein gemeinsames Gehäuse angeordneten Zylindern von 136,5 mm Dmr. 7 mm Hub hat man für die Kurbelwelle eine eigenartige Bauweise angewendet, um die Baulänge des Motors zu mindern. Die Kurbelzapfen sind nämlich unmittelbar Lagerzapfen angeschlossen, die bei 196,8 mm Dmr. in ölgefüllten Weißmetalllagern laufen. Auf diese Weise wird die Pleuellagerung gespart, die die sonst üblichen Kurbelarme beanspruchen oder, umgekehrt, ermöglicht, bei gegebenem Pleuellagerabstand möglichst lange Kurbelzapfen zu erhalten, da an jedem Zapfen vier Pleuellager angreifen. Die Pleuellager sind mit Weißmetall gefüllte Büchsen aus Stahl, die das Gehäuse warm eingepreßt und dann durch Pleuellagerdrehung gesichert werden. Der Motor wiegt nicht ganz 650 kg oder 0,54 kg/PS ohne Wasser und läuft mit 2700 Uml./min. („Automotive Industries“ Oktober 1927 S. 546*) [N 964 a] H.

Hochdruckdampf-Triebwagen

Die International Harvester Co., Chicago, arbeitet seit Jahren an einer Hochdruck-Dampfanlage, die sowohl als Triebwagen als auch in Verschiebelokomotiven Verwendung finden soll. Mit einem Triebwagen dieser Art sind in vergangenen Monaten Versuche gemacht worden, die zeigen lassen, daß das Fahrzeug in absehbarer Zeit in Dienst gestellt werden kann.

Es handelt sich um einen etwa 22 m langen Personentriebwagen. In dem etwas über 5 m langen Gepäckabteil befinden sich der Dampferzeuger und die Hilfsmaschinen. Der mittlere Betriebsdruck (42 at) kann in 15 bis 18 min erreicht werden. Zum Antrieb dienen zwei unter dem Wagendeck liegende achtzylindrige Gleichstrom-Dampfmaschinen, die die Pleuellager antreiben und die innere Achse jedes Pleuellagers antreiben. Die Flamme des Brenners wird durch den Dampfdruck im Dampferzeuger geregelt. Sie wird bei 42 at und wird bei etwa 39 at wieder entzündet. Die Pleuellageranlage mitgeführte Wasser entspricht ungefähr der Wassermenge einer Verbrennungskraftmaschine bei voller Leistung.

Die Kraftstoffbehälter fassen einen Vorrat, der für 560 km ausreicht. Die Kondensatoren sind an beiden Enden auf dem Dach untergebracht. Die Wiederherstellung des Kondensats und der außerordentlich rasche Wasserdampfverlauf verhindern den Kesselsteinabsatz. Die Vollständigkeit der Verbrennung geht daraus hervor, daß im Pleuellager der Versuchsanlage nach zweijähriger Betriebzeit kein Kohlenstoffniederschlag zu finden war.

Die Anlage leistet 300 PS, an den Rädern gemessen. Die Leistungsfähigkeit des Wagens beträgt 63 Fahrgäste. Man hat diese Anlage versuchsweise in eine 1500 PS-Verschiebelokomotive eingebaut werden. („Railway Age“ Oktober 1927 S. 717*) [N 964 b] Krs.

Der Bau der Brücke über den Hafen von Sydney

Die neue Brücke über den Hafen von Sydney¹⁾ wird mit einer Spannweite des Hauptbogens die weitest gespannte Brücke der Welt sein. Gegenwärtig wird dieser Bogen, dessen Scheithöhe 137 m beträgt, von beiden Seiten her erbaut. Auf jeder Bogenhälfte ist eine Krananlage von rd. 600 t Gewicht fahrbar angebracht. Der Kran-

Vergl. auch Z. Bd. 71 (1927) S. 837.

wagen ruht mit je zwei zweiachsigen Drehgestellen auf den beiden rd. 30 m auseinanderstehenden Hauptlängsträgern. Auf den Wagen ist mit Neigung nach vorn ein über die ganze Wagenbreite verfahrbarer Wippkran aufgebaut, der rd. 120 t Höchstlast bei 3,8 m/min Hubgeschwindigkeit und 14,2 m Ausladung heben kann. Mit seinem Hauptlasthaken werden die großen Fachwerkteile vom Hafen heraufgezogen. Ein weiterer Lasthaken von 20 t Tragfähigkeit dient dazu, die einzelnen Teile in ihre richtige Lage einzupassen.

Unterhalb dieses Kranes ist in der Mitte der Vorderwand des Kranwagens nach rechts und links um insgesamt 180° ausschwenkbar ein Aushilfswippmast von 5 t Tragfähigkeit angebracht. Zwei weitere Wippmaste von je 2,5 t Tragfähigkeit befinden sich an der Rückseite des Kranwagens; sie sollen die Arbeiter sowie zum Zusammenbau erforderliche Stoffe, wie Nieten u. a., zur Arbeitsstelle befördern. Die einzelnen Antriebmotoren und Windwerke sind in dem Wagen untergebracht. („The Engineer“ 28. Oktober 1927 S. 476*) [N 964 c] Sd.

Blitzschutz bei großen Ölbehältern

Die großen Ölbrände in Kalifornien (1926) haben die amerikanischen Ölgesellschaften veranlaßt, für ihre Öllager ausgedehnte Blitzschutzvorrichtungen anzulegen. Die Shell Company of California benutzt ein Verfahren, bei dem etwa 3,5 m über der Abdeckung des Ölbehälters ein Drahtnetz zwischen rd. 4,25 m hohen Holzpfehlern gespannt ist. Einen weiteren Blitzschutz bilden um die Ölbehälter aufgestellte 45 m hohe Stahltürme. Die Größe der von diesen geschützten Kreisfläche ist abhängig von dem Verhältnis Wolkenhöhe : Turmhöhe und läßt sich aus einem Schaubild ablesen. Türme und Drahtnetz sind gut geerdet. Der Raum über dem Ölspiegel im Behälter wird mit chemisch trägem Gas gefüllt.

Ein anderes Schutzverfahren nach Cage wird bei der Panamerican Petroleum Company angewendet. Hierbei gleicht man die Ladung der Wolken gegen die Erde aus und verhindert auf diese Weise überhaupt das Zustandekommen von Blitzschlägen. Zu diesem Zweck werden rd. 24 bis 27 m hohe Stahltürme in rd. 90 bis 120 m Abstand von einander aufgestellt, deren Spitzen durch je drei parallele, in einer wagerechten Ebene liegende Stacheldrähte mit je 1,20 m Abstand verbunden sind. Die Türme müssen ganz besonders gut geerdet werden. („Electrical World“ 15. Oktober 1927 S. 775*) [N 964 d] Pa.

Elektrische Schmelzöfen für Nicht-eisenmetalle

Die elektrischen Schmelzöfen für Nichteisenmetalle²⁾ sind in Amerika in den letzten 15 Jahren entwickelt worden. Man kann drei gleichlange Abschnitte unterscheiden: Versuch, Einführung in den Handel, Normung. Rd. 100 verschiedene Bauarten hat man vorgeschlagen, mit rd. 50 führte man Versuche aus, jedoch nur rd. 10 verwendet man im Betrieb; diese zerfallen in zwei Gruppen: die Induktionsöfen und die Lichtbogenöfen, zu denen neuerdings der Hochfrequenzofen gekommen ist. Von den im Jahre 1926 erschmolzenen 1 300 000 t Messing wurden 675 000 t in Elektroöfen erzeugt; 450 000 t wurden hiervon in Walzwerken und 225 000 t in Gießereien verarbeitet. Am 1. Februar 1927 waren in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Kanada in 175 Betrieben 624 Elektroöfen in Betrieb, die jährlich 841 000 t Metall bei einem Energieverbrauch von 228 000 000 kWh erschmelzen können. („The Foundry“ 15. Oktober 1927 S. 805) [N 964 e] Gw.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 349.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Die Klassiker der exakten Wissenschaften, 218. Bd.: *Grundlagen über die hydrodynamische Theorie der Schmiermittelreibung*. Von N. Petrov, O. Reynolds, Sommerfeld u. A. G. M. Michell. Leipzig 1927. Akademie Verlagsgesellschaft. 227 S. m. 45 Abb. Preis 9,60 M.

Dieses Sammelbändchen stellt eine wertvolle Bereicherung des deutschen technischen Literatur dar, die mit Abgrenzungen über die Theorie der Schmiermittelreibung nicht vernachlässigt ist. — Wenn das Buch auch nichts Neues enthält, so bedeutet es doch eine große Förderung der wissenschaftlichen Technik, daß man die bestehenden Arbeiten, deren Urdrucke heute nicht leicht zu finden sind, hier bequem zur Hand hat.

Der wichtigste Teil ist wohl die Arbeit von Reynolds, deren Einleitung sich mit gründlicher Auseinandersetzung des physikalischen Sachverhaltes befaßt und noch heute unveränderte Gültigkeit hat. Sie verdient die Beachtung aller Forscher, die sich mit den Fragen der Schmiermitteltechnik befassen. Von den Ergebnissen der mathematischen Untersuchung sind bis heute noch unverändert geblieben:

$$\frac{dp}{dx} = -6\mu U \frac{h-h_1}{h^3}, \dots \dots \dots (31)$$

$$f_x = \mu (U_1 - U) \frac{1}{h} \mp \frac{1}{2} \frac{\delta p}{\delta x} h \dots \dots \dots (19).$$

Die rechnerische Verfolgung des zylindrischen Lagers ist unzweckmäßig angelegt und heute überholt durch Arbeiten von Sommerfeld (siehe S. 108 u. f. des vorliegenden Bandes), Martin (Engineering) und Gümbel, der das Integrationsgeschäft bis zur zahlenmäßigen Auswertung durchführte. Sommerfeld hat zur Umgehung der wenig glücklichen Reihenenwicklungen Reynolds' die Integration von Gl. 31 zum Teil in geschlossener Form bewältigt. Die Abhandlung von Michell „die Schmierung ebener Flächen“ ist die erste Arbeit, die sich mit dem Dreidimensionalen-Problem der Schmierschicht befaßt. Die Ergebnisse der Michell'schen Arbeit waren insofern von Bedeutung, als sie die Berechnung des heute viel angewendeten Spurlagers ermöglichen.

Es ist bestimmt zu erwarten, daß durch die Verbreitung der Druckschrift die Theorie der Schmiermittelreibung, deren Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist, in weiteren Kreisen Beachtung findet.

[E 862]

Duffing

Die Wissenschaft, 77. Bd.: Die Valenz und der Bau der Atome und Moleküle. Von Gilbert Newton Lewis. Übersetzt von Gustav Wagner und Hans Wolff. Braunschweig 1927, Friedr. Vieweg & Sohn. 200 S. m. 27 Abb. Preis 14 M.

Während man beim Ausbau der Differential- und Integralrechnung, vor allem in der Lehre von den Differentialgleichungen, annahm, daß das Naturgeschehen stetig vor sich geht, und sich daher der Hoffnung hingab, eine Differentialgleichung für das Naturgeschehen angeben zu können, ist man heute, vor allem durch die Ergebnisse der Chemie und der Quantentheorie, zu der Überzeugung gekommen, daß das Naturgeschehen unstetig verläuft. Diese Anschauung kommt in der neuzeitlichen Atomtheorie zum Ausdruck, die nach Lewis nur ein Schritt auf dem Wege zu der Auffassung von der Unstetigkeit alles Naturgeschehens bedeutet.

Nach dieser Theorie sind die chemischen Atome aus elektrischen Elementarteilchen zusammengesetzt. Damit entsteht die Frage, wie die chemischen Bindungen mit der neuen Ansicht in Einklang zu bringen sind. Diese Frage wird im vorliegenden Werke behandelt, das in erster Hinsicht den Chemiker mit der Atom- und Quantentheorie sowie vor allem mit den Theorien vertraut machen soll, die zur Klärung des Zusammenwirkens verschiedener Atome und Moleküle aufgestellt worden sind. Der Begriff „Valenz“ wird dabei im weitesten Sinne für die Bindung im allgemeinen benutzt. Bei der geistreichen Schreibweise des Verfassers, die in der Übersetzung gut wiedergegeben ist, wird das Werk auch denjenigen Ingenieuren willkommen sein, die sich erst mit den neuen Anschauungen vertraut machen wollen. [E 633]

W. S.

Die Schwelung von Braun- und Steinkohle. Von Adolf Thau. Zugleich 2. Auflage von „Braunkohlenschwelöfen“. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 722 S. m. 411 Abb. Preis 52 M.

Thau hat es unternommen, einen zusammenfassenden Überblick über die verschiedenen Verfahren der Schwelung von Braun- und Steinkohlen zu geben. Bei der Riesenzahl der vorgeschlagenen Verfahren mußte er hierbei aber eine Beschränkung auf solche Verfahren durchführen, die nicht nur in Patentschriften festgelegt sind, sondern zumindest in Großversuchsbetriebe die Möglichkeit einer praktischen Durchführung haben erkennen lassen.

Bei der Darstellung der Braunkohlenschwelung in Retorten nimmt der Rolle-Ofen entsprechend seiner heutigen Ausbreitung im mitteldeutschen Industriebezirk den Hauptraum der Ausführungen ein; doch ist der Verfasser auch auf die Retortenöfen neuerer Bauart, wie z. B. den Ofen der Kohlen-Veredelungs-Gesellschaft, den von Sauerbrey usw., eingegangen. Im Anschluß an die Schwelung minderwertiger Brennstoffe wird die Spülgasschwelung von Braun- und Steinkohle behandelt, ferner auf die Steinkohlenschwelung in ortfesten unterbrochen und stetig betriebenen Retorten mit Außenbeheizung, die Drehschwelöfen, die stetig betriebenen Schwelöfen mit ruhender Beschickung, Schwelöfen mit Metallbädern, die Schwelung von Kohlenstaub und als Vorstufe zur Verkokung ausführlich eingegangen. Besondere Kapitel sind den bei der Braun- und Steinkohlenschwelung anfallenden Erzeugnissen, der Gewinnung von Teer und von Leichtöl aus den Schwelgasen sowie der Wirtschaftlichkeit der Schwelung gewidmet.

Das Werk gibt in seiner klaren Sprache, unterstützt durch zahlreiche gute Abbildungen sowie schematische Darstellungen, einen hervorragenden Überblick über den augenblicklichen Stand der gesamten deutschen und ausländischen Schwelindustrie. [E 872]

Pr.

Properties and testing of magnetic Materials. Von Spooner. London 1927, Mc. Graw-Hill Publishing Co. 385 S. m. 223 Abb.

Der Verfasser behandelt im ersten Teil in zwölfteln die magnetischen Eigenschaften verschiedener Materialien; er bringt möglichst wenig Formeln, sondern viele Schaubilder. Im zweiten Teil, der zehn Kapitel faßt, werden die verschiedenen magnetischen Prüfverfahren an der Hand von Abbildungen und Schaltbildern der Geräte beschrieben. Der dritte Teil bringt zwei Kapitel über Verluste in Transformatoren und in umlaufenden Maschinen; dann folgt ein Kapitel über „Magnetische Analyse“, in dem die Zusammenhänge zwischen mechanischen und magnetischen Eigenschaften, z. B. Härte und Zugkraft, und der Einfluß von Zug, Druck und Wärmelastung auf die magnetischen Eigenschaften kurz werden. Jedes Kapitel schließt mit Hinweisen auf öffentliche Vorträge über das Sondergebiet. Das Buch dürfte Fachleuten einen guten Überblick, namentlich über amerikanische Arbeiten, bieten. [E 854]

Kritische Betrachtungen zur Frage der Rheinisch-Westfälischen Städtebahn. Von G. Kemmann. Essen: Rheinisch-Westfälische Schnellbahn. 137 S. m. Preis 25 M.

Kemmann erörtert die rechtliche, technische und wirtschaftliche Seite des Entwurfs, insbesondere die gezielten Neuerungen und Abweichungen von den bisher üblichen Bau- und Betriebsformen, ferner Anlagekosten, Fahrpreise, Verkehrseinnahmen, Betriebsleistungen, Betriebsausgaben und die Wirtschaftsrechnung der Bahn. Ferner betrachtet er den Einfluß der Städtebahnen auf die Wirtschaft der bestehenden Verkehrsnetze und deren Ausbaumöglichkeiten für den Städteverkehr. Die künftige Entwicklung des Städtebahngebietes im Schlußwort spricht er sich in durchaus günstigen Worten für das Unternehmen aus.

Ein Sonderabschnitt behandelt die Fahrgeschwindigkeit und den Stromverbrauch auf Städtebahnen im Vergleich mit Stadtschnellbahnen.

Die Bedeutung dieser Denkschrift geht weit über die kritische Beurteilung der geplanten Rheinisch-Westfälischen Städtebahn hinaus. Die Arbeit stellt einen Höhepunkt des wissenschaftlichen Könnens der Gegenwart dar. Für die Fachgenossen ist von besonderem Wert das Verfahren, mit dem Kemmann den voraussichtlichen Gesamtverkehr der geplanten Städtebahn ermittelt, ferner seine Abhandlung über die wirtschaftlichen und der Nachweis der Bestätigung ihrer Ergebnisse durch den regelmäßigen Betrieb.

Die Gedankengänge über die Verkehrsentwicklung sind neu, aber einfach und klar; die anschauliche Darstellung der Unterlagen und der Ergebnisse ist vorbildlich.

Als s. Zt. die Berliner Hochbahn geplant wurde, hat Kemmann Untersuchungen durchgeführt über den scheinbaren Verkehr dieses Unternehmens. Seine damals gemachten Schätzungen sind durch die späteren Betriebsergebnisse einer Genauigkeit bestätigt worden, die in der Fachwelt Aufsehen erregte.

Seitdem ist die Stellungnahme Kemmanns zu den auftauchenden großen Fragen namentlich des großen Verkehrs wesens immer von Bedeutung gewesen. In diesem Falle dürfte die vorliegende Denkschrift die Verwirklichung der Rheinisch-Westfälischen Städtebahn ausschlaggebender Bedeutung sein.

[E 870]

Richard Peter

Der moderne Kapitalismus. Von Werner Sombart.

Das Wirtschaftsleben im Zeitalter des Hochkapitalismus. 2. Halbbd. München und Leipzig 1927, Duncker & Humblot. S. 517 bis 1064. Preis 17 M.

Dieser Schlußband des geistvollen großen Werkes von Werner Sombart, dessen erster Teil an dieser Stelle bereits kurz gewürdigt worden ist (S. 970), bedeutet eine Krönung des Werkes von Werner Sombart, eine Zusammenfassung aller seiner bisherigen Einzelarbeiten.

Nachdem im ersten Teile die Grundlagen und der Aufbau des Hochkapitalismus behandelt worden waren, werden in den vorliegenden Teilen der Wirtschaftshergang und die wirtschaftlichen Prozesse, 2. die Bewegungsformen des wirtschaftlichen Prozesses und 3. die Gestaltung des wirtschaftlichen Prozesses in der Geschichte. In einem abschließenden Kapitel gibt Sombart dann noch einen Überblick über alle Wirtschaftsformen, die am Wirtschaftsleben im Zeitalter des Hochkapitalismus Anteil genommen haben.

Der Rationalisierung der Betriebe. Von Werner Sombart (im 3. Abschnitt) einen der größten Teile des Bandes. Ist doch auch die zunehmende Vergeistigung

ftslebens, seine Durchdringung mit Wissenschaft (management) eine der hervorstechendsten Eigenschaften des hochkapitalistischen Systems. Dieser Teil (sch dem Ingenieur wertvolle Hinweise, um so mehr, Sombart bei der Betrachtung der in diesem Zusammenhang wichtigen technischen Fragen auf solche Quellen wie Max Eyth, Werner v. Siemens, r und C. Kötting berufen kann.

„Zentralphänomene der hochkapitalistischen Wirtschaft“ bezeichnet Sombart: „das die Überwiegen der sachlichen über die persönlichen Produktionsfaktoren im wirtschaftlichen Prozeß; die der mehr ausdehnende Herrschaft der vorgetanen lebendige Arbeit, der Vergangenheit über die Gegenwart in Gestalt von Instrumenten, sei es in Organisationen oder Vorschriften, die Vergeistigung sachlich auch einerseits; die fortschreitende Bedeutung des wirtschaftlichen Prozesses, d. h. die Herstellung und Verausgabung von immer mehr seelischer Energie innerhalb eines gegebenen Zeitraums“. In ihrer Vereinigung bilden sie die Identität der hochkapitalistischen Wirtschaft“.

voll ist es, dem Verfasser bei seinen Gedanken die Zukunft zu folgen. Sombart glaubt nicht, der Wirtschaftsform die Zukunft gehören wird. Die Formen werden sich innerlich umbilden, aber sie mit mehr oder weniger großen Anteilen nebenbestehen bleiben.

kapitalistische Form wird sicher noch auf wichtige Wirtschaftszweige beherrschen, wenn sie sicherlich immer mehr Einschränkungen und seitens der öffentlichen Gewalten gefallen lassen Gedanken der Planwirtschaft (der Grundsatz der Abkehr gegenüber der reinen Erwerbswirtschaft) immer breiteren Raum einnehmen.

Handwerk wird sich wahrscheinlich in seinem Umfang erhalten, das Bauernum jedoch an Bedeutung noch weiter wachsen; denn nur Wachstum der „inneren Kolonisation“ werden sich ökonomischen Gebiete unsres Erdteils am Leben erhalten. Natürlich wird sich auch der Bauer weiter „entwickeln“ müssen, wenn er auch glücklicherweise die innere Wesenheit davor geschützt ist, vom Kapitalismus oder vom Sozialismus völlig erobert zu werden.

Dr. Fr.

ation scientifique du travail en Europe. Von Devinat. Genf 1927, Bureau International du Travail. 263 S. Preis 5 schw. Fr.

tem Bande behandelt das Internationale Arbeitsamt die wissenschaftliche Organisation der Arbeit. In diesem Institut für diesen Zweck ist am 31. Januar 1927 das Zusammenwirken des amerikanischen Instituts für Arbeit, des E. Filene, Boston, Albert Thomas und des Instituts für Arbeit, Mauro gegründet worden. — Devinat, Direktor des Instituts, ist ebenso wie die führenden amerikanischen Arbeiter überzeugt, daß die wirtschaftliche Unordnung, die Welt durch den Krieg geraten ist, nur durch eine Neuordnung wirtschaftlichen und psychologischen Verhältnisses, eine tragende vollständige Erneuerung der internationalen Organisation beseitigt werden kann.

v. B.

abschluß. Von Willi Elsbach. Leipzig 1927, Verlag. 95 S. m. 53 Abb. Preis 4,80 M.

ichtige Gebiet des Auffangens der Züge am Gleisabschluß. In anschaulicher Weise werden die verschiedenen Arten von Prellblöcken einander gegenübergestellt, durch eine gute Übersicht über den heutigen Stand des Gleisabschlusses gegeben.

Turbo-blowers and compressors. Von J. Kearton. London 1926, Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd. 333 S., 153 Abb. Preis 21 sh.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute. Anhaltszahlen für den Energieverbrauch in Eisenhüttenwerken. Herausgeg. von der Warmestelle Düsseldorf. Düsseldorf 1925, Verlag Stahleisen. 92 S. Preis 10 M.

Einzeldarstellungen aus der elektrischen Nachrichtentechnik. 1. Bd.: Zur Theorie des Fernsprechkverkehrs. Von K. Frei. Berlin 1927, Weidmannsche Buchhandlung. 138 S. Preis 6 M.

Costruzioni elettromeccaniche. Von E. Morelli. Calcolo disegno e fabbricazione delle macchine elettriche, accessori ed applicazioni. 3. Bd. Teil 3a: Macchine agricole e minerarie — Industrie varie. Torino 1927, Unione Tipografico-Editrice Torinese. S. 1409 bis 1614, 18 Taf. u. 597 Abb. Preis 30 L.

La Produzione di energia elettrica in Italia nel 1926. Herausgeg. vom Ministero dei Lavori Pubblici. Roma 1927, Provveditorato Generale dello Stato. 70 S. Preis 10 L.

Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebssicherheit. 2. Bd. Herausgeg. von Fr. Syrup. Berlin 1927, Reimar Hobbing. 592 S. Preis 20 M.

Lebenslinien. Eine Selbstbiographie von Wilhelm Ostwald. 3. Teil: Groß-Bothen und die Welt. Berlin 1927, Klasing & Co. 481 S. Preis 13 M.

Schaffende Arbeit und bildende Kunst im Altertum und Mittelalter. Von Paul Brandt. Leipzig 1927, Alfred Kröner. 324 S. m. 460 Abb. und 2 Farbentafeln. Preis 18 M.

Das deutsche Handwerk in Wort und Bild. Von B. Haldy. Reutlingen 1924, Enblin & Laiblin. 62 S. Preis 1,50 M.

Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit. RKW-Veröffentlichungen Nr. 5: Zweckmäßige Verpackung aus Holz. Zusammengestellt vom Ausschuss für Verpackungswesen beim AWF. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 44 S. Preis 1,50 M.

Köhlens Berufsbücher. Flugzeugführer Werden und Sein. Von H. Arntzen. Minden i. Westf. 1927, Wilhelm Köhler. 98 S. m. 3 Bildtafeln. Preis 2 M.

Spanische Ausgabe des VDMA-Adreßbuches. Berlin 1927, VDI-Verlag. 776 S. u. 1 Taf. Preis 25 M., für VDI-Mitglieder 22,50 M., für VDMA-Mitglieder 18 M.

Der deutschen, englischen und französischen ist jetzt die spanische Ausgabe gefolgt, die ebenfalls als ein hervorragendes Nachschlagewerk anzusprechen ist, und die dem im spanischen Sprachgebiet ansässigen Käufer deutscher Maschinen das gesamte Anschriften-Material und alle wissenswerten Auskünfte über Deutschlands Maschinenbauanstalten vermittelt.

Rathkes Jahr- und Adreßbuch der Zuckerindustrie Deutschlands und des Auslandes 1927/28. Berlin 1927, Safari-Verlag. 43. Jahrg. 544 S. Preis 12 M.

20th Century Advertising. Von George French. New York 1926, D. van Nostrand Co. 581 S. Preis 6 \$.

Deutsches Biographisches Jahrbuch. Herausgeg. vom Verbande der Deutschen Akademien. 3. Bd.: Das Jahr 1921. Berlin und Leipzig 1927, Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart. 323 S. Preis 15 M.

Maukische deutschkundliche Lesehefte für kaufmännische Berufs- und Fachschulen. 3. Heft: Mensch und Maschine. Zusammengestellt von Walther Lentz. Freiburg i. Sa. 1927, Ernst Maukisch. 48 S. Preis 0,90 M.

Fünf ausgewählte Rundfunkempfänger. Von Manfred von Ardenne. Berlin 1927, Rothgiesser & Diesing. 36 S. m. Abb. Preis 1 M.

Wegweiser durch das allgemeinverständliche Schrifttum der Gegenwart. Von W. Winker. Bielefeld 1927, W. Bertelsmann. 471 S. Preis 12 M.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION

Die Anforderungen der Textilindustrie an ihre Werkstoffe

lebhaft zu begrüßen, daß auch in der Textilindustrie Anfang gemacht werden soll, die Eigenschaften der Werkstoffe festzulegen und Prüfverfahren dafür anzugeben. In dieser Industrie liegen die Verhältnisse noch unklar. Wenn in dem Aufsatz, Z. Bd. 71 (1927) gesagt wird, daß die Prüfung des Garnes viel alltagsgebrauch ist, so trifft das auf die Baumwollgarne zu. Denn würden die Baumwollgarne regelmäßig geprüft werden, so würde man nicht so viele Baumwollwaren antreffen, die außer-

ordentlich viele Unregelmäßigkeiten im Gespinnst aufweisen. Es muß jedenfalls auf dem Gebiete der Werkstoffprüfung in der Textilindustrie noch sehr viel Arbeit geleistet werden, um befriedigende Verhältnisse zu schaffen.

In einem Satze S. 1053 (Abschnitt Garn, 2. Absatz 1. Zeile) steht zu lesen: Faserelemente, und im folgenden: Fasern. Dadurch wird die Klarheit der Ausführungen stark beeinträchtigt.

Es sind aber auch Fehler vorhanden, die unbedingt hätten vermieden werden müssen. So wird geschrieben (S. 1053, Abschnitt Garn, 1. Absatz 5. Zeile): „Je mehr Faserelemente auf den Querschnitt kommen, desto dicker wird der Durch-

messer des Garnes und desto größer ist die Feinheit.“ In Wirklichkeit ist aber das Gegenteil der Fall, denn je dicker ein Garn ist, um so geringer ist die Feinheit.

Weiterhin wird S. 1053 (Abschnitt Garn, 1. Absatz 7. Zeile) geschrieben: „Die Feinheit wird durch das Verhältnis der Länge zum Gewicht ausgedrückt. Die Feinheitsnummer beeinflusst also die Tragfähigkeit des Gewebes sowie das Aussehen.“ Der Zusammenhang zwischen der Tragfähigkeit des Gewebes und der Feinheit des Garnes ist nicht recht zu erkennen. Vielleicht sollte hier auf die Beziehungen zwischen den Eigenschaften des Garnes und der Festigkeit, die überhaupt nicht erwähnt wird, hingewiesen werden. Vor allen Dingen müßte eine möglichst hohe Gleichmäßigkeit der Fäden gefordert werden.

Bei Baumwollgespinnsten deutscher Herkunft wird in diesem Punkte noch recht viel gesündigt. Daß dabei die Untersuchung der Garnnummer und der Drehung des Garnes auch mit vorgenommen werden muß, ist selbstverständlich. Aber auch die Zug- und Scheuerfestigkeit dürfte bei der Prüfung nicht vernachlässigt werden, weil sie für die Verwendung der aus den Garnen hergestellten Waren von größter Bedeutung sind.

Wenn nun weiter unter dem Abschnitt Baumwolle hervorgehoben wird, daß die Beanspruchung der beiden Fadensysteme eines Gewebes ganz verschieden wäre, so muß hiergegen entschieden Einspruch erhoben werden. Die Beanspruchung der Garne bei der Herstellung eines Gewebes spielt doch in Wirklichkeit nur eine nebensächliche Rolle, wenn auch zugestanden werden muß, daß die Rücksichten darauf bisher alle anderen, viel wichtigeren Rücksichten unterdrückt haben. Will man aber hochwertige Ware herstellen, so muß in erster Linie untersucht werden, welche Anforderungen an das Gewebe beim Gebrauch gestellt werden.

Wenn man heutzutage vor allen Dingen auf das Aussehen der Textilwaren Wert legt und die Mängel durch die Appretur zu verschleiern sucht (z. B. durch Füllappreturen), so müssen in Zukunft viel wichtigere Eigenschaften in den Vordergrund gestellt werden. Es wäre höchste Zeit, endlich die Bedingungen festzulegen, welche die Textilwaren zu erfüllen haben, und die Prüfverfahren zu ihrer Feststellung auszuarbeiten. Betrachtet man z. B. ein Hemdentuch, ein Ärmel- oder ein Taschenfutter, so zeigt es sich, daß von einer Verschiedenheit der Beanspruchung der Fäden in der Kett- oder Schußrichtung beim Gebrauch gar nicht gesprochen werden kann. Im Gegenteil, die Beanspruchung ist in den allermeisten Fällen vollkommen gleich. Aus diesem Grunde müßten eigentlich Kett- und Schußgarne von ganz gleichen Eigenschaften sein, weil nur dann die beste Haltbarkeit der Stoffe verbürgt ist.

Natürlich müßte man dann mit den überlieferten Gewohnheiten brechen und dürfte als Schuß nicht mehr ein feineres und loser gedrehtes Garn von geringerer Haltbarkeit verwenden. Die Gewebe würden aber an Güte viel gewinnen, besonders wenn man dann auch auf hochwertiges Garn achtet. Vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, liegt hier eine Aufgabe von größter Bedeutung

vor. Deshalb sollten alle zuständigen Stellen die Angaben, die in diesem Aufsatz zum ersten Male gegeben sind, rasch und entschlossen aufgreifen und tat fördern. Das wäre das einzige zweckmäßige Mittel, die Güte der deutschen Textilwaren wesentlich zu heben sie auch auf den Auslandsmärkten wettbewerbfähig machen.

Charlottenburg

Dipl.-Ing. Alfred Sch

Entgegnung

Zu der Zuschrift von Dipl.-Ing. A. Schmidt lottenburg, bemerken wir:

Der Satz, S. 1053 1. Absatz Zeile 15: „Die Prüfung des Garnes läßt sich wesentlich leichter durchführen, deshalb viel allgemeiner im Gebrauch, als die wissenschaftliche Prüfung des Rohstoffes“, — ist richtig und ein zutreffen wird sich nicht beweisen lassen. Wohl mag Dipl.-Ing. Schmidt recht haben, wenn er feststellt, daß eine Prüfung der Garne noch recht wenig Beachtung gefunden wird, aber unsere Behauptung, daß die Garnprüfung allgemeiner im Gebrauch sei, als die Prüfung des Rohstoffes, wird davon nicht berührt.

Der von Dipl.-Ing. Schmidt gerügte Fehler: „Faserselemente auf den Querschnitt kommen, desto wird der Durchmesser des Garnes, und desto größer die Feinheit“, ist leider vorhanden. Daß hier ein Druckvorliegt, ist für jeden, der den Sinn dieses Satzes hat, klar. Von uns wurde geschrieben, „desto größer die Feinheit“. Bei dieser Gelegenheit möchten wir auf zwei weitere Druckfehler aufmerksam machen. In der rechten Spalte zweiter Abschnitt Zeile 10 muß es statt „Schneidmaschine“, „Masche“ heißen und S. 1054 linke Spalte, 3. nach Zahlentafel 1, statt „schützen“, „schätzen“.

Die Festigkeit ist bei der Betrachtung der Anforderungen für jedes Garn gültigen Forderungen nicht berührt, zwar mit voller Absicht; denn je nach Rohstoff und Brauchzweck sind verschiedene hohe Forderungen zu stellen, wie dies ja in der Abhandlung jeweils an der geeigneten Stelle erwähnt ist. Das gleiche gilt für die Gleichmäßigkeit. Zudem lassen sich gute Festigkeit und hohe Gleichmäßigkeit lediglich mit Rohstoffen erzielen, die der Spinner nur für solche Zwecke verwenden kann, unbedingte diese Forderungen erfüllen müssen. Kraft und Gleichmäßigkeit sind also Funktionen des Rohstoffes.

Bei den weiteren Ausführungen hat Schmidt wohl den Titel der Arbeit vergessen und seine Äußerungen nach dem von ihm angeführten Leitsatz: „Welche Anforderungen an das Gewebe beim Gebrauch gestellt werden“ weitergeführt. Dadurch müssen sich, sofern unsere Arbeit dem Thema entspricht, verschiedene Ansichten ergeben.

Die Forderung von Schmidt, für Kette und Schuß hart gedrehtes Garn zu verwenden, wird wohl von den Erzeugerkreisen noch in Verbraucherkreisen groß Anklang finden. [D 733]

Dresden

G. Krauter und H. Vollpr

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Die Kolbendampfmaschine als neuzeitliche Kraftmaschine. Von J. Kluitmann	1601
Messung von Arbeitswiderständen und Beanspruchungen. Von Sachsenberg, Osenberg und Gruner	1609
Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik	1612
Molenbau mittels eines 400 t-Schwimmkranes	1613
Vicat-Nadelprüfgerät für Zementprüfung	1618
Zur Theorie der Technik. Von K. Dunkmann	1619
Die Hauptaufgabe im Innern unseres Volkes. Von C. Bach	1621
Prüfingenieure für Statik	1622
Stenerung von Elektronenströmen in Quecksilberdampfentladungen	1623

Rundschau: Metallkunde und Technik — Eisenhütten- tagung 1927 — Neue Hochleistungs-Schnelldreh- bank — Der Titan-Brecher — Kleine Mitteilungen
Bücherschau: Abhandlungen über die hydrodynamische Theorie der Schmiermittelreibung. Von N. Petrow, O. Reynolds, A. Sommerfeld und A. G. M. Michell — Die Valenzen der Bau der Atome und Moleküle. Von C. N. Lewis — Die Schwelung von Braun- und Steinkohle. Von A. Thau — Properties and testing of magnetic Materials. Von T. Spooner — Kritische Betrachtungen zur Frage der Rheinisch-Westfälischen Städtebahn. Von G. Kemmann — Der moderne Kapitalismus. Von W. Sombart — L'Organisation scientifique du travail en Europe. Von P. Devinat — Der Gleisabschluß — Von W. Elsbach — Eingänge
Zuschriften: Die Anforderungen der Textilindustrie an ihre Werkstoffe

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS



71

SONNABEND, 19. NOVEMBER 1927

Nr. 47



Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“

Von Dipl.-Ing. E. Luchsinger, Berlin

(Hierzu Tafel 3 bis 6 sowie Textblatt 21 und 22)

Konstruktion des Schiffskörpers — Einteilung — Gesellschaftsräume — Wirtschaftseinrichtungen — Führung und Betrieb des Schiffes — Hauptmaschinen — Hilfsmaschinen — Elektrische und Kühlanlage

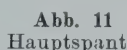
Der neue Fahrgastdampfer „Cap Arcona“ der Hamburg-Südamerikanischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Hamburg, erbaut bei Blohm & Voß in Altona, stellt eine Weiterentwicklung des Vorkriegsschiffes „Cap Polonio“ dar. Was die Zwischenzeit an technischen Fortschritten und Erfahrungen gebracht hat, zeigt die Unterschiede beider Schiffe. Um trotz größerer Länge genügende Stabilität in allen Betriebszuständen zu erreichen, hat man „Cap Arcona“ 3,75 m breiter als „Cap Polonio“ gebaut, so daß stabile Anbauten nicht erforderlich sind. Die Geschwindigkeit ist von 18,5 auf 20 Kn erhöht worden, und die Leistung der Kolbenmaschinen mit Abdampfturbinen auf 10.000 PS. Für die freimütige Hergabe der erwünschten Leistung, sowie für die wertvolle Unterstützung bei der Konstruktion sei an dieser Stelle insbesondere der Bauwerft Blohm & Voß der Reederei gedankt.

Schiffbautechnischer Teil

Bei der Konstruktion des Schiffes für die höchste Klasse des Passagierschiffes nach den Vorschriften der Lloyd's „mit Freibord“ sind die neuesten technischen Regeln, sowie die Frage kommenden Vorschriften und Gesetze be-

rücksichtigt worden. Ein um zwei Stevenbreiten ausfallender gerader Vorsteven, Kreuzerheck, lange Aufbauten, zwei hohe Pfahlmasten und drei Schornsteine bilden die äußeren Merkmale des Schiffskörpers. Neben örtlichen Raumdecks im Vor- und Hinterschiff sind fünf durchlaufende Stahldecks, zwei Aufbaudecks und die Kommandobrücke vorgesehen. Der Aufbau des Schiffes geht aus den Abb. 1 bis 9, Tafel 3 und 4, hervor.

In dieses Schiff sind zwei Arten von Frahm'schen Schlingerdämpfeinrichtungen eingebaut worden. Zu beiden Seiten des hinteren Kesselraumes befinden sich schmale Tanks in der Höhe der Schwimmlinie, die durch Außenbordöffnungen mit dem Seewasser in Verbindung stehen und durch Luftkanäle innerhalb des Schiffes verbunden sind. Ferner haben die Seitenhochbunker zwischen den beiden Kesselräumen einen Überströmkanal über dem Doppelboden, sowie Verbindungsluftkanäle erhalten und sind so zu einer Dämpfanlage ausgebaut worden. Die letztere Anlage besteht aus zwei ungleich großen Abteilungen, die je nach den Stabilitätsverhältnissen des Schiffes zusammen oder einzeln in Betrieb genommen werden können. Um auch diese Räume als Stauräume auszunutzen, hat man als Dämpfungsflüssigkeit statt Wasser Heizöl gewählt.



Die Reederei hat besonderen Wert auf die Möglichkeit gelegt, beliebig nebeneinander liegende Kammern zu

gemeinsamen Wohnungen vereinigen zu können. Zu diesem Zweck sind sämtliche Kammern 1. Klasse im D- und E-Deck durch Zwischentüren verbunden.

Die Zusammenstellungen, Zahlentafel 1 bis 3, geben eine Übersicht über die Unterkunft der Fahrgäste, Zahlentafel 4 über Bäder und Aborte.

Zahlentafel 1
1. Klasse

Zahl der Kammern und Schlafplätze					Gemeinschaftsräume	Sitzplätze
K	B	EB	KB	RB	Schlafplätze	
379	553	23	20	40	636	
					Speisesaal	436
					Privatspeisezimmer	64
					Halle	263
					Festsaal	
					Rauchzimmer	132
					Galerie	
					Wintergarten	100
					Kinderzimmer	29

K = Kammern, B = Betten, EB = Einhängelbetten, KB = Kinderbetten, RB = Reservebetten.

Zahlentafel 2
2. Klasse

Kammern		Gemeinschaftsräume	Sitzplätze
K	Schlafplätze		
94	274	Speisesaal	272
		Gesellschaftsraum .	54
		Rauchzimmer	62

Zahlentafel 3
3. Klasse

Wohn decks	Schlafplätze	Gemeinschaftsräume	Sitzplätze
3	B 530	Speisesaal	177

Zahlentafel 4

K l a s s e	Bäder		Aborte	
	privat	öffentlich	privat	öffentl.
Staatswohnungen und Zimmer	8	—	8	—
1. Klasse	102	46	106	52
2. „	—	14	—	22
3. „	—	4 und 4 Brausen	—	21

Die öffentlichen Bäder liegen in Gruppen an besonderen Quergängen, so daß ihre Bedienung möglichst vereinfacht ist. Auch in der 2. und 3. Klasse ist überall fließendes Süßwasser. Die Ausstattung dieser umfangreichen Anlagen entsprechen durchaus den weitgehenden hygienischen Anforderungen der heutigen Zeit.

Auf den neueren Fahrgastschiffen werden den Reisenden immer weitergehende Möglichkeiten geboten, sich den Aufenthalt an Bord durch Vergnügungen, Sport und Körperpflege zu verkürzen. So werden Musikdarbietungen für die 1. Klasse mit den modernsten Mitteln den andern Klassen übertragen. Für alle Klassen sind reichliche Deckplätze geschaffen worden. Das Sportdeck bietet Gelegenheit zu den verschiedensten Spielen. Ebenso findet man in der Turnhalle die üblichen Geräte für Turn-, Reit-, Radfahr- und Rudertübungen.

Besonders beachtenswert ist das Schwimmbad mit den medizinischen Bädern und zugehörigen Räumen, Abb. 25, Tafel 5, und 26, Textblatt 22, die bei der heutigen Ausnutzung der oberen Decks für sportliche Zwecke ins Unterschiff verlegt sind. Wegen der tiefen Lage des Schwimmbades ist die künstliche Lüftung reichlich bemessen, nach Bedarf wird die eingelassene Luft vorgewärmt. Außer einem Treppenaufgang ist für die Bequemlichkeit der Benutzer noch ein Fahrstuhl vorgesehen.

Durch Art und Farbe der keramischen Baustoffe durch die Beleuchtung hat die Halle eine ihrer Vorderen Ende wird das 10 m lange und 6 m breite durch eine Kaskade abgeschlossen, die zur Auffrischung des Inhalts dauernd gespeist wird. Die Temperatur des Seewassers wird auf 18 bis 22 °C gehalten, wofür in deren Kesselraum ein Seewasseranwärmer aufgestellt. Im Bedienungsraum dienen zwei Pumpen zum Entleeren des Beckens, zum Lenzen des Überlaufbehälters oder zum Umwälzen des Inhalts. Der Überlaufbehälter hat einen Wasserspiegel gleichmäßig auf 0,9 oder 1,65 m über dem Boden. Ein Luftgebläse durchlüftet durch 140 Perforationen im Boden den Wasserinhalt.

Für frische Blumen sorgt die Gärtnerei mit Warm- und Kalthaus am Ende des A-Decks. Blumen keine werden im angrenzenden Kühlhaus mitgenommen. Der Blumenladen befindet sich im Vorraum auf dem D-Deck. Auch stehen den Fahrgästen die Bibliothek, Buchhandlung, der Bordphotograph, eine Dunkelkammer, eine Schneider- und Schuhmacherwerkstatt mit zwei Strickmaschinen, sowie die Bordwäscherei zur Verfügung. In der Druckerei werden auf einer Druckpresse sämtliche Drucksachen hergestellt.

Für Kranke sind vorn auf dem D-Deck ein Operationsraum, getrennte Hospitäler für Damen und Herren, 3. Klasse, ein Raum für Genesende, eine Zelle für Chirurgen, eine deutsche und eine spanische Apotheke vorgesehen. Die Wohnräume der drei Ärzte und des Personals liegen unmittelbar unterhalb der Krankenabteilung auf dem E-Deck. Für ansteckende Krankheiten sind Isolierhospitäler hinten auf dem E-Deck vorgesehen.

Wirtschaftseinrichtungen. Das A-Deck ist für eine Reederei beim reisenden Publikum wird nicht nur durch die Wohnlichkeit und Behaglichkeit der Kabinen und die Schnelligkeit ihrer Schiffe, sondern auch durch die Art und Güte der Verpflegung bestimmt. Die Durchbildung der umfangreichen Wirtschaftsanlagen, die wegen der großen Personenzahl zur Erfüllung der verschiedensten Ansprüche hoher Anforderungen genügen müssen, ist in technischer Hinsicht sehr bemerkenswert. Im Interesse der Wirtschaftlichkeit und der Raumsparnis werden möglichst viele Arbeiten mit Maschinen ausgeführt.

Damit sich möglichst kurze Bedienungswege ergeben, war für die Lage der Küchen die Anordnung der Wirtschaftssäle maßgebend. Wegen der verschiedenen Anforderungen haben die einzelnen Klassen vollkommen getrennten Betrieb. Gemeinsam sind nur die Schlachtereie, die Konditorei und die Konditorei, die mit den Küchen der 2. Klasse in einem Raume hinten auf dem C-Deck unter der Aufsicht des Oberkochs.

Damit die Küchengerüche die Fahrgäste nicht belästigen, ist dieser Raum vollständig von den Wohnräumen abgeschlossen. Ferner haben die eisernen Wände zwischen den einzelnen Abteilungen im oberen Teil Gitter, damit man sie recht gut durchlüften kann. Die Entlüftung ist besonders reichlich bemessen; jedes einzelne Raum ist an die verschiedenen Kanäle unter der Decke angeschlossen. Über den Herden hat man Dunstfänger angebracht, die mit diesen Abzugskanälen unmittelbar verbunden sind. Der Wrasen der Dampfkessel wird in Kondensstöpfen niedergeschlagen. Die Öfen haben elektrische Heizung erhalten, für die Dampfkessel, die übrigen Kocher und Wärmeschränke ist eine elektrische Heizung vorgesehen, so daß die sonst so schwierige Abführung gänzlich vermieden ist.

Die Mannschaftsküche, die Wirtschaftsräume der 1. Klasse und die Israelitenküche liegen in einem abgetrennten Deckhaus vorn auf dem C-Deck und sind nach denselben Grundsätzen eingerichtet worden.

Da in der 1. Klasse während der Hauptmahlzeit nach einer Speisefolge gegessen wird, ist die Zubereitung sowie die Bedienung vereinfacht. In der 3. Klasse werden in drei Gruppen gegessen, so daß der Speisesaal und die Küche dementsprechend kleiner bemessen werden konnten. Abb. 27 bis 29, Tafel 5, und Abb. 30, Textblatt 22, zeigen die Einrichtung der einzelnen Räume.

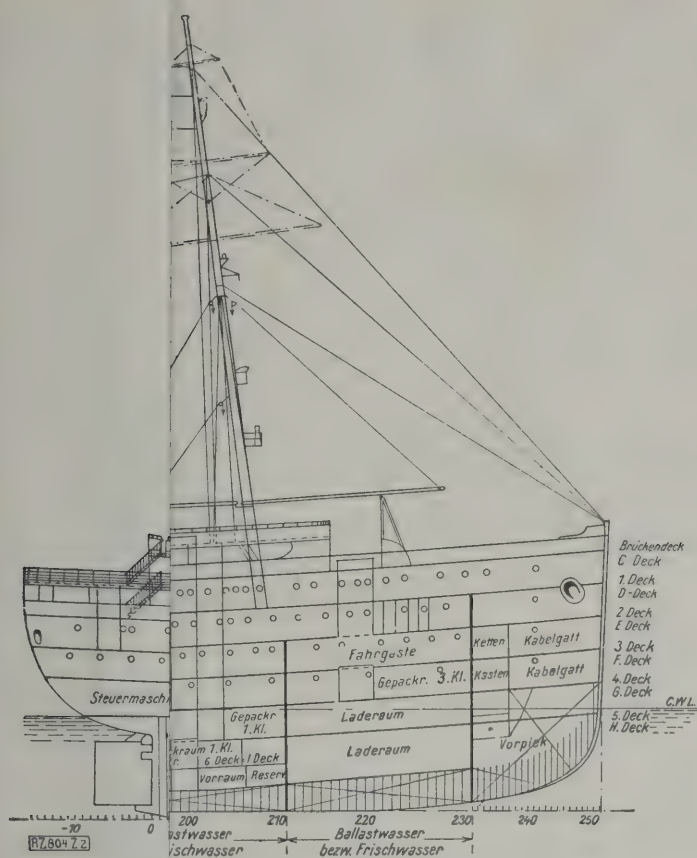
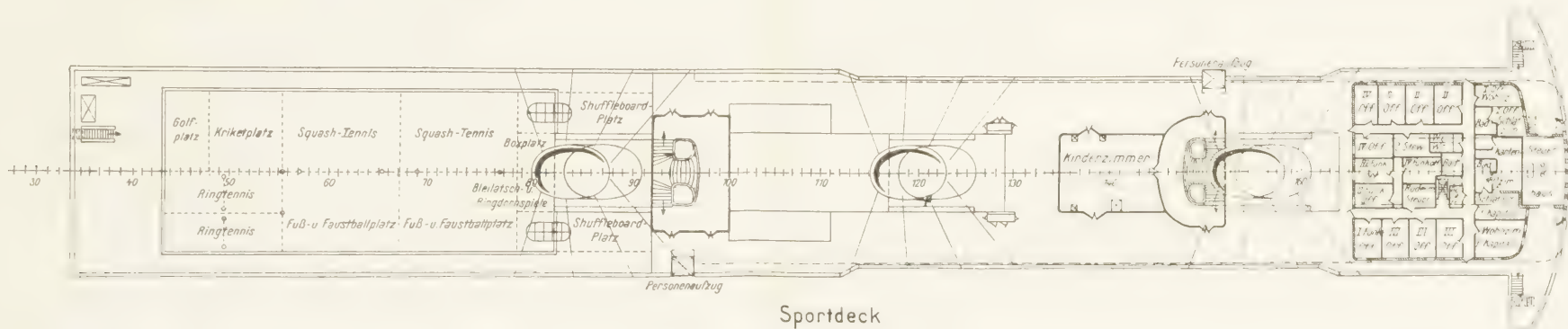
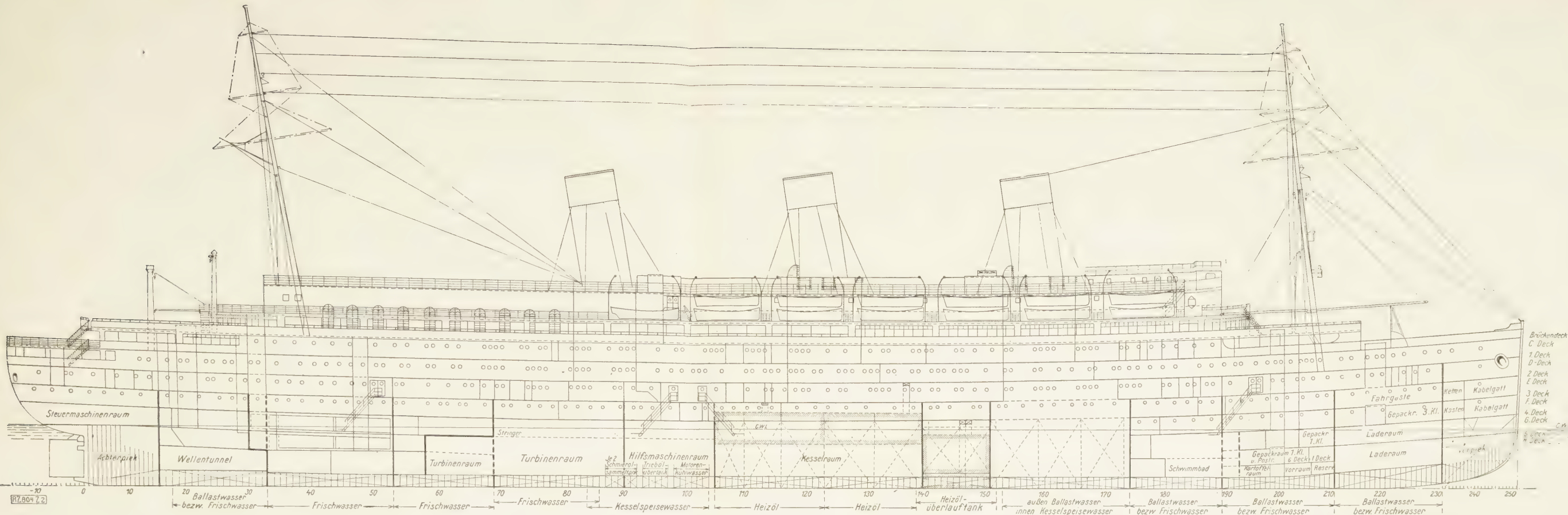


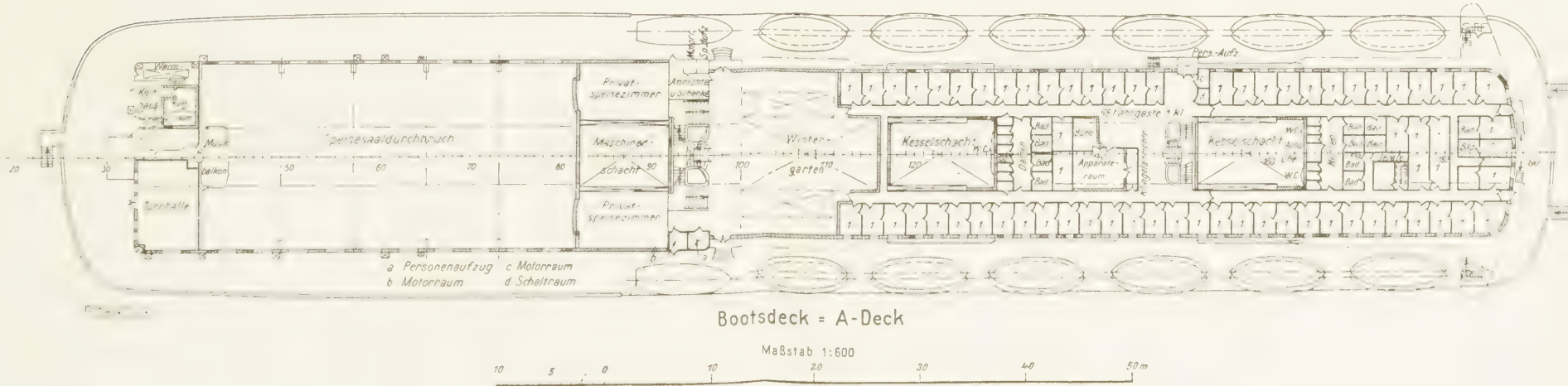
Abb.
Läng
und
D

Hauptangaben.

Länge über alles	205,9 m
„ zwischen den Loten . . .	195 „
Breite über Spanten	25,7 „
Seitenhöhe bis zum D-Deck . . .	14,3 „
Seitenhöhe bis zum Schottendeck . . .	11,7 „
Größter Tiefgang	8,67 „
Tragfähigkeit rd.	11 500 t
Fahrgäste 1. Klasse	553
„ 2. „	274
„ 3. „	530
Besatzung	630
Bruttoreaumgehalt	27 560 R.-T.
Geschwindigkeit	20 Kn
Maschinenleistung	24 000 PS.



Sportdeck



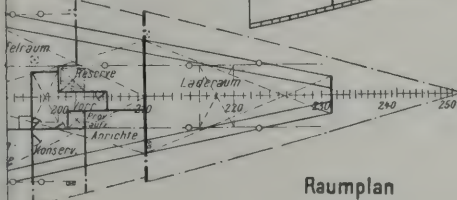
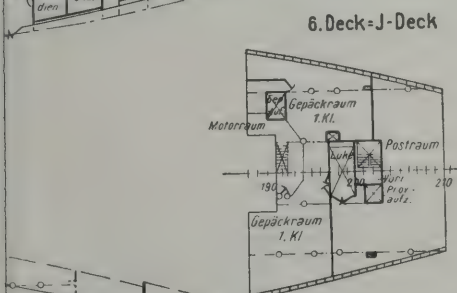
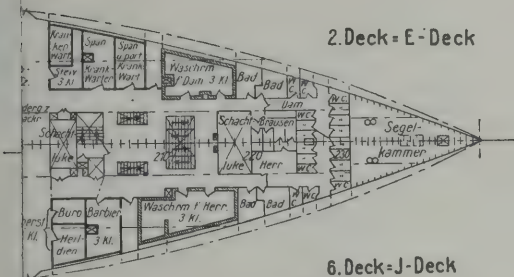
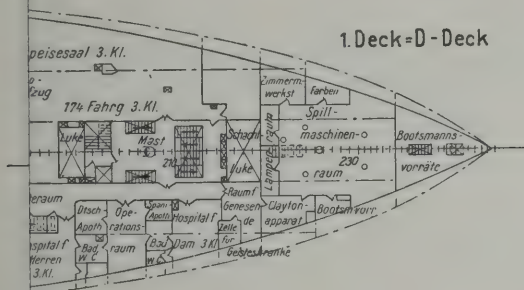
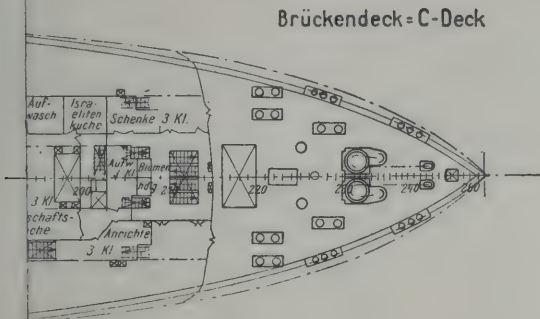
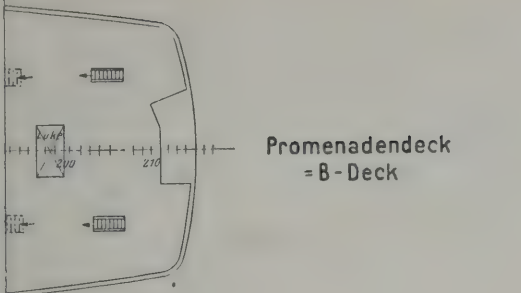
Bootsdeck = A-Deck

Maßstab 1:600

Hauptangaben.

Länge über alles	205,9 m
„ zwischen den Loten	195 „
Breite über Spanten	25,7 „
Seitenhöhe bis zum D-Deck	14,3 „
Seitenhöhe bis zum Schottendeck	11,7 „
Größter Tiefgang	8,67 „
Tragfähigkeit	11 500 t
Fahrgäste 1. Klasse	553
„ 2. „	274
„ 3. „	530
Besatzung	630
Bruttoraumgehalt	27 560 R.-T.
Geschwindigkeit	20 Kn
Maschinenleistung	24 000 PS _e

Luchsinger: Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“



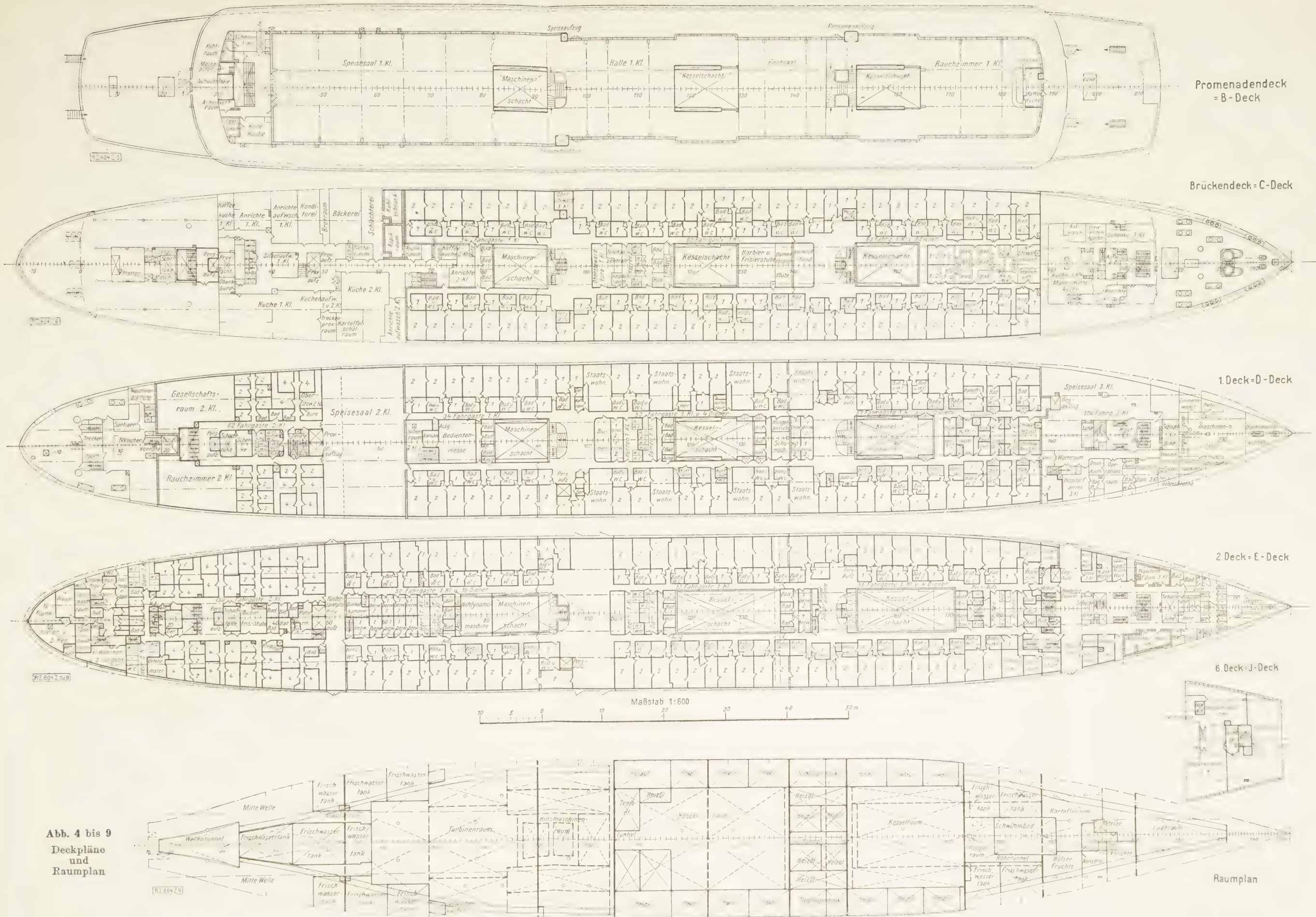
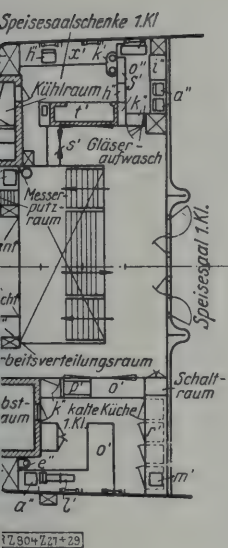
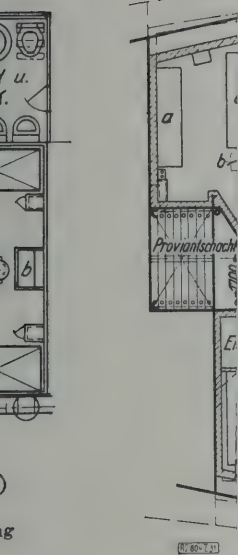


Abb. 4 bis 9
Deckpläne
und
Raumplan

Luchsinger: Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“



- a Elektrisi
- b Dampf
- c Grillofen
- d Grillofen
- e Passiern
- f Topfgrd
- g Löffelbr
- h Kondito
- i Speiseei
- k Eiszerkl
- l Schnees
- m Baumku
- n Reibstei

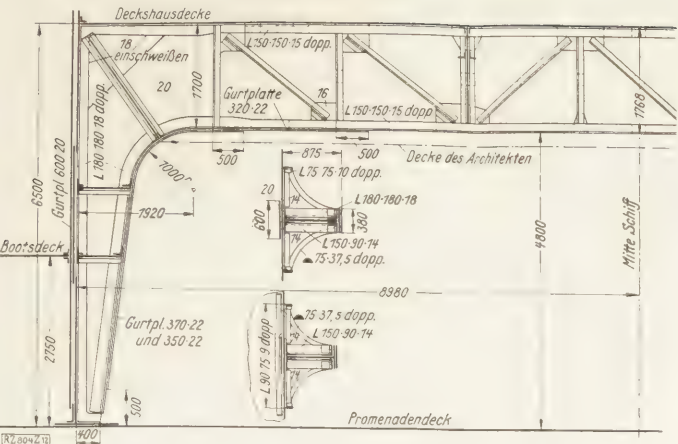


Abb. 12 (rechts)
Gitterträger mit Rahmenspant und Unterzug für die Decke des Speisesaals 1. Klasse

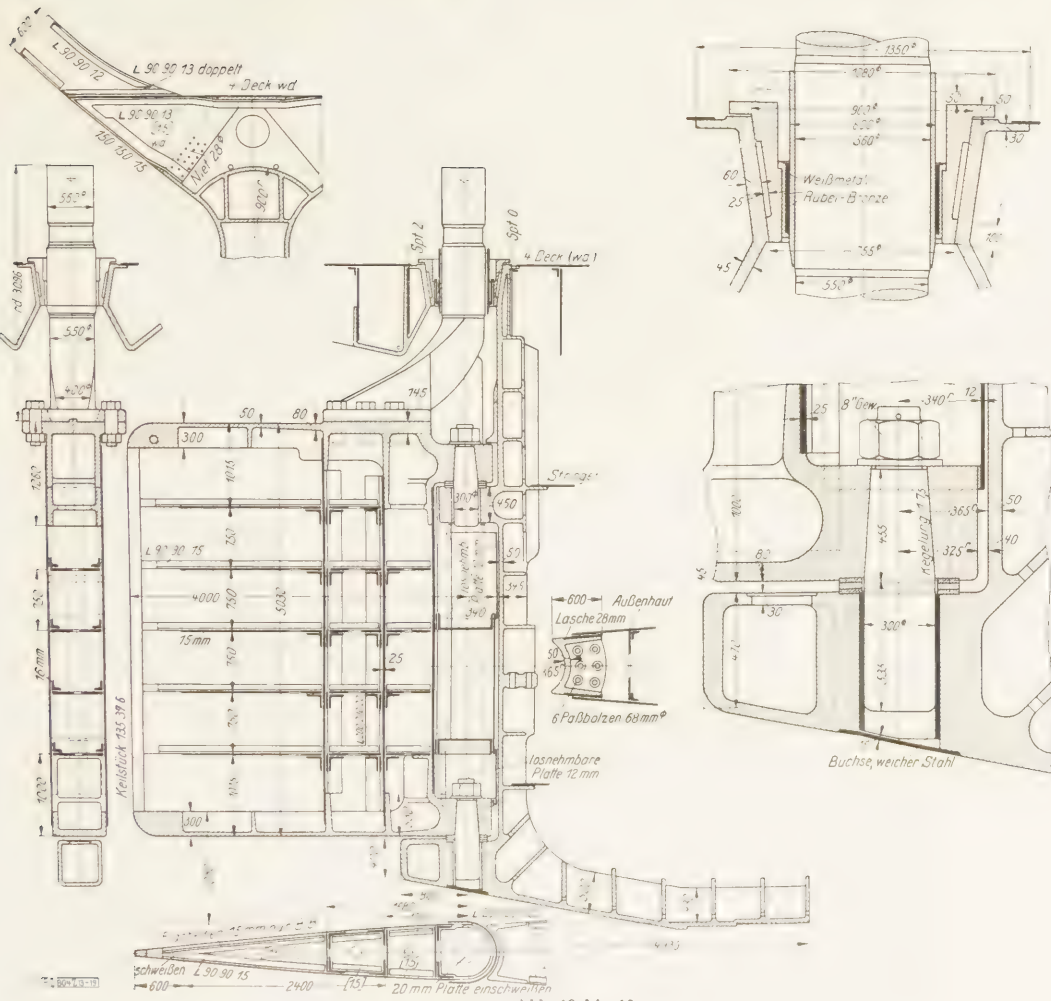


Abb. 13 bis 19
Einzelheiten der Ruder- und Hinterstevkonstruktion

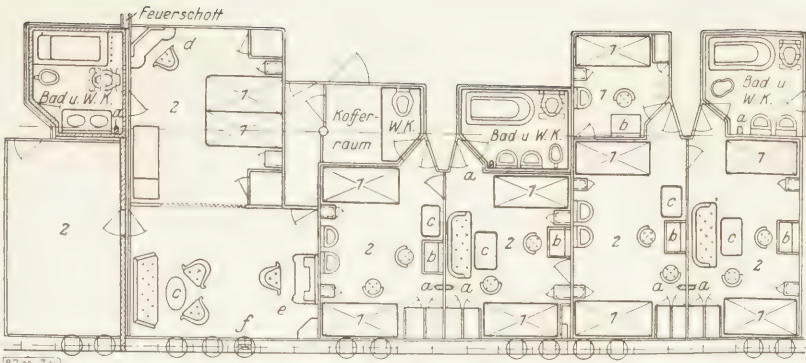


Abb. 24
Staatswohnung mit Bad und Kofferraum (links) und Kammerblock 1. Klasse (rechts)
a Dampfheizung
b Schreib- und Frisiertisch
c Tisch
d Frisiertisch
e Schreibtisch
f Elektrische Heizung

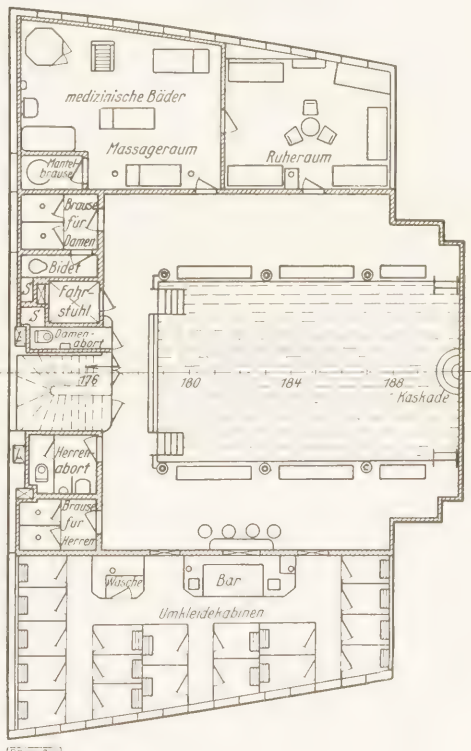


Abb. 25
Schwimmbad mit angrenzenden Räumen

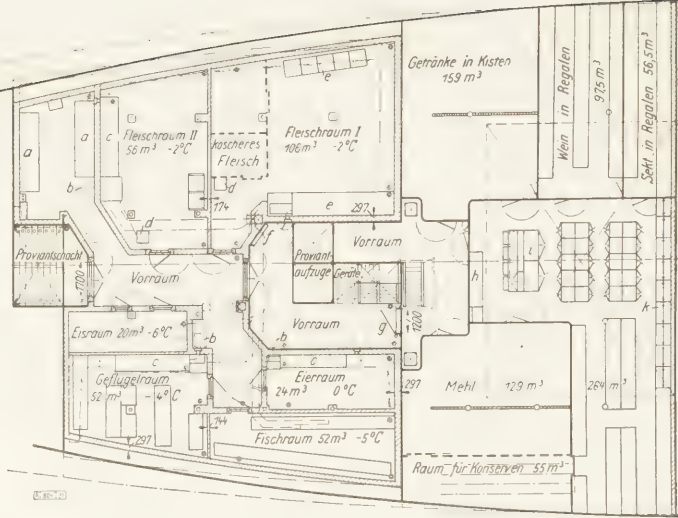


Abb. 31 und 32
Kühl- und Provianträume auf dem 4. und dem 5. Deck

- a Eiszeuger
b Motor
c Luftkühler
d Haublock
e Blechregale
f Ventile
g wasserdichte Tür
h Ausgabetisch
i Gewürzschrank
k Kisten für Hülsenfrüchte

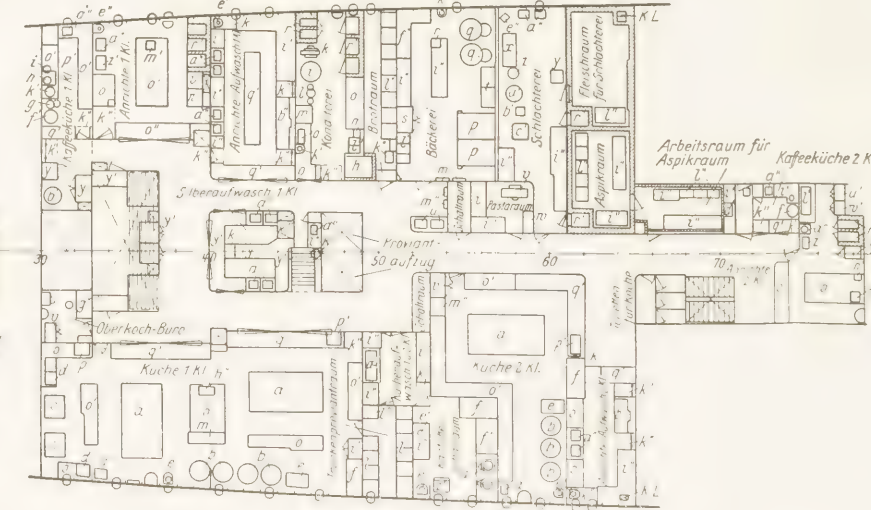
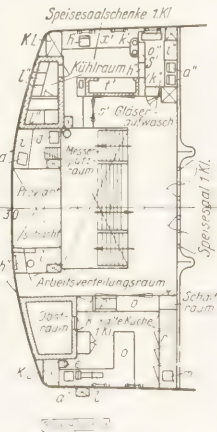
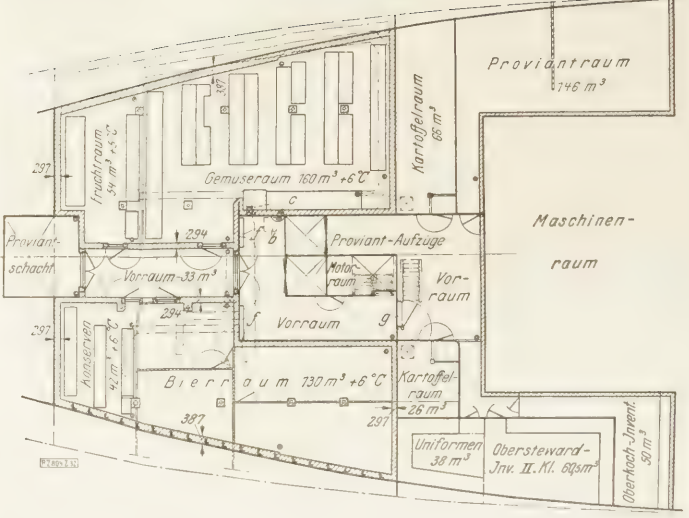
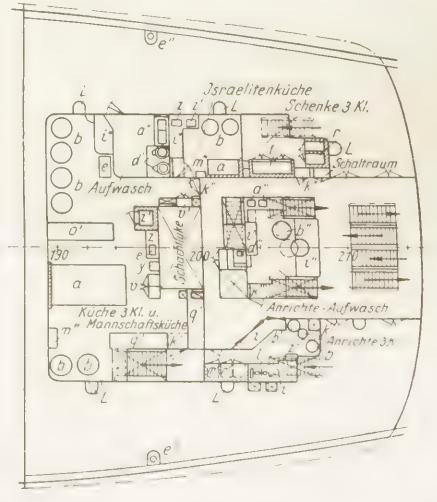


Abb. 27 bis 29
Einrichtung der Wirtschaftsräume auf dem Promenaden- und dem Brückendeck

- a Elektrischer Herd
b Dampfkoessel
c Grillöfen mit Spieß
d Grillöfen
e Passiermaschine
f Topfgrätig
g Löffelbrett
h Konditoröfen
i Speiseeismaschine
k Eiszerkleinerungsmaschine
l Schneeschlagmaschine
m Baumkuchenmaschine
n Reibstein
o Elektrische Kochplatte
p Backofen
q Teigknetmaschine
r Teigteilmaschine
s Gärschrank mit fahrbaren Regalen
t Doppelbacktrof
u Brotrösten
v Teigwellmaschine
w Nudelsteinschneidmaschine
z Schälbockbank
y Haublock
z Fleischwolf
a' Fleischschneider
a' Knochenäge
a' Würstfüllmaschine
a' Kartoffelschälmaschine
a' Gemüseschneidmaschine
a' Kaffeekocher
a' Kaffeemaschine
a' Milchkocher
a' Kakaokecher
a' Heilwasserkessel
a' Nudelsteinschneidmaschine
a' Aufschnittschneidmaschine
a' Dosenöffner
a' Anrichte
a' Warmwasserbad
a' Wärmeschrank
a' Kühlschrank
a' Gläserschrank
a' Bierkühlschrank mit Bierstühle und Gläserpültrog
a' Brotschrank
a' Proviant
a' Konserven
a' Weinschrank
a' Silberschrank
a' Gemüsespültrog
a' Aufwaschtrog
a' Geschirrspülmaschine
a' Gläserpültmaschine
a' Messerputzmaschine
a' Ausgüll
a' Grätig
a' Schreibtisch
a' Pult
a' Arbeitstisch
a' Klappstisch
a' Bord oder Regal
a' Schalttafel



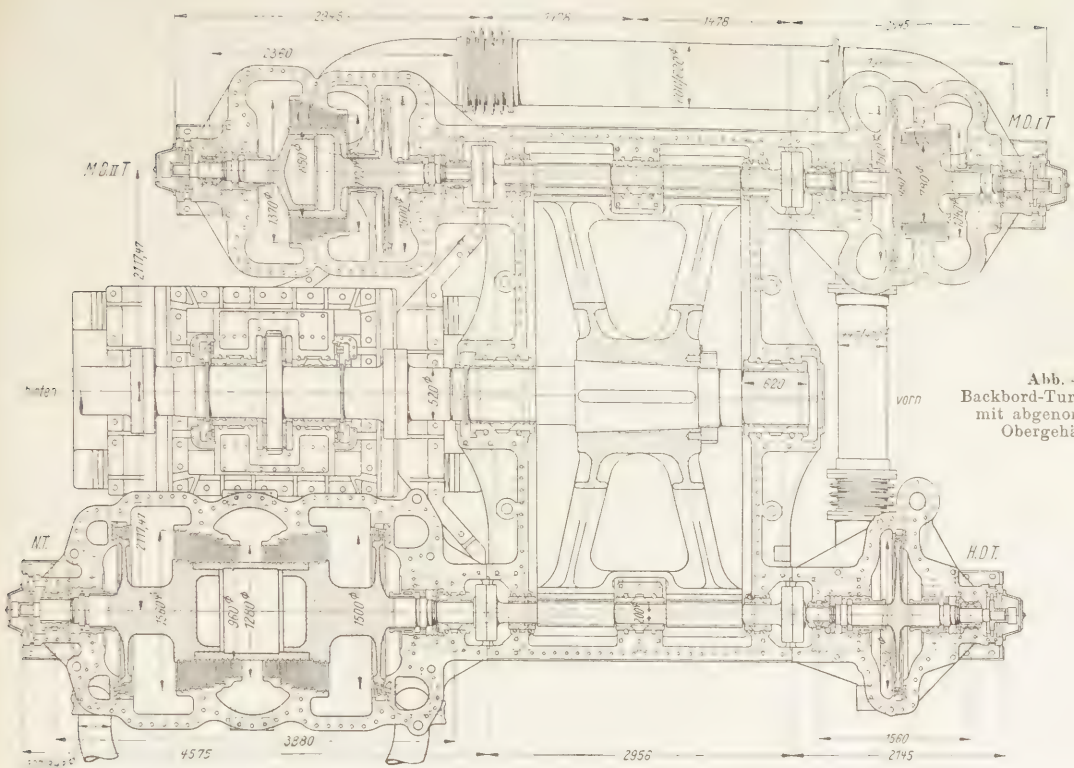


Abb. 40
Backbord-Turbinensatz
mit abgenommenen
Obergehäusen

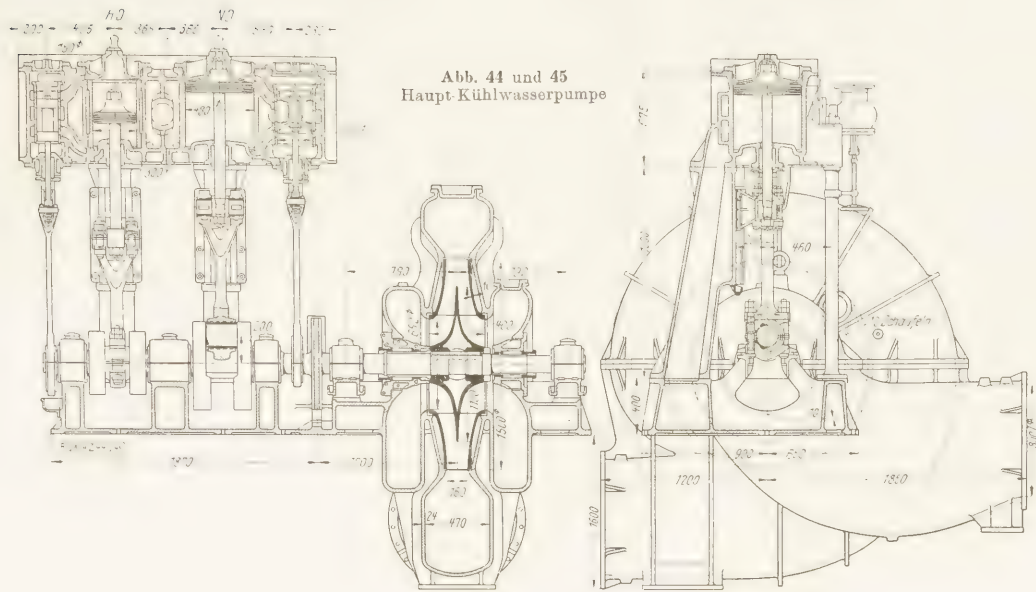


Abb. 44 und 45
Haupt-Kühlwasserpumpe

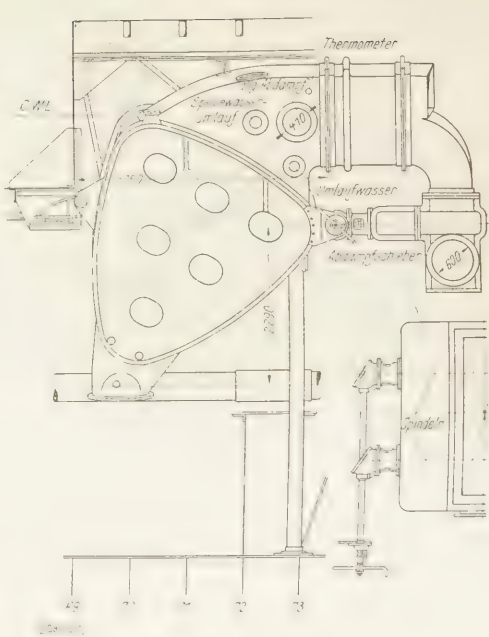
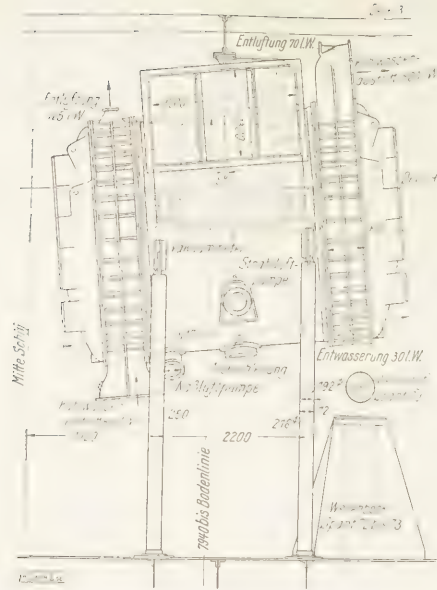


Abb. 36 bis 39
Hauptkondensator

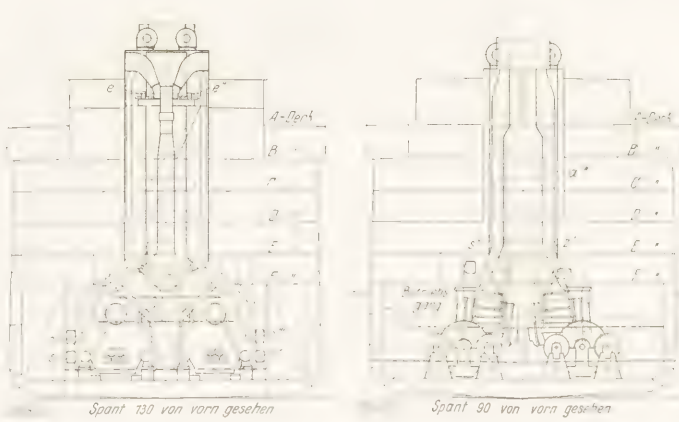
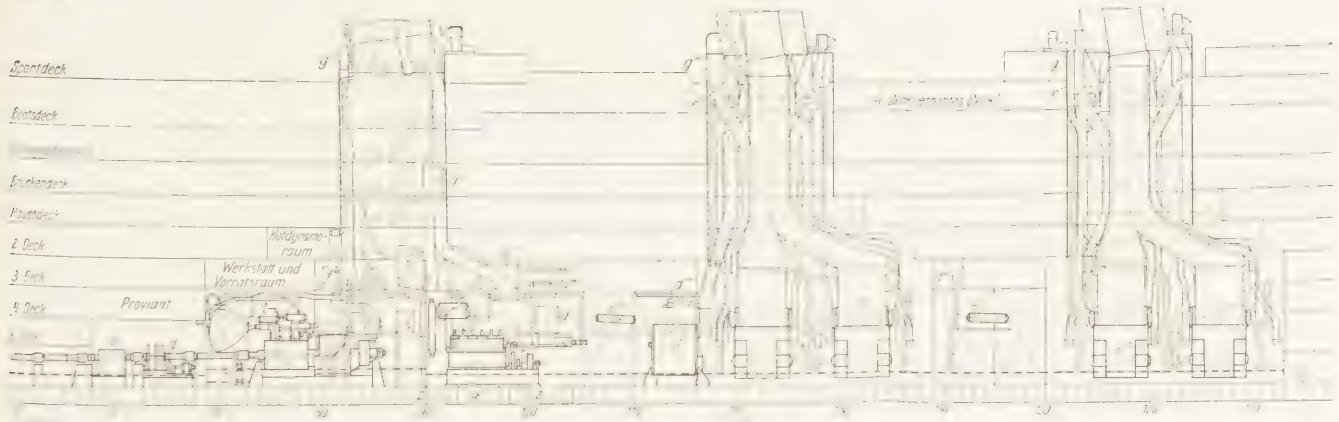
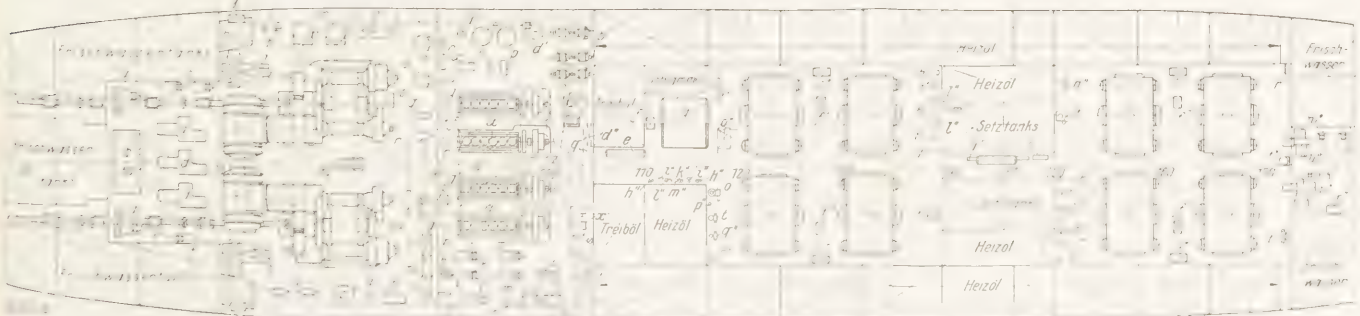


Abb. 46 bis 49
Aufstellung der Hilfsmaschinen in den
Maschinen- und Kesselräumen



- a Drehmaschine
- b Verdampfer
- c Solepumpe
- d CO₂-Kompressor
- e Kondensator
- f Kühlwasserpumpe
- g Abwasserbehälter
- h Seewasserrückkühler
- i Hauptkühlwasserpumpe
- k Kondensatpumpe
- l Dampfstrahl-Luftpumpen-anlage
- m Verdampfer
- n Hilfskondensator mit Lenzpumpe und HilfsLuftpumpe
- o Spelsewasservorwärmer
- p Ölschleuder
- q Turbospelsepumpen
- r Schmieröl-Sammelbehälter
- s Seewasser-Sammelbehälter
- t Speisepumpe
- u Ölsaugfilter
- v Schmierölpumpe
- w Öldruckfilter
- x Schmierölkühler
- y Ballastpumpe
- z Vakuumverdampfer
- aa Erhitzer
- ab Umwälzpumpe
- ac Süßwasseranwärmer
- ad Süßwasserpumpe
- ae Schalter
- af Süßwasser-Abflussbehälter
- ag Süßwasserreiniger
- ah Seewasseranwärmer
- ai Badepumpe
- aj Klosett-pumpe
- ak Deckwaschpumpe
- al Süßwasserkühlpumpe
- am Seewasserkühlpumpe
- an Seewasserreiniger
- ao Süßwasserrückkühler
- ap Hauptschalttafel
- aq Schalttafel
- ar Schaum-Feuerlöschanlage
- as Lenzpumpe
- at Anfahr-Luftkompressor
- au Druck- und Abwasserbehälter
- av Druckwasserpumpe
- aw Brennstoff-Tagespumpe
- ax Ölüberlauf-tank
- ay Kühlwassertank
- az Dieseldynamo
- ba Umformer
- bb Luftkompressor für Kessel-reinigung
- bc Öl-mengen-anzeiger
- bd Druckluft-Vorratbehälter
- be Sandkiste für Feuerlösch-zwecke
- bf Abgaskessel
- bg Heizölsaugfilter
- bh Heizöl-saugfilter
- bi Heizöl-pumpen
- bj Heizöl-druckfilter
- bk Heizöl-vorwärmer
- bl Windkessel
- bm Umwälzpumpe
- bn Kondensat-Sammelbehälter
- bo Injektor
- bp Entwässerungspumpe
- bq Aschsaugzug
- br Beobachtungstank
- bs Seewasservorwärmer für das Schwimmbad
- bt Sauglüfter
- bu Drucklüfter
- bv Schwimmbadpumpe
- bw Kompressor
- bx Süßwasser-Ausgleichstank
- by Schmieröltank für Turbinen
- bz Schmieröltank für Diesel-dynamos
- ca Treiböl-Tagesstank
- cb Abwassertank
- cc Gebläse für Abgaskessel
- cd Turbolüftergebläse
- ce Eingang zum Betriebsgang
- cf Notausgang

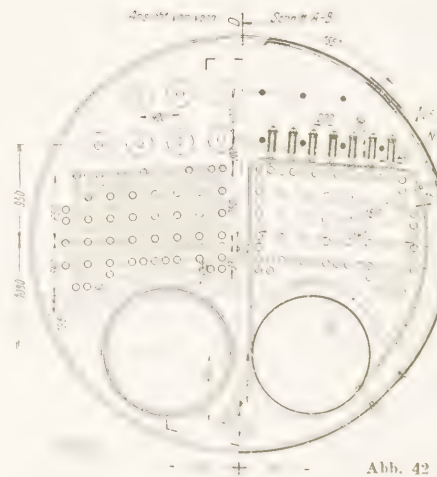
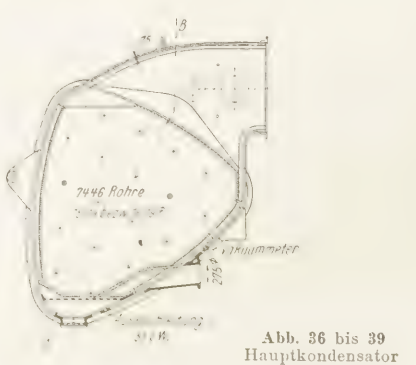
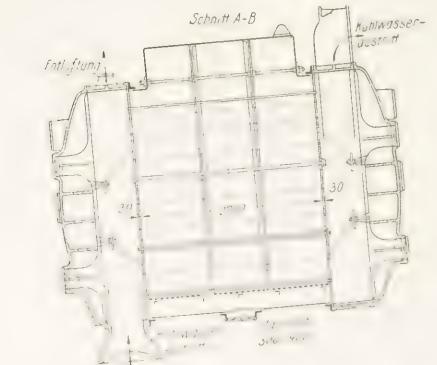
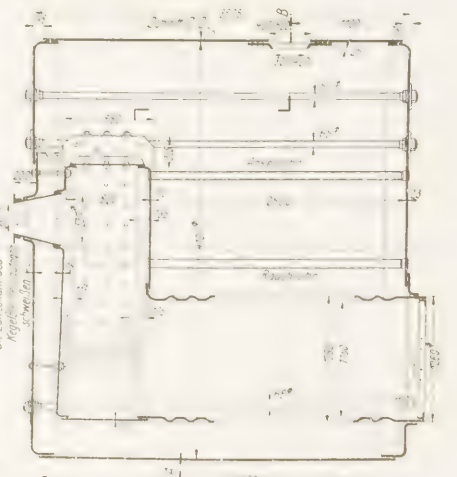


Abb. 42 und 43
Abgaskessel



Luchsinger: Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“



Abb. 21. Galerie mit Durchblick zum Festsaal 1. Klasse im Hintergrund



Abb. 23. Staatswohnung



Abb. 20. Rauchzimmer 1. Klasse

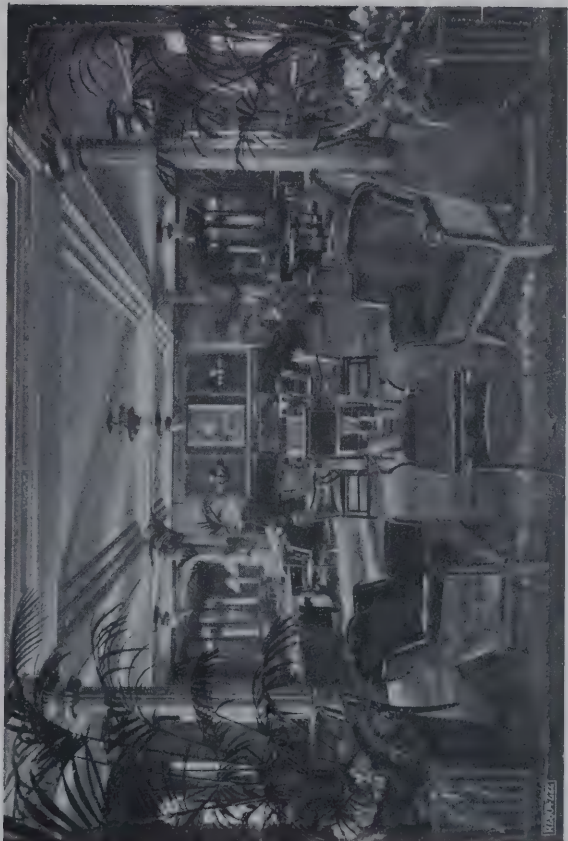


Abb. 22. Halle 1. Klasse

Luchsinger: Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“

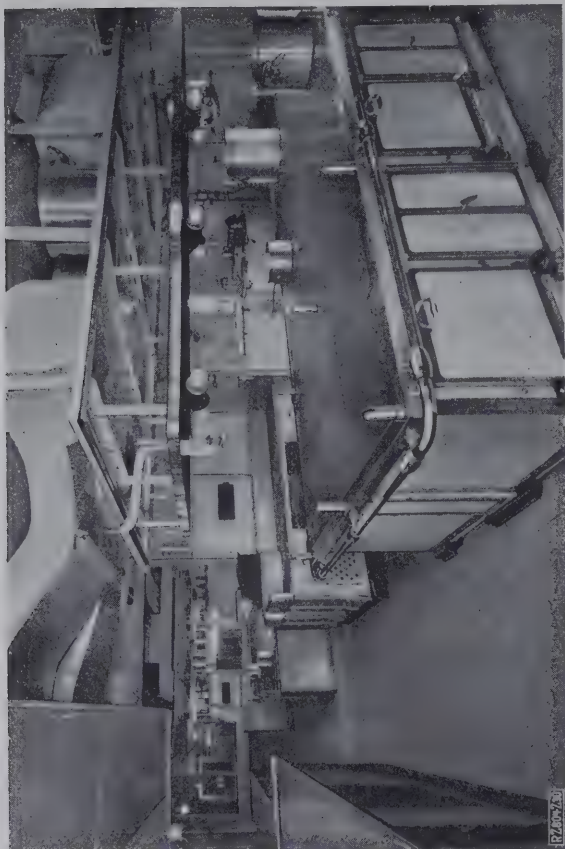
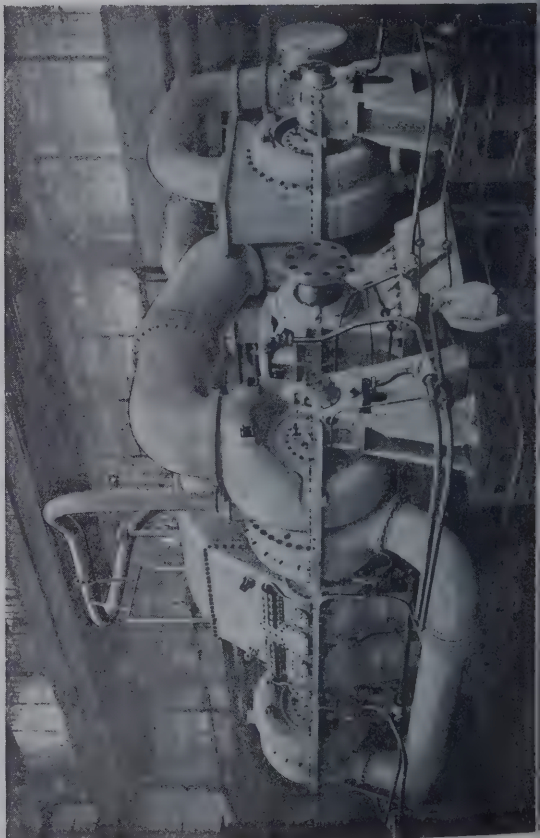


Abb. 30. Küche 1. Klasse



Abb. 26. Schwimmbad



Die Doppelherde in den Küchen der 1., 2. und 3. Klasse haben $3,74 \times 2 \text{ m}^2$ Plattenfläche und je sechs Bratpfannen. Der Inhalt der Dampfkokchessel beträgt in der 1. und 2. Klasse 250 l, in der 3. Klasse 300 l, in der Israelitenküche 400 l. Heizdampf von 4 at in Rohrschlangen erwärmt das den Dampfkessel umgebende Wasserbad. Bemerkenswert sind die elektrischen Grillöfen mit Spieß, in denen Hammel im Wasserbad gebraten werden. Als Vorbereitungsmaschinen sind zu erwähnen die elektrischen Gemüseschneider und die zerkleinernden Kartoffelschäler. Für warme Getränke sind ein Kaffee- und ein Teekocher von 100 l, Milch- und Kakaokocher von 50 l aufgestellt, die ebenso wie die Wärmeschränke durch Wasserschlangen geheizt werden.

Einen besonderen Dienstzweig bildet das Reinigen der großen Menge täglich gebrauchten Geschirrs, wofür in allen Klassen besondere Räume dienen. Die 1. Klasse hat die weitestgehende Unterteilung; außer An- und Aufwasch-, Messerputzraum und Küchenaufwaschraum hat man hier den Silberaufwasch abgetrennt und für die 1. Klasse einen besonderen Gläseraufwasch vorgesehen. In der 2. Klasse sind vier Spülmaschinen, für eine stündliche Leistung von 10 000 Stück für die 1. und 12 000 Stück für die 2. Klasse, aufgestellt, das Geschirr in offenen Trögen, die die Maschine durchlaufen, aufgestellt, mit heißer Seifenlauge, die aus den Düsen unten und oben unter großem Druck tritt, abgewaschen und in derselben Art beim weiteren Abgang mit reinem heißen Wasser abgespült. Von den



Abb. 33. Fleischkühlraum

benutzten Maschinen für den Wirtschaftsdienst beanspruchen diese am meisten Kraft, und zwar 5 PS für die 1. und 3 PS für die kleinere Maschine. Im Gläseraufwasch ist eine Gläserspülmaschine mit drehenden Bürsten für 1000 Stück in der Stunde vorgesehen. Die Schlachtereidient zum Zerkleinern und Zubereiten des Fleisches für den Gebrauch; die aufgestellten Maschinen werden über eine Vorgelegewelle von einem Motor angetrieben. Zum Aufbewahren eines Tagesbedarfes ist ein Kühlraum für Fleisch und ein Kühlschrank für Milch vorgesehen. Anschließend folgt die Backerei, wo zur Herstellung des täglichen Brotbedarfs zwei Backmaschinen für je 200 kg Mehl mit 3 PS-Motor, eine Brötchenmaschine für Brötchen, ein Gärschrank und zwei elektrische Backöfen aufgestellt sind.

Zahlentafel 5

	Anschlußwert kW
4 Doppelherde	480
1 Herd (Israelitenküche)	28
2 Backöfen	52
1 Konditorofen	18
2 Grillöfen mit Spieß	39
2 Grillöfen	15
2 Toastöfen	22
1 Baumkuchenmaschine	7,5

Schließlich hat noch die Konditorei einen vierstöckigen elektrischen Konditorofen, eine Speiseeismaschine für 70 kg Inhalt, eine doppelte Schneeschlagmaschine für 35 bis 40 l, eine elektrische Baumkuchenmaschine, eine Eiszerkleinerungsmaschine und die nötigen Kühltische. Den Strombedarf der elektrisch geheizten Koch- und Backeinrichtungen zeigt Zahlentafel 5.

Beträchtliche Mengen Proviant sind für die tägliche Verpflegung der rd. 2000 Personen erforderlich. „Cap Arcona“ nimmt für jede Reise mit: 40 000 kg Fleisch, 2000 kg frische Fische, 7500 kg Geflügel, 1500 kg Wild, 115 000 kg Kartoffeln, 30 000 Dosen Gemüsekonserven, 45 000 kg Mehl, 90 000 Eier, 7500 kg Butter, 25 000 Dosen Milch, 40 000 l Bier, 30 000 Flaschen Wein, 40 000 Flaschen Mineralwasser, 150 000 Zigarren, 120 000 Zigaretten. Zur Aufbewahrung dienen die umfangreichen Proviant- und Kühlräume, Abb. 31 und 32, Tafel 5, und Abb. 33. Hier befinden sich auch zwei Eiserzeuger für täglich je 1000 kg Eis.

Besondere Beachtung verdient auch die Bordwäscherei, die rd. 1000 kg Bordwäsche und Wäsche der Fahrgäste in 15 bis 16 Stunden bewältigt. Sie ist im Hinterschiff auf dem D-Deck untergebracht. Ihre mechanische Einrichtung umfaßt drei Waschmaschinen, zwei Trockenschleudern, eine Dampfzylindermangel mit einer Hauptwalze, 3500 mm lang bei 1000 mm Dmr., vier Jackenpressen, zwei Oberhemdpressen, Kragen- und Manschetten-Plättmaschinen und eine Wäschezeichenmaschine. Ein Sortierraum, ein Trockenraum und die Handplätterei auf dem E-Deck gehören zu diesem Betrieb. Ein Fahrstuhl führt zum Raum für schmutzige Wäsche und zum Hauptkleinraum.

Führung und Betrieb des Schiffes. Im Steuermaschinenraum auf dem F-Deck sind zwei gleichgroße, vollkommen getrennte, elektrische Rudermaschinen aufgestellt. Die Motoren werden von dem Hauptsteuerstand auf der Brücke in Leonardschaltung betrieben. Hierfür sind zwei Umformersätze vorgesehen. Für die Rückdrehung der Steuerschalter ist eine synchrone Fernübertragung angeordnet. Zur weiteren Ausrüstung gehören die Kreiselkompaßanlage mit Selbststeuer, die Unterwasserschall-Signalanlage, die Funkanlage mit Haupt- und Notsender.

Das Ankerspill mit zwei stehenden Spillen für 87 mm-Kette wird elektrisch betrieben. Die beiden Motoren, die gleichzeitig auch die Bugverholspille für 12 t Trossenzug bei 15 m/min Seilgeschwindigkeit treiben, sind mit dem Getriebe in einem besonderen Raum auf dem D-Deck unterhalb aufgestellt. Ebenso sind hinten auf dem D-Deck zwei Heckverholspille vorgesehen. Bei 12 m/min Seilgeschwindigkeit beträgt der Trossenzug auch hier 12 t.

Nur im Vorschiff befinden sich kleinere Laderäume; sie werden von einer besonders großen Luke bedient, die das Verladen von Kraftwagen gestattet. Die drei übrigen Luken sind für Proviant, Gepäck- und Postübernahme bestimmt. Dementsprechend sind insgesamt acht elektrische Winden von je 3 oder 5 t Traglast vorgesehen.

Der Hauptverteilstutzen der Deckwasch- und Feuerlöschleitung liegt im Hilfsmaschinenraum. Von dort zweigt die Leitung in je zwei Strängen nach den Kessel- und Maschinenräumen und nach Vor- und Hinterschiff ab. Insgesamt sind 123 Feuerlöschstellen mit Schlauchanschluß vorhanden. Die Deckwaschleitung kann durch ein Verbindungsrohr mit warmem Seewasser gespeist werden. In den Kesselraum sind für die Dampf- und Feuerlöschanlage Rohre unter die Kessel eingebaut. Außerdem sind hier sowie im Maschinenraum Schlauchanschlüsse für Wasser- und Schaum-Feuerlöschung in genügender Anzahl vorhanden; auch sind mehrere Handfeuerlöscher aufgestellt.

Rauchmeldeanlage. In wenig begangenen Räumen, wie Laderäumen, Gepäckräumen, Vorräumen usw., ist neben der Wasser-Feuerlöschleitung eine zweite Leitung für die Rauchmeldeanlage, Bauart Rich, mit Anschlüssen nach den Kommandostellen verlegt. In Verbindung hiermit ist eine Clayton-Anlage für Desinfektions- und Feuerlöschzwecke eingebaut. Umschaltklappen bei der Rich-Anlage gewähren die wechselseitige Benutzung der Rohrleitung als Rauchmelder oder als Schwefelgasleitung.

Steigleitungen im Maschinenschacht speisen die Vorratbehälter für kaltes Süß- und Seewasser im hinteren Schornstein. Von hier aus fließt das Wasser über Vorratbehälter im Vor- und im Hinterschiff den Verbrauchstellen zu. Zum Erzeugen des Trinkwassers aus dem mitgeführten Frisch-(Roh-) oder aus Seewasser ist eine Vakuumverdampferanlage im Maschinenraum aufgestellt. Zwei Sandfilter dienen zur Reinigung.

Das warme Süß- und Seewasser wird in mit Dampf geheizten Oberflächen-Vorwärmern erwärmt und den Verteilstutzen im Maschinenschacht zugeführt. Ringleitungen in den einzelnen Decks versorgen die Verbrauchstellen. Da das Wasser dauernd im Umlauf ist, tritt beim Öffnen der Hähne sofort warmes Wasser aus. Durch Verbindung mit den Kaltwasserleitungen wird der Verbrauch ergänzt; gleichzeitig werden die ganzen Anlagen unter gleichem Druck gehalten.

Heizung. Nur die Staatswohnungen werden elektrisch geheizt. Die übrigen Räume haben Dampfheizung. Ein von der Raumheizung getrenntes Rohrnetz speist die mit Dampf geheizten Wirtschaftseinrichtungen.

Natürliche Lüftung haben nur die Laderäume. Gepäck- und Posträume haben außer der natürlichen Zugluft noch künstliche Abluft. Im übrigen ist überall künstliche Lüftung vorgesehen. Die Wohnräume 1., 2. und 3. Klasse sowie die Besatzungswohnräume haben Frischluftzufuhr, in der 1. und 2. Klasse mittels drehbarer Austrittöffnungen, Bauart Punkah-Louvres, an den Druckkanälen. Die 3. Klasse hat außer der künstlichen Zu- noch künstliche Abluft. Aus den Bädern, Aborten, Wasch- und Wirtschaftsräumen wird die Luft abgesaugt. Schließlich sind für die Kessel- und Maschinenräume große elektrisch angetriebene Drucklüfter vorgesehen.

Auf den oberen freien Decks befindet sich eine größere Zahl elektrischer Lüfter für das gesamte Saug- und Druckluft-Kanalnetz. Die Selbstanlasser der Motoren sind von einer Hauptstelle im Hilfsmaschinenraum zu betätigen. Die gewünschte Lüftung wird durch Lampensignale im Hilfsmaschinenraum von den Oberstewardiensträumen und vom Maschinenraum mitgeteilt.

Sicherheitseinrichtungen. Die wasser-dichte Einteilung des Schiffes ist so durchgeführt worden, daß zwei nebeneinanderliegende Abteilungen überflutet werden können, ohne daß selbst bei Seegang dem Schiff Gefahr droht. Da für den Betrieb in einigen Schotten Verbindungstüren erforderlich sind, hat man hydraulisch betätigte Schiebetüren vorgesehen, die von einer Hauptstelle auf der Brücke oder am Ort geschlossen und geöffnet werden.

Ferner sind auf dem Bootsdeck 24 Rettungsboote ($9 \times 3,2 \times 1,22$ m) für je 83 Personen in Diagonal-Eichenwagenschott und zwei Motorrettungsboote ($9 \times 2,7 \times 1,22$ m) für 46 Personen aufgestellt, die mittels Columbus-Davits zu Wasser gebracht werden, Abb. 34.



Abb. 34. Bootsaufstellung

Maschinentechnischer Teil

Von den beiden heute in Frage kommenden Antriebsarten für Schiffe dieser Art, Turbinen und Ölmaschinen, ist für „Cap Arcona“ Getriebeturbinen gewählt worden. Der Aufbau der beiden Turbinensätze zeigt die bewirtschaftliche Anordnung der Bauwerft, die schon auf vielen Schiffen angewandt worden ist.

Hauptmaschinen. Jeder Satz, Abb. 35, Blatt 22, besteht aus einer vierstufigen Vorwärts- und zweistufigen Rückwärts-Turbine. Die Zerlegung in Stufen gibt trotz der einfachen Übersetzung von 2100 und 2100 Uml./min für die Turbinen eine wirtschaftliche Ausnutzung des Dampfes. An jedem Ende der Pleuellwellen ist eine Teilturbine angeordnet, so daß die Belastung der Pleuellwellen von beiden Seiten gleichmäßig auf die Zähne gewährleistet wird. Entlastungskolben sind entbehrlich, weil die Turbinenläufer für die Pleuellwellen gekuppelt sind und die Axialschübe sich weder innerhalb der einzelnen Turbinen oder gegenüber ausgleichen. Etwaige geringe Restschübe werden von den entgegengesetzten und schräg gestellten Pleuellwellen aufgenommen, so daß man keine besonderen Drucklager für die Turbinen braucht. Die unteren Pleuellwellen der Teilturbinen sind an das Gehäuse der Pleuellwellen angeflanscht. Die Pleuellwellen stützen sich auf Plattenstützen. Auch die Pleuellwellen sind mit diesen fest verbunden. Die Niederdruckturbinen sind mit je zwei abschließbaren Abdampfstützen an die Pleuellwellen angeschlossen. Die Pleuellwellen der Pleuellwellen betragen je 1200 m² bei je 41 t Leertgewicht. Die Pleuellwellen sind mit Rücksicht auf gute Abdichtung schräg angeordnet und haben einmaligen Pleuellwellendurchgang.

Die Art der Beschauelung und die Anordnung der Vorwärts- und Rückwärtsturbinen zeigt Abb. 40, Tafel 6. Da für letztere nur Gleichdruckräder gewählt sind, ist auch bei der Rückwärtsfahrt trotz der einseitigen Pleuellwellenordnung kein Axialschub auf. Die Gesamtleistung beider Sätze beträgt 24 000 PS_e bei 2100 Uml./min.

Das Schmieröl für Hauptturbinen und Pleuellwellen wird aus den Sammelbehältern im Doppelboden durch Pleuellwellen und Filter nach drei Hochbehältern geleitet. Von dort aus fließt es zu den Getrieben und Pleuellwellen und nach den Sammelbehältern zurück. Eine Öl-schleuse reinigt von Zeit zu Zeit das unreine Öl. Mit Pleuellwellenölanschlüssen stehen zur Sicherung des Betriebes Pleuellwellen-Schnellschlußventile in der Hauptdampfleitung und Pleuellwellen-Sicherheitsregler an den Turbinenwellen in Verbindung.

Kesselanlage. In den beiden Räumen sind insgesamt acht Doppelend-Wasserrohrkessel für 20 at Überdruck, Abb. 41, aufgestellt. Sie bestehen aus je zwei runden Unterkesseln mit gebogenen Pleuellwellenrohren. In der Mitte der Rohrbündel befinden sich Pleuellwellen-Rauchgasführungen Überhitzer. Ferner sind in die Pleuellwellen-Räume Speisewasser-Vorwärmer (Bauart Blohm) eingebaut, die das in den Oberflächenvorwärmern erwärmte Speisewasser noch weiter erhitzen. Jeder Kessel hat zehn Brenner, denen das vorgewärmte Öl unter Pleuellwellen zugeführt wird. Vier Turbogebälbe liefern die nötige Pleuellwellenbrennungsluft.

Während des Betriebes können die Rohrbündel mit Pleuellwellen durchgeblasen werden, wofür im Hilfsmaschinenraum ein zweistufiger Dampf-Luftkompressor für 20 at und zwei Luftbehälter aufgestellt sind.

Außerdem ist noch für Wirtschaftszwecke und Pleuellwellendienst ein für Abgas- und Ölheizung eingerichteter Kessel für 10 at Überdruck und 227 m² Heizfläche, Abb. 42 und 43, Tafel 6, eingebaut.

In den Hauptdampfleitungen sind glatten Pleuellwellen Dehnungsbogen eingeschaltet, so daß Dehnungsschubstopfbüchsen innerhalb der Leitung und an Pleuellwellen Schotten grundsätzlich vermieden sind.

Hilfsmaschinen. Für einen wirtschaftlichen Betrieb wird das Speisewasser durch Abdampf der Pleuellwellen auf 110 bis 115 °C in zwei Stufen mittels Pleuellwellenflächenvorwärmer vorgewärmt. Die zu diesem Zweck

erliche Anzahl von Hilfsmaschinen im Maschinenraum hat Dampftrieb; die übrigen werden elektrisch angetrieben.

Neben den Kondensatoren sind die Haupt-Kühlwasserpumpen, Abb. 44 und 45, Tafel 6, für je 5000 m³/h bei 4,5 m untergebracht. Die Verbundmaschine arbeitet mit 4 at Druck und leistet 170 PS bei 125 Uml./min. Ferner hat jeder Kondensator zwei Kondensatpumpen mit gemeinsamer Welle, von denen eine elektrisch, die andere Turbinenantrieb hat. Diese Pumpen drücken das Kühlwasser durch den Speisewasservorwärmer in die Kesselboilerleitung. Zur Erzeugung der Luftleere dienen je zwei Dampfstrahlpumpen mit Zwischenkühler.

Ein Frisch- und ein Abdampfverdampfer für je 70 t in der Stunde erzeugen Kesselspeisewasser aus dem mitgeführten Seewasser oder unmittelbar aus Seewasser. Außerdem ist eine Vakuumverdampfungsanlage mit einer Leistung von 30 t in 24 h vorhanden. Die Turbokreiselpumpen und die Speisepumpen sind so angeordnet, daß sich zwei vollständig getrennte Speiseanlagen ergeben. Zur Regulierung dienen selbsttätige Mumford-Speisewasserregler.

Auf Backbord befindet sich eine vollständige Kondensationsanlage von 160 m² Kühlfläche für den Betrieb. Die übrigen im Maschinenraum aufgestellten Pumpen für den Ballast- und Lenzbetrieb, die Öl- und Schmierölversorgung sind in Abb. 46 bis 49, übersichtlich dargestellt.

Heizölanlage. Im Doppelboden und in den Bunkern kann das Schiff 5700 t Heizöl mitnehmen. Heizöl-Betriebspumpen saugen das durch Heizölpumpen in den Bunkern vorgewärmte Öl an und geben es durch die Heizölvorwärmer nach den Kesseln. Ein Gasanzeiger mit Luftübertragung, Bauart Blohm & Voß, sind an sämtliche Heiz-, Treib- und Schmierölpumpen angeschlossen.

Elektrische Anlage. Im Hilfsmaschinenraum sind vier Diesel-Gleichstromdynamos für je 380 kW bei 1500 Uml./min und 230 V aufgestellt. Die Stromerzeuger mit einfachwirkenden kompressorlosen Viertaktmaschinen, Bauart Blohm & Voß-MAN, gekuppelt, die Kolbenkühlung arbeiten. Die vier Stromerzeuger, je ein Textblatt 22, arbeiten in Parallelschaltung. Der Einbau der Sicherheitsschaltung, Bauart Carl Meyer, bei Ausfall einer Maschine die Überlastung der übrigen verhindert, ist die Betriebssicherheit gewährleistet. Das für Kraft- und Heizstrom ist zweipolig verlegt. Das Lichtnetz wird aus vier Umformern mit 110 V gespeist. Auf dem E-Deck befindet sich die elektrische Anlage, die zwei Stromerzeuger für je 25 kW, von einem Ölmotor angetrieben, umfaßt. An die Schalttafel dieser Anlage sind die Notbeleuchtung, die F.-T.-Anlage, die Kreiselpompe, die elektrischen Signalleuchten, die Bootswinden und eine Lenzpumpen-angeschlossen, die im Regelbetrieb über eine Anlenkungsleitung an die Hauptschalttafel aus den Hauptmaschinenräumen gespeist werden.

Kühlanlage. Hinten im Hauptmaschinenraum sind zwei dreistufige CO₂-Kolbenkompressoren mit je 100 PS durch Elektromotoren und Räderübersetzung untergebracht. Hiervon leisten zwei je 120 000 kcal/h und ein



Abb. 41
Wasserrohrkessel

größerer 165 000 kcal/h. Außer den beiden Solepumpen und der Kühlwasserpumpe ist hier für jeden Kompressor ein Verdampfer und ein Kondensator angeordnet.

Verschiedenes. Das Schiff ist wegen des Umfanges der Maschinenanlage mit vielen Werkzeugmaschinen ausgestattet. Eine große und eine kleine Drehbank, eine Schnellhobelmaschine, eine Säulenbohrmaschine, eine Druckwasserpresse, ein Schleifstein, eine Anzahl Schraubstöcke und eine ortsbewegliche Handdruckpumpe sind in der Werkstatt untergebracht. Alle Maschinen werden elektrisch angetrieben. Diese Anlage soll die Maschinenleitung in die Lage versetzen, vorkommende Ausbesserungen nach Möglichkeit an Bord zu erledigen.

Im Hauptmaschinenraum sind oberhalb der Turbinen starke I-Träger mit Laufkatzen zum Abheben der Turbinendeckel und Herausheben der Laufräder angebracht. In ähnlicher Weise ist im Hilfsmaschinenraum über jeder Dieseldynamo ein I-Träger angebracht, um auch hier mit Hilfe einer Laufkatze das Herausheben eines Kolbens samt der Pleuelstange zu ermöglichen.

Zum Befördern der Maschinenteile von und nach dem Betriebsgang befindet sich im Maschinenschacht ein 1 t-Laufkran mit elektrischem Demag-Zug. Für die Weiterbeförderung nach dem freien Deck sind im Betriebsgang wiederum I-Träger mit Laufkatzen angeordnet.

[B 804]

Selbsttätiger Anruf für Funktelegraphie

Nach den neuen britischen Vorschriften über die Ausrüstung von Schiffen mit drahtloser Telegraphie sehen die Vorschriften selbsttätig wirkenden drahtlosen Notrufempfängern. Diese sprechen auf ein bestimmtes Notsignal an und schlagen eine Alarmglocke in Tätigkeit, durch die ein als Notrufempfänger ausgebildeter Schiffsoffizier zu der sonst unbesetzten drahtlosen Station gerufen wird. Marconi hat gemeinsam mit der britischen Admiralität das neue Gerät entwickelt, das allen Anforderungen an Zuverlässigkeit genügt. Das Anrufzeichen besteht aus einer Reihe von zwölf aufeinanderfolgenden Anrufen von je vier Sekunden Dauer mit Zwischenpausen von je einer Sekunde. Das Gerät soll nach dem dritten Anruf ansprechen. Wenn das in

Not befindliche Schiff durch das Anrufzeichen die Aufmerksamkeit der in der Nachbarschaft befindlichen Schiffe erreicht hat, wird die eigentliche Mitteilung gemacht. Die neuesten britischen Vorschriften sehen eine Verringerung der Bedienungsmannschaft für die Funktelegraphenstationen der größeren Schiffe vor, wenn ein selbsttätiger Notrufempfänger angebracht ist; bei mittleren Schiffen kann die ständige Besetzung der drahtlosen Station fortfallen. Kleineren Schiffen, die auch bis jetzt keine dauernde Besetzung der Station hatten, wird durch Anordnung von selbsttätigen Notrufempfängern ermöglicht, Notsignale aufzunehmen. Nach den Vorschriften müssen bestimmte Schiffsarten innerhalb eines Jahres mit der Einrichtung versehen werden; infolgedessen werden zur Zeit rund 200 britische Schiffe mit dem neuen Gerät ausgerüstet. [N 871]

C.

Bandwebstühle

Von Walter Krumme, Ronsdorf

Aus der Geschichte des Bandwebstuhles — Entstehung des Gewebes — Grundbindungen — Bandwebstühle mit Schaftmaschinen — Lade- und Schützen-Bandwebstühle hoher Leistung — Jacquardmaschine und Harnisch — Verdolmaschine — Antriebsarten der Bandwebstühle

Die Technik des Webens hat eine Jahrtausende dauernde Entwicklung durchgemacht. Das Vorkommen von Webrahmen, den Vorläufern der Webstühle, kann 2000 bis 3000 Jahre vor Beginn unserer Zeitrechnung nachgewiesen werden.

Webstühle zur gleichzeitigen Erzeugung mehrerer Bänder wurden zu Anfang des 17. Jahrhunderts erfunden. Erfinder und Ort der Erfindung sind noch nicht endgültig ermittelt. Allgemein wird angenommen, daß der Bandwebstuhl eine Danziger Erfindung sei. In einer 1636 in Italien herausgegebenen Schrift sagt Lancellotti: „Anton Moller aus Danzig habe erzählt, er habe ungefähr vor 50 Jahren in Danzig eine sehr künstliche Maschine gesehen, die auf einmal 4 bis 6 Gewebe verfertige. Weil aber der Rat besorgt habe, diese Erfindung möchte eine Menge Arbeiter zu Bettlern machen, so habe er solche unterdrückt und den Erfinder heimlich ersticken oder ersäufen lassen.“

Tatsache ist, daß die ersten Bandwebstühle sehr ungünstig beurteilt wurden. In den „Beiträgen zur Geschichte der Erfindungen“ von Beckmann, Bd. 1 (1786) heißt es: „Zu den Erfindungen, die mehr leisten als man wünscht, oder die zur Verfertigung so vieler Waren, als der jetzige Verbrauch verlangt, eine große Menge der bisherigen Arbeiter entbehrlich machen, also diese außer Verdienst setzen, und die eben deswegen, so witzig sie auch ausgedacht sein mögen, für schädlich gehalten und eine Zeitlang von der Obrigkeit unterdrückt sind, gehört die Bandmühle, Schnurmühle oder der Mühlenstuhl.“

Die Entstehung des Gewebes und seine Grundbindungen

Bei einem Bande unterscheidet man, wie bei jedem Gewebe, die parallel zur Kante verlaufenden Kettfäden von den diese rechtwinklig kreuzenden Schußfäden. Abb. 1. Die Kettfäden *a* werden durch die Augen *b* der Schäfte *c* und *d* geführt. Durch Aufwärtsbewegung des Schaftes *c* bilden die Kettfäden *a* ein offenes Fach; in das der Schußfaden *e* eingetragen wird. Dann schlägt die in Abb. 1 nicht dargestellte Lade den eingetragenen Schußfaden fest in das Fadenkreuz. Gleichzeitig wechseln die Schäfte *c* und *d* ihre Stellung. *c* gelangt in Tiefstellung und *d* in Hochstellung. Die bis dahin tief liegenden Kettfäden nehmen infolgedessen die Oberseite der Kette ein. Der Schußfaden kann wieder eingetragen werden.

Die verschiedenen Arten der Fadenverbindungen bedingen eine kleinere oder größere Zahl von Schäften. Da diese Zahl praktisch begrenzt ist, bedient man sich zur Herstellung verwickelter Bindungen des nachfolgend beschriebenen Harnisches.

Die Bindungen der Bänder können in drei Grundarten, auf die sich alle sonst vorkommenden Bindungen zurückführen lassen, eingeteilt werden. Man unterscheidet: Taffet, Abb. 2, Körper, Abb. 3, und Atlas, Abb. 4. Taffet ist die einfachste aller Fadenverkreuzungen. Jeder Faden über- und unterkreuzt fortschreitend je

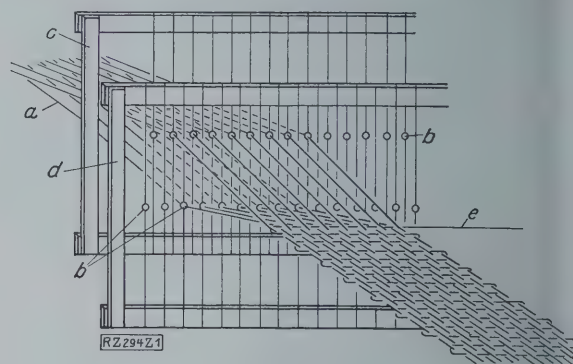


Abb. 1
Grundsätzliche Darstellung des Webens

a Kettfäden *b* Führungsäugen der Schäfte
c, d Schäfte *e* Schußfäden

einen der übrigen Fäden. Diese Bindung nennt man in der Wollweberei Tuchbindung und in der Baumwollweberei Kattun, in der Leinenweberei Leinwand, gleichwertig ist in der Flechterei die einflechtige Bindung und in der Spitzenklöppelindustrie der Leinenschlag.

Körperbindungen weisen schräge Streifen, die dadurch entstehen, daß die Bindungen jeder Fadenreihe um je einen Querschnitt verschoben werden. Körpergewebe, die auf jeder Warensseite ebensoviel Kett- als Schußfäden aufweisen, heißen gleichseitige Körperbindungen im Gegensatz zu dem einseitigen Körper, dessen Seiten verschieden aussehen. Ferner wird unterschieden zwischen Schußkörper und Kettkörper. Abb. 3 stellt Schußkörper dar. Jeder Kettfaden bindet in der Musterfolge des Schußfadens nur einmal hoch, sonst bleibt er in Tieflage.

Bei der Taffet- und Körperbindung treten die Kreuzungspunkte der Fäden scharf hervor. Dadurch erhält das Taffetgewebe sein schachbrettförmiges, das Körpergewebe sein schräggestreiftes Aussehen. Bei der Atlasbindung, Abb. 4, sind die Verkreuzungspunkte kaum sichtbar. Sie sind von einem Kreis flottierender Fäden geschlossen. Infolgedessen entsteht eine glatte, glänzende Oberfläche. Flottieren die Kettfäden, d. h. bilden sie die Oberfläche des Gewebes, so heißt die Bindung Kettatlas im Gegensatz zum Schußatlas, dessen Oberfläche von den Schußfäden gebildet wird.

Das gute Aussehen gewebter Bänder ist in hohem Maße abhängig von der sauberen Ausführung des Webens, der „Kante“. Neben den flachen Kanten kann vielfach auch eine „Hohlkante“, Abb. 5, benutzt werden. Warenenden bilden einen kleinen Schlauch.

Zur Musterung der Bänder werden in das Gewebe neben den Kett- und Schußfäden, die den Untergrund bilden, weitere Fäden eingebracht.

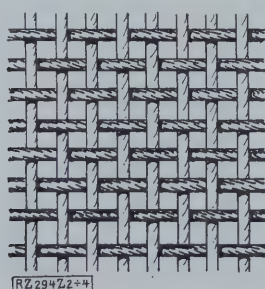


Abb. 2
Taffetbindung

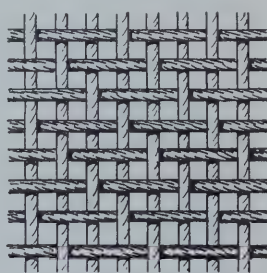


Abb. 3
Körperbindung

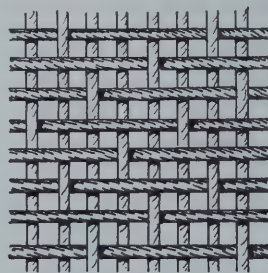


Abb. 4
Atlasbindung

Abb. 2 bis 4
Die drei Grundarten der Bindung der Bänder

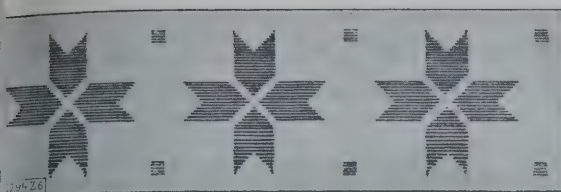


Abb. 6

Mit Hilfe einer Figurkette gemustertes Band

n, noch besondere Figurfäden, die Figurkette und die
rschüsse, eingeführt. Abb. 6 zeigt ein einfaches,
eine Figurkette gemustertes Band.

Bandwebstuhl mit Schaftmaschine

Abb. 7 und 8 zeigen einen Bandwebstuhl. Die Kett-
die je nach der Breite des herzustellenden Bandes
eine oder mehrere Kettseiben *a* gewickelt sind,
en gemeinsam mit den von den Scheiben *b* ablaufen-
Kantenfäden über den sogenannten Rollendeckel *c* ge-
dann unter den verstellbar angeordneten Eisen-
Glasstangen *d*, den „Ketruten“ hergeführt. Von
durchlaufen die Fäden die Schäfte *e* und die Lade *f*.
chen der Lade *f* und der Stange *g* bildet sich durch
ragen des Schußfadens das Band. Es wird von den
abgewalzen, den „Zugbäumen“ *h*, abgezogen und fällt
eder in einen vor den Abzugwalzen aufgestellten
n *i* oder wird auf Rollen gewickelt. Flaschenzug-
aufgehängte Gewichte *k* halten sowohl die Kett-
als auch die Kantenfäden in Spannung. Haben die
chte *k* die Höhe des Rollendeckels *c* erreicht, so
en sie durch Auslösen der Kett- und Kantenseiben
b nach unten bewegt werden. Selbsttätig arbeitende
svorrichtungen werden zumeist nur für Bänder mit
n Fäden benutzt. Bei Seidenbändern läßt man die
n mit der Hand ab.

ine Schaftmaschine *l*, deren Wirkungsweise der
rungsweise der nachfolgend besprochenen Jacquard-
ine¹⁾ entspricht, hebt und senkt die durch Schnüre *s*
er Schaftmaschine verbundenen Schäfte *e* der her-
elenden Bindung gemäß auf und ab. Häufig dienen
Exzenterscheiben zur Bewegung der Schäfte.
ie Lade *f* trägt die Schützen und dient zum An-
en des eingetragenen Schußfadens. Exzenter *m*,
n und Riemen *o* übertragen die Bewegung auf die

Z. Bd. 70 (1926) S. 901 u. Bd. 71 (1927) S. 324.

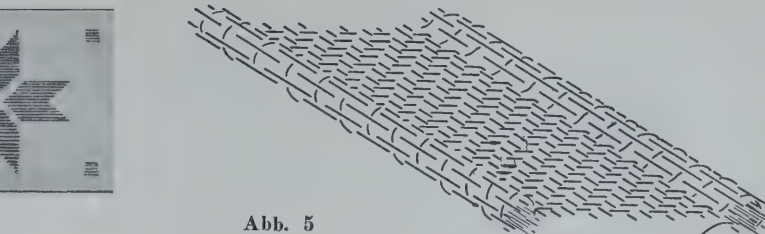
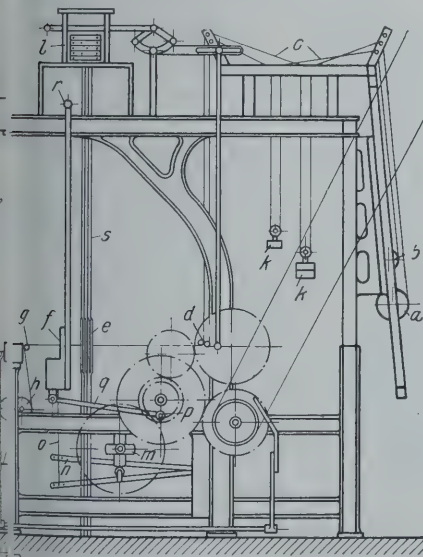


Abb. 5

Band mit Hohlkante

Schützen. Die Lade *f* erhält ihre schwingende Bewegung
von der Hauptwelle mittels der Kurbel *p* und der Pleuel-
stange *q*. Die Lagerung *r* der Lade *f* kann in der Höhen-
lage verstellt werden.

Nach der Form der Schützenführung werden die
Laden Bogenschläger, Abb. 9 und 10, und gerade Schläger,
Abb. 11, genannt. Ferner teilt man sie nach der Zahl der
zu einem Bande gehörenden Schußspulen in einspülige,
Abb. 9, und mehrspülige Schläger, Abb. 11, ein. Zum
Durchlaß der Kettfäden erhält der Schläger Aus-
sparungen *a*, Abb. 9 und 10, deren Zahl je nach der Breite
des herzustellenden Bandes und der Stuhllänge verschieden
ist. Normale Bogenschläger haben bis zu 66 Gänge,
Schläger zur Herstellung der Bänder in zwei Etagen bis
zu 96 Gänge und mehrspülige Schläger bis 40 Gänge.

Hinter der Aussparung *a*, Abb. 9 und 10, dem so-
genannten Sprung, ist das „Riet“, ein aus Stahlband her-
gestelltes feines Gitter, angebracht. Die Kettfäden
werden durch das Riet, dessen Teilung, der sogenannte
Stich, durch die Dichte des Bandes bestimmt wird, geführt.

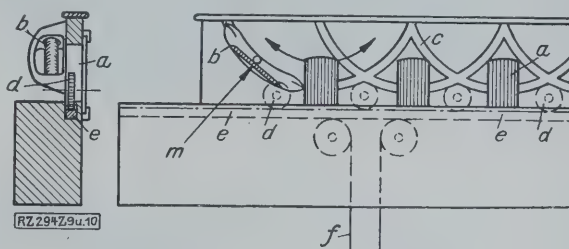


Abb. 9 und 10
Bogenschläger

a Sprung
b Schütze
c Führungsnut
d Antriebsbrüchchen
e Zahnstange
f Zugriemen

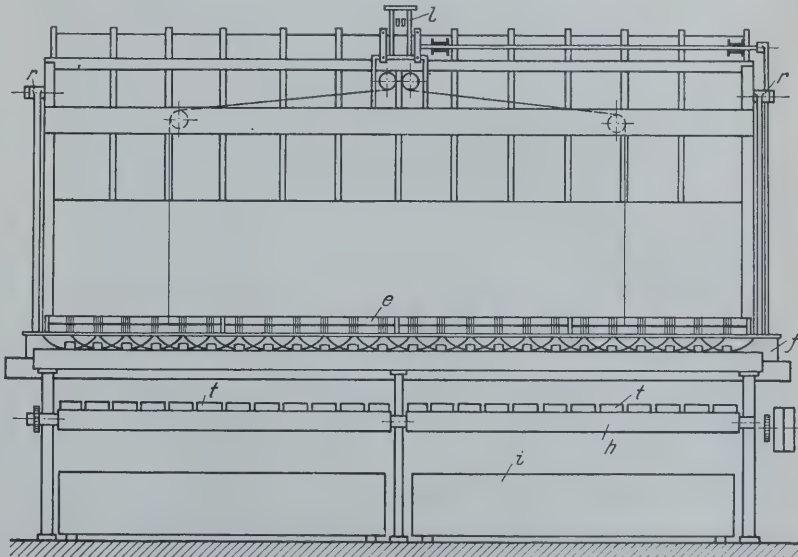


Abb. 7 und 8
Bandwebstuhl mit Schaftmaschine

<i>a</i> Kettseiben	<i>f</i> Lade	<i>i</i> Kasten zur Auf- nahme des fertigen Bandes	<i>m</i> Exzenter } zur Bewegung der Schützen	<i>r</i> Lager der Lade <i>f</i>
<i>b</i> Kantenseiben	<i>g</i> Umlenkstange	<i>k</i> Spanngewichte	<i>n</i> Hebel } zur Bewegung der Lade	<i>s</i> Schnüre zum Heben der Schäfte
<i>c</i> Rollendeckel	<i>h</i> Zugbäume	<i>l</i> Schaftmaschine	<i>o</i> Riemen	<i>t</i> Druckrollen
<i>d</i> Ketruten			<i>p</i> Kurbel	<i>u</i> Ausrückstange
<i>e</i> Schäfte			<i>q</i> Pleuelstange	

Der Schütze *b*, einzeln dargestellt in Abb. 12, gleitet durch die Nut *c*, Abb. 9 und 10. Bewegt wird er von kleinen Zahnrädern *d* aus Rohhaut, die ihrerseits von einer Zahnstange *e* angetrieben werden. Zwei Riemen *f* bewegen die Zahnstange *e* abwechselnd nach rechts und links.

Die Anordnung eines zweisepuligen Schlägers zeigt Abb. 11. Darin bedeuten: *a* Schützen, *b* Antriebsrädchen, *c* und *d* die beiden Zahnstangen und *e* und *f* die Zugriemen zur Bewegung der Zahnstangen.

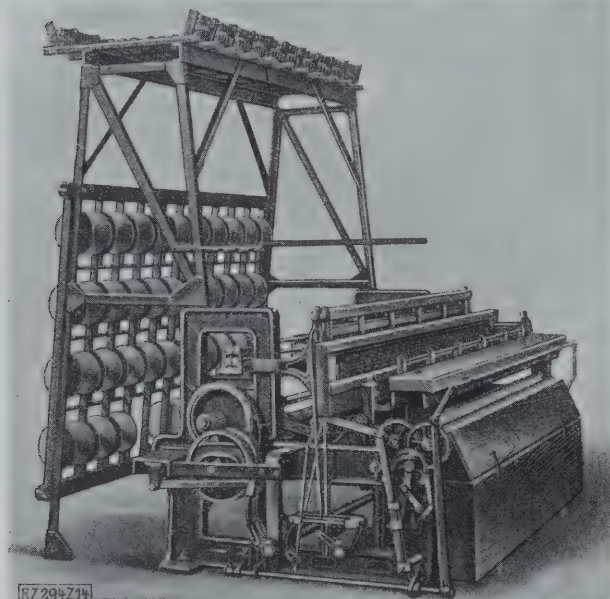


Abb. 14
Hochleistungs-Bandwebstuhl

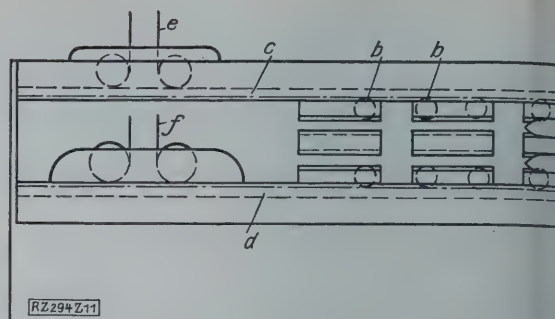


Abb. 11
Zweisepuliger Geradschläger
a Schützen *c, d* Zahnstangen
b Antriebsrädchen *e, f* Zugriemen

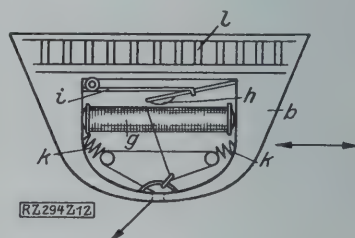


Abb. 12
Schütze (A)
in Richtung
Abb. 9

g Schlußspule
h Krücke
i Feder
k Würmchen
l Zahnsegment

Mehrspulige Schläger werden benutzt, wenn dem das Grundgewebe bildenden Schlußfaden noch schußfäden eingetragen werden sollen. Von den z. B. Banden gehörenden Schützen arbeitet stets nur einer. Durch Wirkung der Jacquardmaschine wird der spulige Schläger gehoben und gesenkt, so daß die arbeitenden Schützen in der Ebene des Bandes liegen. Die Jacquardmaschine veranlaßt auch das Stillsetzen nicht arbeitenden Schützen.

Die Schützen, Abb. 12, dienen zur Aufnahme der Schußspulen *g*. Als Bremsen dienen die „Krücke“ *h*, die durch Wirkung der Feder *i* gegen die Spule *g* gedrückt wird. Kleine Benfedern *k*, die „Würmchen“, halten die Schußfäden, dessen freie Länge beim Gang durch das Fach kleinen Schwankungen unterworfen ist, in gleichmäßiger Spannung. Die Rohhauträdchen *d*, Abb. 9 und 10, greifen die Zahnsegmente *l* ein. Die Schützen werden in den verschiedensten Formen und Ausführungen ausgeführt.

Als Antriebvorrichtung für den Abzug wird zumeist ein Getriebe mit Sperrrad und Sperrklinke. Durch Änderung des Hubes einstellbar kann die Abzugsgeschwindigkeit mit der Genauigkeit geregelt werden.

Entsteht eine Fehlstelle im Band, so kann es entgegen der Abzugrichtung zurückgeführt werden. Nach Anheben der Druckrollen, Abb. 8, läßt sich das Band beliebig verschieben.

Das Bild eines Bandwebstuhles mit Jacquardmaschine, ausgeführt von den Maschinenbauern Carl Lüdorf & Co. in Ronsdorf bei Groß Schöna (Böhmen), und Vercura, Abb. 13, zeigt Abb. 13.

In dem Bestreben, die Leistungsfähigkeit der Bandwebstühle zu erhöhen, haben die Bandwebstuhl-Fabriken Neukonstruktionen ausgebracht, die durch zweckmäßige Gestaltung der Einzelteile eine Erhöhung der Umlaufzahl zulassen. Jedoch ziehen die großen Massen einer Erhöhung der Drehmomente bei Bandwebstühlen enge Grenzen. Abb. 14 stellt einen Hochleistungs-Bandwebstuhl der Firma Friedrich Lüdorf & Co., G. m. b. H. in Barmen-Rittershausen, dar. Schützenbewegung und Fachbildung sind in diesem Stuhle häufig durch Kurvenscheiben verbunden.

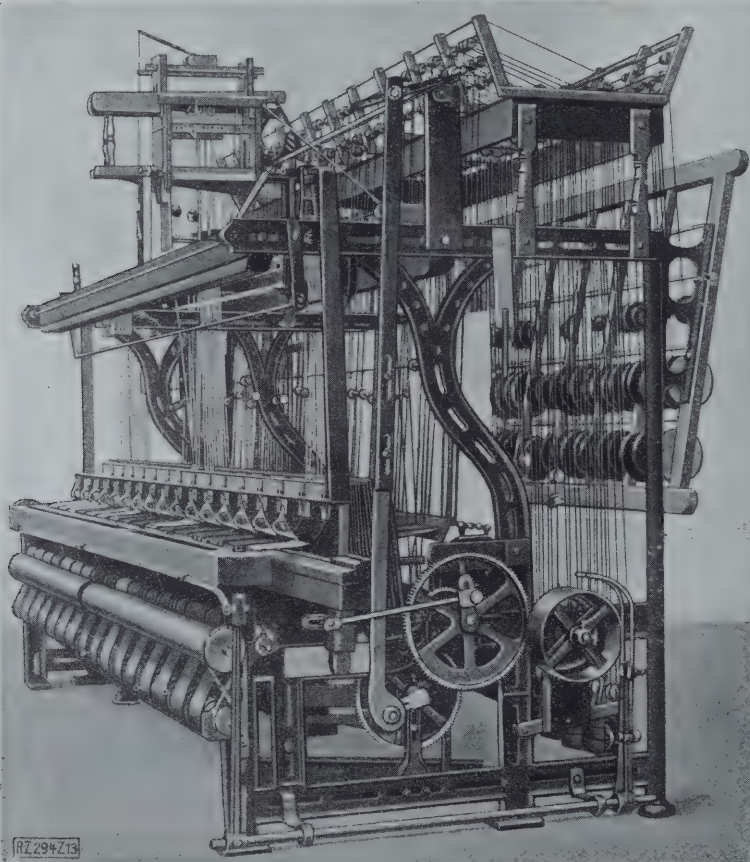
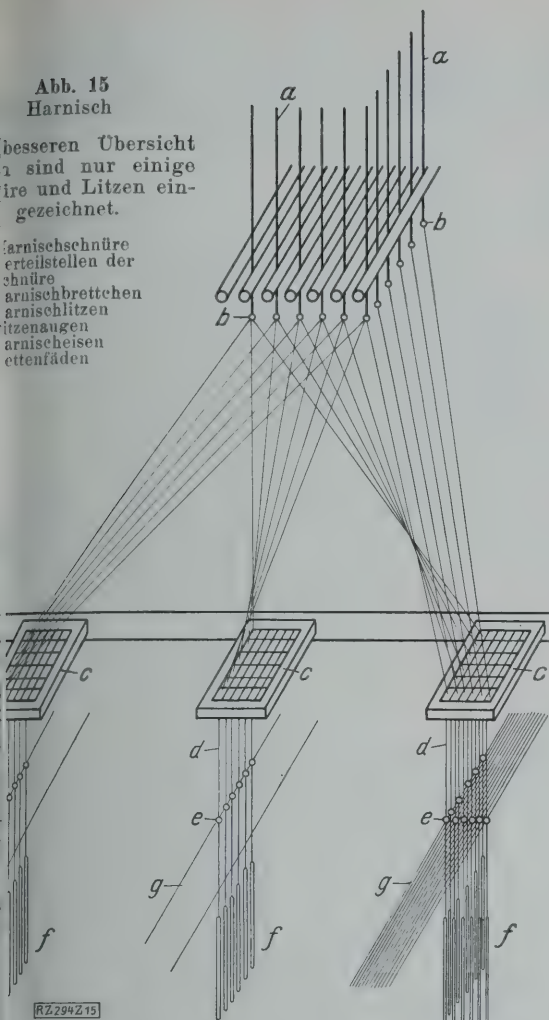


Abb. 13
Bandwebstuhl mit Schaffmaschine

Abb. 15
Harnisch

besseren Übersicht
sind nur einige
re und Litzen ein-
gezeichnet.

Harnischschnüre
erteilten der
schnüre
Harnischbretchen
Harnischschlitzen
Litzenaugen
Harnischeisen
Kettenträgen



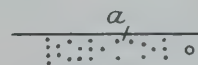
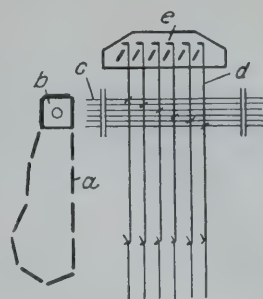
RZ.294Z.15

Harnisch — Jacquardmaschine — Verdolmaschine

Wie schon eingangs gesagt wurde, können die Schäfte
zur Steuerung der Kettfäden bei Bändern mit ver-
hältnismäßig kurzer Musterungsfolge benutzt werden. Bei
Bändern für umfangreich be-
nutzte Bänder verwendet
man Harnisch, Abb. 15.
In der Jacquardmaschine
sind Schnüre *a* sind
so oft geteilt, wie der
Webstuhl Gänge hat.
In jedem Gang sind diese
in den Harnisch-
schlitzen *c* gelagert. Jede
Kettkordel ist mit der
Schlitze *d* verbunden.
Sie trägt das Litzenauge *e*,
das die Aufnahme eines Kett-
fadens dient. Von der Jac-
quardmaschine kann jede
Kettkordel damit jeder Kett-
faden dem herzustellenden
Bande entsprechend, gehoben
oder gesenkt werden. Eisen-
schlitzen, die „Harnischeisen“
heißen, die Harnischschlitzen in
den Harnischen.
Nach Maßgabe des
Bandes gelochten Karten *a*
in der Jacquardmaschine, Abb. 16
sind, durch Schnüre
in ein endloses Band ver-
einigt über ein Prisma *b* ge-
führt. Das Prisma wird hin-
und herbewegt. Bei jedem

Abb. 16 und 17
Wirkungsweise der
Jacquardmaschine

- a* gelochte Karten (Jacquard-
karte)
- b* Kartenprisma
- c* Nadeln
- d* Platine
- e* Messer

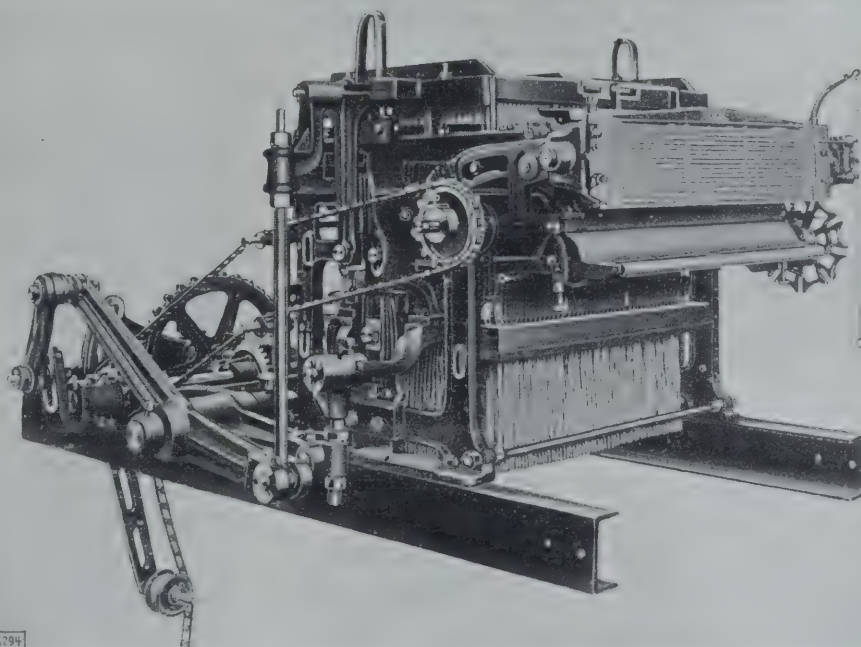


RZ.294Z.16u17

Rückgänge erfährt es eine Vierteldrehung und bewegt
dadurch das Kartenband um einen Kartenstreifen weiter.
Bei der Vorwärtsbewegung gelangt ein Kartenstreifen in
den Bereich der Platinnadeln *c*. Die Nadeln, die ein Loch
der Karte treffen, bleiben in Grundstellung. Alle anderen
werden zurückgedrängt. Mit jeder Nadel ist eine Pla-
tine *d* verbunden. Die zurückgedrückte Nadel zieht auch
die Platine zurück. Diese gelangt dadurch aus dem Be-
reich ununterbrochen auf- und abgewegter Messer *e*. Die
Messer erfassen alle andern Haken, heben sie hoch und
nehmen auch die am unteren Ende angebrachten Schnüre
mit. Der Antrieb der Jacquardmaschine entspricht grund-
sätzlich dem in Abb. 7 und 8 gezeichneten Antrieb der
Schaffmaschine.

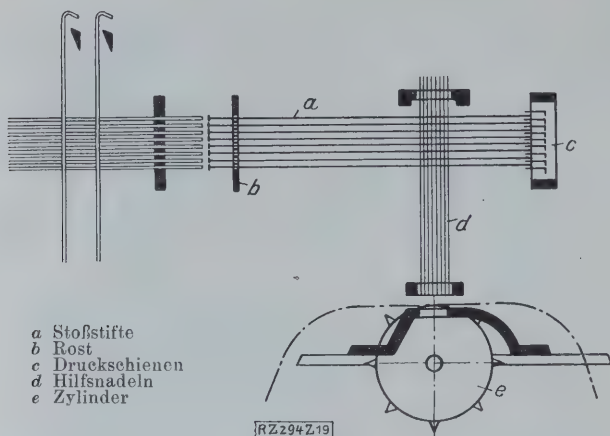
Sind zur Herstellung eines Musters viele Karten er-
forderlich, so nehmen die aus dicker Pappe hergestellten
Jacquardkarten einen verhältnismäßig großen Raum ein.
Diesen Übelstand sucht man mit der Verdolmaschine, in
der die Jacquardkarten durch ein endloses Papierband er-
setzt sind, zu beseitigen. Abb. 18 zeigt eine Verdol-
maschine der Maschinenfabrik Carl Zangs, A.-G., Krefeld.

Bei den Verdolmaschinen mit endloser Papierkarte
werden wagerecht liegende Stoßstifte *a*, Abb. 19, von
denen jeder durch das Auge einer senkrechten Hilfs-
nadel *d* geführt ist, durch eine Anzahl von Druckschie-
nen *c* taktmäßig gegen den Nadeleinsatz vorgedrückt. Die
Hilfsnadeln werden von der Karte beeinflusst und heben
einen Teil der Stoßstifte, so daß diese von den Druck-
schienen erfaßt und vorgeschoben werden. Die nicht ge-



RZ.294

Abb. 18. Verdolmaschine der Maschinenfabrik Carl Zangs, A.-G., Krefeld



a Stoßstifte
b Rost
c Druckschienen
d Hilfsnadeln
e Zylinder

Abb. 19

Wirkungsweise der Verdolmaschine

hohenen Stoßstifte bleiben in einer Stellung, in der die Druckschienen wirkungslos über sie hinweggehen. Die Stoßstifte sind durch einen Rost *b* hindurchgeführt. Unterhalb der Nadeln *d* befindet sich der Zylinder *e*, über den die Musterkarte fortbewegt wird. Bei jedem Arbeitsgang bewegt sich der Satz Druckschienen *c* nach rechts. Diejenigen Hilfsnadeln *d*, die nicht auf ein Loch der Karte treffen, halten dabei die ihnen zugeordneten Stoßstifte *a* derartig angehoben, daß sie von dem umgebogenen Rand der betreffenden Druckschiene *c* erfaßt und vorgedrückt werden, während der zu einer Hilfsnadel *d*, die durch ein Loch der Karte nach unten sinkt, gehörige Stoßstift in wagerechter Stellung auf der darunter befindlichen Druckschiene liegt und daher beim Vorrücken der darüber befindlichen Druckschiene nicht erfaßt und vorgeschoben wird.

Der Antrieb der Bandwebstühle

Bis in die letzten Jahrzehnte des verflossenen Jahrhunderts wurden die meisten Bandwebstühle, insbesondere in der Heimindustrie, mit der Hand bewegt. Dann bürgerte sich allgemein der Transmissionsantrieb ein. Mittels der vor dem Stuhl angebrachten Ausrückstange *u*, Abb. 7, kann der Weber von jeder Bedienungsstelle aus den Stuhl

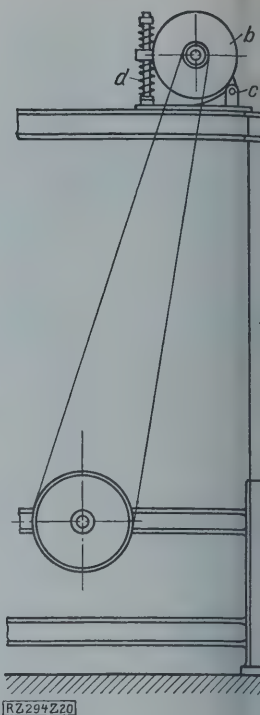


Abb. 20
Elektrischer Antrieb
eines Bandwebstuhls

a Seitenständer des Bandwebstuhls
b Elektromotor
c drehbares Lager des Motors
d Spannfeder

durch Verschieben des Riemens auf die Losscheiben setzen. Eine in der Zeichnung nicht dargestellte bewirkt den augenblicklichen Stillstand des Stuhl

Wegen der besseren Übersicht und auch aus wirtschaftlichen Gründen verwendet man jetzt häufig den elektrischen Antrieb in der Bandweberei. Motoren zum Antrieb von Bandwebstühlen müssen ein großes Anzugmoment haben. Ist es zu klein, so entstehen infolge zu leichtem Abgleitens der Lade fehlerhafte Stellen im Band. Abb. 20 zeigt den elektrischen Antrieb der Schorch-Werke, Rheine, auf dem Seitenständer *a* des Bandstuhles auf dem Motor *b* ist mit einer Riemenwippe ausgerüstet, die bei *c* drehbar befestigt. Infolge Wirkung der Spannfeder *d* bleibt der Antriebsriemen gleichmäßig gespannt.

Thermische Bewertung der Speisewasservorwärmung durch Anzapfdampf, insbesondere bei Hochdruckanlagen¹⁾

Bei Bestrebungen zum Steigern der Frischdampfdrücke in Dampfkraftanlagen hat man auf ein schon lange bekanntes Verfahren zur Verbesserung des Arbeitsprozesses zurückgegriffen. Man benutzt statt des sonst angestrebten Prozesses nach Clausius-Rankine den Regenerativprozeß²⁾, indem man einen Teil des Arbeitsdampfes der Turbine zum Erwärmen des Kondensates verwendet. Auf diese Weise verkleinert man die Wärmemenge, die im Kondensator der Maschine an das Kühlwasser abgegeben werden muß.

Es ist nicht gleichgültig, bei welchem Druck man den Dampf zum Vorwärmen des Kondensates der Turbine entnimmt, oder, anders ausgedrückt, auf welche Temperatur das Speisewasser durch den Anzapfdampf erwärmt wird. Die bei diesem Verfahren erreichte Endtemperatur des Speisewassers, die den besten thermischen Wirkungsgrad des Kreisprozesses ergibt, oder, was das gleiche ist, die Arbeitsfähigkeit des Anzapfdampfes in der Turbine am besten ausnutzt, ist die „günstigste Temperatur“ des Speisewassers.

Für eine gegebene Anlage gibt es nur eine bestimmte „günstigste Temperatur“; sie ist unabhängig von den Schwankungen des Druckes und der Temperatur des Frischdampfes sowie der Luftleere. Die Linie des thermischen

Wirkungsgrades verläuft in der Gegend des Höchstwertes sehr flach, um so flacher, je größer die Zahl der Anzapfstellen ist. Man braucht daher die „günstigste Temperatur“ nicht genau innezuhalten; es genügt, wenn man sich ihrer Nähe hält.

Die Endtemperatur in jedem Vorwärmer bestimmt sich bei *n* Anzapfstellen so, daß man den Bereich zwischen Sättigungstemperatur bei Frischdampfdruck und Sättigungstemperatur bei Kondensatordruck in *n* + 1 Teile teilt. Mit dem Frischdampfdruck nimmt die Wirkung des Wirkungsgrades zu; das Verfahren eignet sich daher besonders für hohe und höchste Drücke.

Das Gewicht der abgezapften Dampfmenge hängt von der mehrstufigen Vorwärmung nicht von der Zahl der Stufen, sondern nur von der geforderten Endtemperatur des Speisewassers ab. Als wirtschaftlichste Zahl der Stufen sind vorgeschlagen:

für Drücke bis	rd. 30 at	. . .1 Stufe
„ „ über 30 at bis	100 at	. . .2 Stufen
„ „ „	100 at	. . .3 Stufen

Die Vorwärmung durch Anzapfdampf hebt nicht nur den Wirkungsgrad der Wärmeumsetzung in der gesamten Anlage, sondern sie verbessert auch in vielen Fällen den Wirkungsgrad der ersten Stufen einer Dampfmaschine, weil das hier arbeitende Dampfgewicht größer wird. Dies ermöglicht das Verfahren, die Leistung von Dampfmaschinen zu steigern, da die Abdampfmenge kleiner wird. Gesichtspunkte können neben den rein thermischen auch die der Anzapfstufen beeinflussen.

¹⁾ Auszug aus der von der Technischen Hochschule Berlin genehmigten Dissertation von Dipl.-Ing. Erich Schlegel, Charlottenburg.
²⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1004.

Die amerikanischen Methoden zur Behandlung der Bandsägeblätter und ihre elastizitätstheoretische Begründung

Von Prof. Dr.-Ing., Dr. med. h. c. Gustav Schmaltz, Offenbach a. M.

Die Entwicklung der schweren Bandsägen in Amerika — Ihre Verwendung im Vergleich zum Sägegatter — Die Vorgänge beim Verlaufen und Abdrängen der Säge — Die praktischen Verfahren zur Vorbehandlung breiter Blätter — Theorie der Spannungszustände im gewöhnlichen und vorbehandelten Sägeblatt

Überblick über die Entwicklung der Bandsägen in den Vereinigten Staaten von Amerika

Die konstruktive Frühentwicklung der schweren Bandsägen (Blockbandsägen und Spaltbandsägen) hat sich im wesentlichen in den Vereinigten Staaten von Amerika abgespielt. Es mag daher gerechtfertigt erscheinen, auch bei einer vorwiegend theoretischen Behandlung dieser Maschinen von ihrer amerikanischen Entwicklung und den dortigen Erfahrungen auszugehen. Über den Verfall des Holzes wird heute in Amerika auf Bandsägen gesetzt. Vor etwa 50 Jahren dagegen waren Blockbandsägen nach nahezu unbekannt. Dann nahm John Prescott in Menominee, Michigan, den Bau von Blockbandsägen in kleinem Maßstab auf, und gleich darauf begannen die jetzt nicht mehr bestehenden Atlantic Works in Philadelphia den Bau der Spaltbandsägen. Dies fiel in die Zeit der beginnenden Holzzeit der Vereinigten Staaten, als der Sägemühlbesitzer anfangen mußte zu rechnen, und der Verlust auf den alten Kreissägen begann, einen großen Teil der Selbstkostenrechnung zu spielen. Gleichwohl hatte sich unter dem Einfluß des wachsenden Konkurrenzkampfes auch im Baugewerbe eine solche Steigerung der Anforderungen an die Reinheit und Güte der Sägeware herausgebildet und damit verbunden eine so scharfe Differenzierung der Güte und Preisgrade des Schnittgutes, daß der Sägewerkunternehmer nur dann wirtschaftlich bestehen konnte, wenn er aus den gegebenen Mitteln das Maximum an Qualitätsware herauszuholen vermochte. Dafür war die Bandsäge das gegebene Mittel. Im Gegensatz zum Sägegatter, das (wenigstens in der amerikanischen Bauart) in bezug auf Schnittverlust und relative Leistung im Vergleich mit der Bandsäge wohl nicht gestattet diese, den Stamm nach irgendeinem Winkel um seine Längsachse zu drehen. Dieses Verfahren ist es, welches die fehlerhaften Stellen des Holzes am Rand des Brettes zu bringen und damit die Qualitätsklasse der Schnittware wesentlich zu erhöhen. Dies ist natürlich nur bei nicht zu kleinem Stammdurchmesser zweckmäßig. Damit ist aber gerade bei den nordamerikanischen Hölzern die wirtschaftliche Überlegenheit der Bandsäge gegeben. In den Fällen, wo es sich um einen Stammdurchmesser handelt, oder wenn auf eine weitere Klassifizierung der Bretter kein Wert gelegt ist, naturgemäß das Gatter vorzuziehen, und in der Tat heute noch in einigen Gegenden der Vereinigten Staaten das Sägegatter allgemein verbreitet.

Die Gründe für die Einführung der Spaltbandsägen sind im wesentlichen wirtschaftliche Gründe maßgebend: Die Blockbandsäge braucht zu ihrer Bedienung mindestens drei Mann, nämlich den Säger, der die Bewegung des Blattes leitet und die Größe der Zustellung angibt, 1 bis 2 Mann auf dem Wagen, die das Holz festklemmen und 1 Mann und einen Mann hinter der Säge. Das heruntergefallene Schnittgut wird, soweit es aus Brettern besteht, auf einem Rollgange zu den Besäumkreissägen transportiert, während die herunterfallenden Schwarten eines von dem Manne hinter der Säge gesteuerten Vortriebes mit Vorschubknaggen der Schwartensäge abgefahren werden. Die Spaltbandsäge mit selbsttätigem Vorschub braucht statt jener fünf Mann nur 1 bis 2 Mann zur Bedienung. So kam es ganz von selbst im Laufe der Entwicklung, daß man der Blockbandsäge das Abfahren von Bohlen von zwei- bis dreifacher Normalstärke überließ, die man auf der Spaltbandsäge auftrennte. Dieses Verfahren vermindert die Selbstkosten sehr beträchtlich, und in einem Lande, wo die Arbeitslöhne eine so große Rolle spielen wie in den Vereinigten Staaten.

Die Schnittleistungen jener Sägen sind bedeutend. Eine normal ausgerüstete Sägemühle schneidet bis zu 40 000 bis 60 000 boardfeet, d. h. 95 bis 140 m³ im Tag. Die Vorschubgeschwindigkeit der Blockbandsägen, deren Wagen mittels Dampfkolbens bewegt wird, liegen zwischen 50 und 85 m/min bei einer Schnitthöhe bis zu 1 m, in einzelnen Fällen bis zu 1,50 m.

Drei Bedingungen sind für die konstruktive Entwicklung der Sägen und die Behandlung der Sägeblätter maßgebend gewesen:

1. Es muß verhindert werden, daß das Sägeblatt infolge der außerordentlich hohen Vorschubwiderstände von den Rollen heruntergedrängt wird. An eine Verwendung von Rückenführungen, wie das bei Tischlerbandsägen üblich ist, kann wegen der großen Kräfte überhaupt nicht gedacht werden.
2. Das Blatt muß am Verlaufen verhindert werden, d. h. daran, daß kleine Verschiedenheiten in den Widerständen, die es rechts und links von der Schnittrichtung findet, das Blatt seitlich abdrängen und verdrehen. Dies würde unmittelbar zu seiner Zerstörung führen.
3. Das Blatt muß trotz den durch die Erfüllung dieser Bedingungen gegebenen beträchtlichen Abmessungen so vorgerichtet werden, daß der Schnittverlust möglichst klein wird.

Diese Bedingungen werden im wesentlichen durch eine besondere Behandlung der Sägeblätter im Sägewerk selbst erfüllt, und zwar zeigt sich, daß dies in bezug auf die Bedingungen 1 und 2 durch die gleiche Behandlungsweise erreicht wird. Der Erfolg hängt in hohem Maße von der Geschicklichkeit des „Sägefeilers“ ab, d. h. des Mannes, dem die ständige Behandlung der Sägeblätter obliegt. Gewiß, auch die Maschine muß vorzüglich sein. Sie muß eine kräftige und empfindliche Blattspannung haben. Die Rollen müssen genau geschliffen und die Seitenführungen in gutem Zustand sein. Aber dies alles ist nur von geringer Bedeutung gegenüber der Behandlung der Blätter. Demgemäß sind auch in den Vereinigten Staaten die Sägefeiler sehr gesuchte, vorzüglich bezahlte Leute. Sie bilden eine eigene Zunft, und ihre Tätigkeit wird als hohe Kunst betrachtet, die sich oft vom Vater auf den Sohn forterbt. Die Sägefeiler verdienen bis zu 12 \$ täglich, eine Summe, die nicht zu hoch ist, wenn man bedenkt, daß die Leute in mittleren Werken zwei große Blockbandsägen, zwei Spaltbandsägen und eine ganze Schar Kreissägeblätter im Stand zu halten haben, wobei die großen Bandsägeblätter bei starkem Betrieb alle 2 bis 4 Stunden zu wechseln sind. Unrichtige Behandlung der Blätter führt neben hohen Schnittverlusten und krummer ungleich dicker Schnittware in kürzerer Zeit zu Sprüngen in den Blättern, wodurch sie, wenn es nicht rechtzeitig bemerkt und behandelt wird, völlig unbrauchbar werden.

In folgendem soll das Wesentliche der Behandlung der breiten Blätter dargestellt und durch elastizitätstheoretische Betrachtung begründet werden. Es bedarf dazu zunächst der Betrachtung des allgemeinen Verhaltens eines auf Rollen laufenden elastischen Bandes.

Die Verteilung der mittleren Spannungen in der Längsrichtung eines Bandsägeblattes

Die Verteilung der Spannungen über die Länge eines arbeitenden Bandsägeblattes unterscheidet sich in einem wesentlichen Punkte von den Verhältnissen in einem gewöhnlichen Treibriemen:

Die Belastung des Treibriemens mit seiner Nutzspannung erfolgt während des Umlaufs über die getriebene Scheibe, während sie bei dem Bandsägeblatt beim Durch-

gang durch das Werkstück, also zwischen den beiden Scheiben, erfolgt. Abb. 1 und 2 zeigen diese Verhältnisse für den Teibriemen und für das Sägeblatt in der für die Betrachtung der Spannungen in Treibriemen üblichen Darstellungsweise¹⁾.

Das Bandsägeblatt kommt mit der Spannung S_2 , die dem losen Trumm entspricht, bei A auf die getriebene Scheibe. Diese hat bekanntlich bei der Bandsäge nur die Funktion einer Umlenk- und Spannrolle. Der Spannungszuwachs $S_1' - S_2 = R$ auf dieser Scheibe entspricht ihrem Reibungswiderstand. Bei C tritt das Blatt in das Werkstück ein und erfährt einen Spannungszuwachs von S_1' auf S_1 , der dem Schnittwiderstand W_s entspricht. Über der treibenden Scheibe EF fällt die Spannung wiederum auf den Betrag S_2 . Die Spannungen eines Bandes auf einer umlaufenden Scheibe wachsen oder sinken nach der Beziehung

$$S = S_0 e^{\mu \alpha} \dots \dots \dots (1)$$

wobei S_0 die Anfangsspannung, μ der Reibungskoeffizient und α der umspannte Bogen ist. Die Kurven für diesen Spannungszuwachs oder -abfall sind in Abb. 1 und 2 eingetragen, wobei zwei verschiedene Arbeitswiderstände W_s und W_s' berücksichtigt worden sind. Ihre Schnittpunkte mit der Ausgangsspannung und der vorgeschriebenen Endspannung ergibt die Größe des Bogens, auf dem die Spannungsänderung vor sich geht. Der Spannungszuwachs im Werkstück dürfte im wesentlichen geradlinig erfolgen. Im übrigen ist das ganze Blatt noch mit einer gleichmäßigen Spannung S_f belastet, die von der Fliehkraft herrührt. Diese beträgt für 1 cm^2 Querschnitt (unabhängig von der Breite des Blattes)

$$k_f = v^2 \frac{\gamma}{g}$$

Dabei bedeutet v die Geschwindigkeit des Blattes und γ sein spezifisches Gewicht. Die Spannung k_f ersieht man für verschiedene Blattgeschwindigkeiten aus Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

v . . m/s	25	30	35	40	45	50	55	60
k_f kg/cm ²	50	72	98	126	162	200	243	288

Da bei allen Bandsägen eine der Rollen mittels einer nachgiebigen Spannvorrichtung das Blatt dauernd unter gleichmäßiger Spannung $S_1 + S_2$ hält, hat die Fliehkraft

¹⁾ Vergl. Kutzbach, „Hütte“ 25. Aufl. Bd. 2 S. 222.

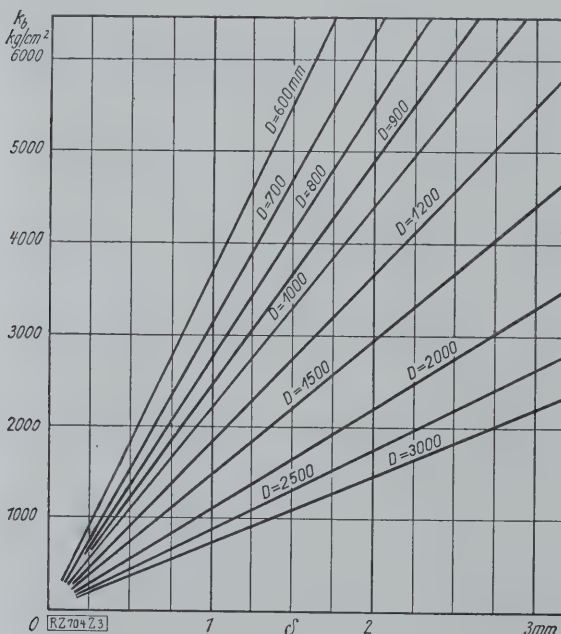


Abb. 3

Biegungsbeanspruchung von Bandsägeblättern, abhängig von der Banddicke δ und dem Rollendurchmesser D

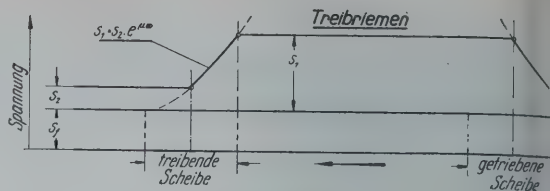


Abb. 1

Spannungsverlauf im Treibriemen

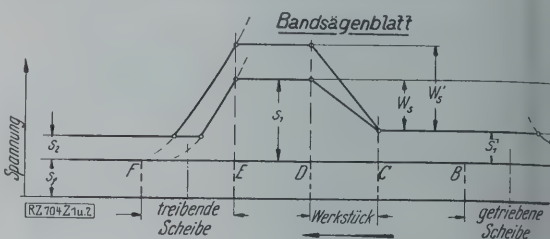


Abb. 2

Spannungsverlauf im Bandsägeblatt

S_1 Spannung im ziehenden Trumm S_2 Spannung im gezogenen Trumm
 S_f Fliehkraftspannung

$R = S_1' - S_2$ Reibwiderstand der getriebenen Scheibe $W =$ Schnittwiderstand W_s' Schnittwiderstand eines andern Werkstücks

keinen Einfluß auf den Achsdruck. Beim Lauf der Bandsäge erfährt das Blatt noch eine Biegungsbeanspruchung:

$$K_b = E \frac{\delta}{D}$$

worin E der Elastizitätsmodul, δ die Dicke des Blattes, D der Rollendurchmesser ist. Diese Spannungen sind in Abb. 3 aufgetragen. Man sieht, daß die Biegungsspannungen außerordentlich hoch sein können.

Es ergeben sich nun folgende Beziehungen zwischen den Kräften: Die Lagerdrücke in der Ruhe sind gleich der Belastung des Blattes durch die getriebene Rolle:

$$Q_t = Q_g = 2 S_v,$$

worin S_v die Ruhe- oder Vorspannung eines Trumms, Q_t die Belastung der treibenden und Q_g die der getriebenen Scheibe in der Ruhe ist. Während der Arbeit ändern sich diese Verhältnisse. Es muß

$$S_1 \leq e^{\mu \alpha} S_2$$

sein. $e^{\mu \alpha}$ werde gleich K gesetzt mit $\alpha = \pi$. Dann

$$S_1 \leq K S_2 = S_2 + R + W_s = S_2 + W$$

wo W der gesamte Widerstand, R der Reibungswiderstand am Umfang der getriebenen Scheibe und W_s der Schnittwiderstand ist. Daraus ergibt sich

$$S_2 \geq \frac{W}{K-1}$$

und

$$Q_g = 2 S_2 + R$$

Hieraus findet sich

$$Q_g = 2 S_v \geq \frac{2 W}{K-1} + R$$

Hierfür kann wegen der Kleinheit von R gesetzt werden

$$Q_g \geq \frac{2 W}{K-1}$$

Dies ist die Belastung, die die getriebene Scheibe mindestens haben muß, um das Blatt durchzuziehen. In der Praxis bleibt wegen der nachgiebigen Lagerung der Rollen die Belastung der treibenden Rolle während des Betriebes

$$Q_t' = S_1 + S_2 = S_2 + R + W_s + S_2 = 2 S_v + W_s$$

wird, oder auch

$$Q_t' = S_2 (K' + 1).$$

Hierin bedeutet K' den Wert von $e^{\mu \alpha'}$, der dem jeweiligen Winkel α' zur Kraftübertragung ausgenutzten Winkel α entspricht, wo

$$\alpha' \leq \pi$$

ist. Der Unterschied der Lagerdrücke während des Betriebes wird

$$Q_t' - Q_g = W_s$$

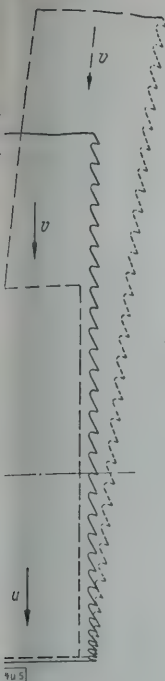


Abb. 4 und 5
 Abweichung der Richtung
 des auflaufenden Sägeblattes
 von der Richtung der
 Umfangsgeschwindigkeit der
 Rolle beim Biegen des Blattes
 über die hohe Kante
 v Geschwindigkeit des Sägeblattes
 u Umfangsgeschwindigkeit der Rolle
 alpha Winkel der Abweichung

der Schnittwiderstand, der vom Auflagetisch oder aufgenommen wird. Ändert sich der Schnittwiderstand W_s , so ändert sich nur der ausgenutzte Bogen α' und die Lastung Q_t' der treibenden Rolle. Der Faktor $\frac{2}{K-1}$

(4) wird mit $\frac{2\pi}{a} = 0,5$ und $\mu = 0,15$ gleich 3,3. Es ist also genügend, wenn die Rollenbelastung etwa das 3-fache des Widerstandes betrüge. Aus der Forderung, daß das Band unter dem Einfluß des Vorschubwiderstandes nicht von der Rolle laufen soll, ergeben sich, wenn Rückenführung zur Anwendung kommt, nicht unerheblich größere Belastungen. Dies wird später gezeigt werden. Es sei nunmehr erörtert, in welcher Weise es möglich ist, trotz den beträchtlichen Vorschubkräften bei schweren Bandsägen das Band auf der Rolle zu halten.

Die Vorgänge bei der Querverschiebung eines auflaufenden Bandes

Wenn ein elastisches Band mit einer gewissen Spannung über zwei Rollen liegt, die sich in Ruhe befinden, so wird es zwischen den Rollen angreifende Querkraft im allgemeinen das Band nicht verschieben. Die Querkraft wird durch die Längsspannungen hervorgerufen. Diese vergrößern die Reibkräfte am Rollenumfang, und das Band wird nicht als von den Rollen heruntergleiten. Auch wenn das Band über die Rollen läuft, ist es im allgemeinen möglich, es quer zur Laufrichtung zu verschieben, wenn ein Biegen über die hohe Kante oder ein Ausknicken der Normalebene des Bandes verhindert wird. Tritt eines von beiden ein, so ist auch eine Verschiebung der Scheibe die Folge. Dies beruht, wie leicht ersichtlich ist, auf einer Änderung des Anlaufwinkels, derart, daß die Richtung der Anlaufgeschwindigkeit v nicht mehr mit der Umfangsgeschwindigkeit u der Scheibe zusammenfällt. Die Anlaufgeschwindigkeit, mit der das Band von der Rolle heruntersinkt, ist $v \cdot \tan \alpha$, wo α der Winkel zwischen den beiden Richtungen ist, Abb. 4 und 5.

Man kann den Einfluß des veränderten Anlaufwinkels an Blockbandsägen, die sich im Betrieb befinden, manchen beobachten. Es kommt nämlich vor, daß die Sägeblätter durch ungleichmäßige Behandlung an den Kanten Ein- und Ausbiegungen zeigen. Dies bedingt eine Abweichung vom normalen Anlaufwinkel, sobald Stellen auf die Rolle kommen. Man kann beobachten, daß derartige Blätter beim Auflaufen der betreffenden Rollen auf der Scheibe hin- und herwandern.

Bei den großen Schnittgeschwindigkeiten der Blockbandsägen genügen schon ganz geringe Abweichungen der Laufrichtung von der normalen, um das Blatt in kurzer

Zeit von der Rolle herunterzutreiben. Es sei z. B. die Schnittgeschwindigkeit mit dem normalen Wert $v = 40$ bis 50 m/s angenommen. Die Auflaufrichtung des Blattes sei nur 1:1000 gegen die Umfangsgeschwindigkeit geneigt. Dann beginnt das Blatt mit einer Geschwindigkeit von etwa 3 m/min von der Rolle herunterzuwandern. Bei einer Rollenbreite von 30 cm einer schweren Blockbandsäge würde somit das Blatt in 6 s die Rolle verlassen haben. Es ist leicht einzusehen, daß bei den üblichen Querschnittsverhältnissen der Bandsägeblätter eine Veränderung der Auflaufrichtung durch Ausbiegen des Blattes über die hohe Kante nicht auftreten kann. Jedoch führt auch ein Ausknicken des Blattes unter dem Einfluß des Vorschubwiderstandes, d. h. ein Verdrehen der schneidenden Querschnitte aus der normalen Blattebene heraus zu einer Veränderung des Anlaufwinkels, Abb. 6 und 7. B ist das Sägeblatt vor, B' nach dem Ausknicken um die Größe h . Wie ersichtlich, wird der Tangens des Winkels α , um den das Blatt von der normalen Auflaufrichtung abweicht:

$$\tan \alpha = \frac{2h^2}{b \cdot l} \quad (6).$$

Bei einem Ausknicken des Blattes um $h = 0,3$ cm und einer Schnittgeschwindigkeit von $v = 50$ m/s würde das 30 cm breite Blatt in rd. 7 min von der Rolle herunterwandern. Wenn dies anscheinend auch nur eine sehr geringe Geschwindigkeit ist, so genügt sie doch, um einen Sägebetrieb dauernd unmöglich zu machen. Es genügen vielfach kleine Unsymmetrien in der Ausbildung der Zähne, um ein seitliches Ausweichen des Blattes einzuleiten. Dies kann beispielsweise durch ungleichmäßigen Schrank der Zähne, Abb. 8 und 9, oder bei gestauchten Zähnen durch eine nicht genau rechtwinklig zur Laufrichtung geschliffene Zahnbrust hervorgerufen werden, Abb. 10 und 11. Besonders ungünstig aber wirkt noch der Umstand, daß sobald erst einmal eine solche Unsymmetrie der Schnitt-

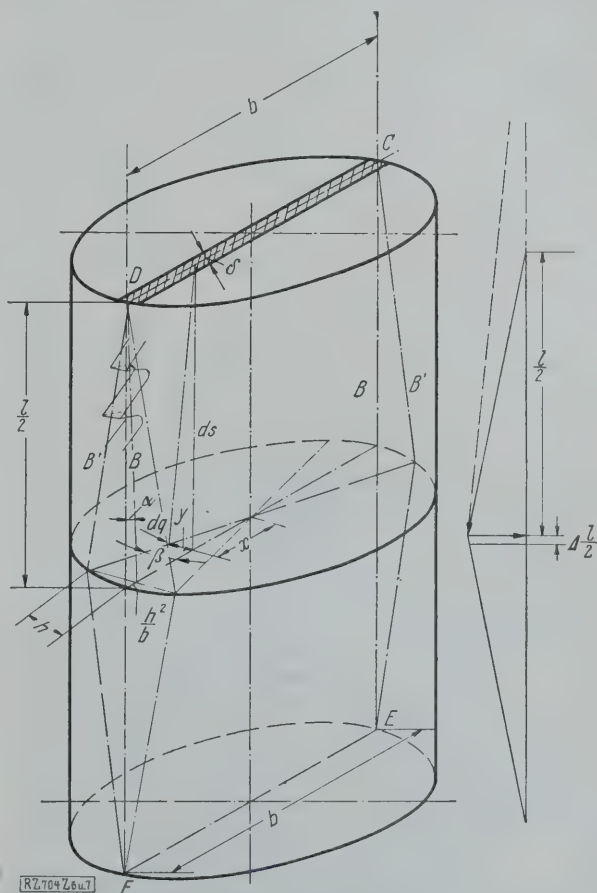


Abb. 6 und 7
 Einfluß des seitlichen Ausknickens des Sägeblattes
 b Breite des Sägeblattes
 delta Dicke
 h Größe der Ausbiegung
 s Abstand der Sägerollen
 alpha Winkel der Abweichung des Sägeblattes von der normalen Laufrichtung
 beta Winkel der Ausbiegung
 sigma Spannung des Sägeblattes

kräfte das Blatt auch nur um einen kleinen Betrag aus seiner Richtung abgedrängt hat, in der Schnittfuge Kräfte auftreten, die das Blatt noch weiter zu verdrehen streben. Darauf beruht das bekannte „Verlaufen“ des Sägeblattes, Abb. 12. Man übersieht schon anschauungsmäßig, daß es in bezug auf die Fähigkeit eines Sägeblattes, einer solchen Verdrehung aus seiner Mittellage zu widerstehen, wesentlich auf die Spannungen der Randfasern ankommt. Eine Rechnung wird darüber genaueren Aufschluß geben.

Das Blatt werde in der Mitte zwischen den Rollen derart verdreht, daß die Ausbiegung des Randes aus der Mittelebene die Größe h annehme und mit dieser den Winkel β bilde, Abb. 6 und 7. Die Anspannung einer Faser sei ds . Dann entsteht infolge der Ausbiegung der Faser um den Betrag y eine senkrecht zur Faser gerichtete Querkraft q . Es verhält sich

$$\frac{l}{2y} = \frac{ds}{d\frac{q}{2}}$$

wo l die freie Länge des Blattes von Rolle zu Rolle ist. Somit wird die Querkraft

$$dq = 4 ds \frac{y}{l} \dots \dots \dots (7).$$

Es ist aber

$$ds = \sigma \delta dx,$$

wo σ die auf die Querschnittseinheit bezogene Spannung und δ die Dicke des Blattes ist. Die Spannung σ setzt sich aus zwei Anteilen σ_1 und σ_2 zusammen,

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2;$$

darin ist σ_1 die ursprünglich in der Faser vorhandene Spannung und σ_2 die Spannung, die dadurch hinzukommt, daß die Faser bei der Ausbiegung gedehnt wird. Die Spannung σ_2 bestimmt sich zu

$$\sigma_2 = E \frac{\Delta l}{l},$$

wo Δl die Streckung der Faser.

Aus der Beziehung

$$\frac{\frac{1}{2} \frac{l}{2}}{y} = \frac{y}{l}$$

findet sich

$$\sigma_2 = E \frac{2y^2}{l^2} \dots \dots \dots (8).$$

Damit wird

$$ds = \left(\sigma_1 + E \frac{2y^2}{l^2} \right) \delta dx$$

und

$$dq = \left(4 \sigma_1 \frac{y}{l} + 8 E \frac{y^3}{l^3} \right) \delta dx.$$

Da β klein ist, kann man den Winkel statt des Tangens setzen, also $y = \beta x$; dann wird

$$dq = \sigma_1 \frac{4\beta\delta}{l} x dx + 8 E \frac{\beta^3\delta}{l^3} x^3 dx \dots \dots (8a).$$

Das rückdrehende Moment der Querkräfte ergibt sich durch Multiplikation der Querkräfte mit ihren Hebelarmen x zu

$$dM = dq x = \sigma_1 \frac{4\beta\delta}{l} x^2 dx + 8 E \frac{\beta^3\delta}{l^3} x^4 dx \dots \dots (9).$$

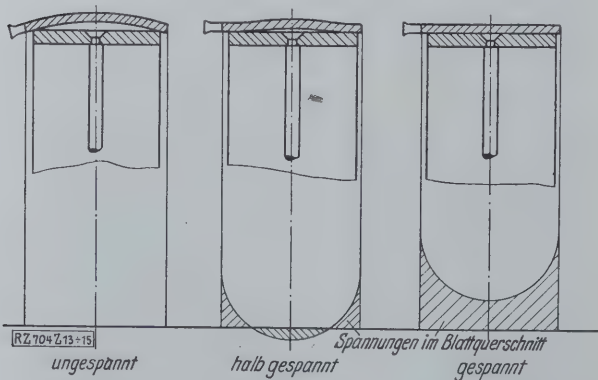
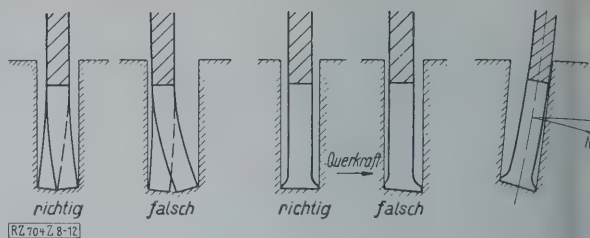


Abb. 13 bis 15

Krümmung eines Bandsägeblattes infolge Streckung der Mittelfasern bei der Vorbehandlung



Schränkung
der Zähne

Schliff der Zahn-
brust bei ge-
stauchten Zähnen

Querkraft in
Schnittfuge an-
drängen Bl

Abb. 8 bis 12

Einfluß der Zahnform auf ein seitliches Ausweichen
Blattes

Das gesamte rückdrehende Moment wird

$$M = \int dM = \sigma_1 \frac{4\beta\delta}{l} \int x^2 dx + 8 E \frac{\beta^3\delta}{l^3} \int x^4 dx + C$$

Die Konstante vor dem zweiten Gliede dieses drucks ist so klein, daß sein Einfluß auf M unterliegt. Man kann also setzen

$$M = \sigma \frac{4\beta\delta}{3l} x^3 \dots \dots \dots$$

wo σ die gleichmäßig über den Querschnitt verteilte Spannung ist. Die Lage der Drehachse für den Querschnitt, von der aus die x -Werte zu zählen sind, ergibt sich aus der Bedingung, daß die Summe der Querkräfte gleich null sein muß, wenn das Blatt im ganzen nicht seitlich gebogen werden soll. Bei vollkommen symmetrischer Verteilung liegt sie demgemäß in der Mitte des Blattes. Bei einem Blatt, das sich „verlaufen“ hat, ist diese Bedingung naturgemäß nicht mehr erfüllt, sondern die Summe der freien Querkräfte wird gleich dem einseitigen Anlagedruck der Säge in der Schnittfuge. Für praktische Zwecke genügt es, aus Gl. (9) zu sehen, daß der Moment im wesentlichen quadratisch mit dem Abstand von der Drehachse zunimmt. Das Moment selbst wächst demgemäß mit der dritten Potenz des Abstandes von der Drehachse, Gl. (11). Diese Beziehung, die offenbar von den Amerikanern intuitiv erkannt worden ist, beruht deren Verfahren zur Behandlung der breiten Sägeblätter; dies hat übrigens auch in Deutschland Eingang gefunden.

Das Verfahren zur Behandlung der breiten Sägeblätter

Die Behandlung der breiten Blätter besteht darin, daß das Blatt durch eine geschickte Vorbehandlung der Mittelfasern gestreckt wird. Infolge dieser bleibenden Streckung der inneren Fasern nimmt der Querschnitt des Blattes im ungespannten Zustand eine leicht gewölbte Form an, Abb. 13 bis 15. Nun wird das Blatt mit Hilfe einer Rolle mit geradem Profil gespannt, so werden zunächst die äußeren Fasern und erst, wenn die Deformation die Mitte erreicht hat, auch die Mittelfasern ebenfalls gespannt. Die ungleiche Ausbildung der Spannung über dem Blattquerschnitt ist in Abb. 14 und 15 dargestellt. Damit wird erreicht, daß die Randfasern die Spannung bekommen, die zur Erzeugung einer großen Steifigkeit des Blattes notwendig ist, ohne die Lagerbelastung so außerordentlich hoch genommen werden müßte, wie es bei einer gleichmäßiger Anspannung des Blattes nötig wäre. Das Zusammenwirken dieser Randspannungen mit den Spannungen, die von einer Neigung der Rolle herrühren, ferner mit den Temperaturspannungen usw. soll später im einzelnen dargelegt werden. Zunächst sei die praktische Behandlung des Blattes kurz geschildert.

Die Blätter werden zweckmäßig zwischen zwei Druckwalzen behandelt, Abb. 16. Die richtige Spannung des Blattes wird dadurch erreicht, daß zunächst die Mittelfaser unter sehr starker Walzenbelastung gestreckt wird und dann symmetrisch zu ihr nach außen mit abnehmender Walzenbelastung die Fasern gestreckt werden.

²⁾ Eine Annahme hierüber ist notwendig, wenn man das Integral (10) als bestimmtes auswerten will.

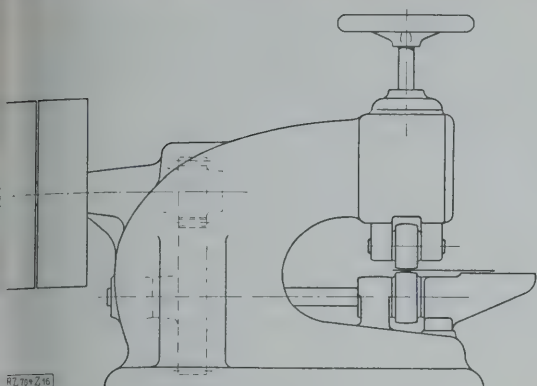


Abb. 16
Walzenpresse zur Streckung der Mittelfasern der
Sägeblätter

geht derart vor, daß man die verschiedenen Streifen
lattes mehrmals auswalzt und die Anzahl der Walz-
ge für jeden Streifen nach außen zu bis auf null
men läßt. Ein sehr geschickter Arbeiter kann eine
ge Spannung des Blattes auch mit Hilfe eines Ham-
vornehmen. Doch ist dies im allgemeinen wesentlich
geriger, und die Ergebnisse sind nicht so gleichmäßig.
Wie wird nun die Gleichmäßigkeit der Spannung und
richtige Höhe und Verteilung über den Querschnitt
? Es ist leicht einzusehen, daß, wenn die Mittel-
länger sind als die äußeren, das Blatt im unge-
ten Zustand eine tonnenförmige Gestalt annimmt. Ein
des Blattes bildet nach der bleibenden Deformation
den Walzvorgang im Zustand des Spannungsgleich-
ites eine zweifach gekrümmte Fläche, und zwar der-
aß die Krümmungen in der Längs- und Querrich-
tungen denselben Richtungssinn haben, Abb. 17 und 18. Es
ich leicht zeigen, daß die Krümmungsradien in einer
hen Beziehung zueinander stehen müssen. Es sei a
spezifische Streckung der Mittelfasern, so daß

$$\frac{L_1 - L_2}{L_2} = a,$$

die Länge der Mittelfaser und L_2 die der Rand-
ist.

ann wird nach Abb. 18 (da h gegen $2r$ vernachlässig-
werden kann)

$$h = \frac{b^2}{8r} \quad (12).$$

seits müssen, wenn die Längen der Fasern Gl. (12)
echen sollen, sich auch die Krümmungsradien ent-
end verhalten. Es muß also sein

$$h = R_1 - R_2 = a R_2,$$

es findet sich

$$r = \frac{b^2}{8aR_2} \quad (13).$$

größe

$$\frac{1}{R_2 r} = \frac{8a}{b^2} = c$$

„Gaußsche Krümmungsmaß“, welches nach dem be-
en Satz von Gauß bei einer beliebigen Verbiegung
fläche ungeändert bleiben muß, in Übereinstimmung
unserer obigen Betrachtung. Die zahlenmäßige Be-
gung gilt in unserem Falle naturgemäß nur unter Ver-
lässigung der Biegungsspannungen des Blattes. In
at wird die Querkrümmung kleiner ausfallen. Es gibt
u jeder Krümmung R , in die man das Blatt in seiner
richtung bringt, einen bestimmten Krümmungs-
: r in der Querrichtung, bei dem das vorbehandelte
spannungsfrei wäre, wenn die Biegungsteifigkeit des
s in der Querrichtung die vollkommene Ausbildung
s Gleichgewichtsfläche gestatten würde. Immerhin sieht
was auch die Anschauung schon lehrt, daß mit zuneh-
r Krümmung in der Längsrichtung die Querkrümmung
abnimmt und umgekehrt. Wenn man nun das Blatt
Längsrichtung zwangweise gerade rekt, wird die
nicht mehr eindeutig, indem ersichtlich die Quer-
krümmung, sowohl nach der einen, wie der anderen Seite

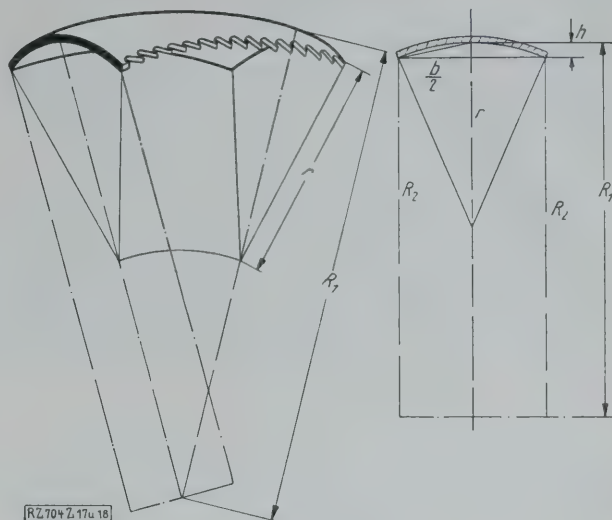


Abb. 17 und 18
Krümmung des vorbehandelten Sägeblattes

des Blattes liegen könnte. Dazwischen liegt ein labiler
Zustand, in welchem die Randfasern unter ihrer maximalen
Spannung stehen und das Blatt eben ist. Dieser letzte Zu-
stand wird zum Prüfen der Gleichmäßigkeit der Vorbe-
handlung des Blattes benutzt.

Zunächst wird während und nach dem Walzprozeß
das Blatt im gekrümmten Zustand geprüft, und zwar ent-
weder mit einer geraden Lehre, Abb. 19, wobei mit Hilfe
des Lichtspaltes die Krümmung abgeschätzt wird, oder
mit einer nach dem erfahrungsmäßig zweckmäßigen
Radius r gekrümmten Lehre. Dieser beträgt für Sägen
zum Schneiden von mittelstarken Hölzern etwa $r = 10$ m,
für harte Hölzer weniger, für weiche mehr. Für die
außerordentlich wichtige Prüfung der Gleichmäßigkeit der
Spannung, die allein einen ordentlichen Lauf des Blattes
verbürgt, wird dieses auf einer ebenen Richtplatte platt
gedrückt und mit einem geraden Lineal geprüft. Kleine
Ungleichmäßigkeiten in der Spannung machen sich hier
bemerkbar, indem einige Teile des Blattes eine leichte posi-
tive oder negative Krümmung haben, Buckel auftreten usw.
Diese Stellen müssen dann durch vorsichtiges Hämmern
ausgeglichen werden. Es ist wichtig, bei dieser Prüfung
das Prüflineal nicht nur quer zum Blatt, sondern auch dia-
gonal anzulegen. Es kann nämlich vorkommen, daß die
Blätter zwar quer zur Längsfaser gleichmäßig vorbehandelt
sind, aber noch einen sogenannten „twist“ haben, d. h. daß
noch eine Drillung im Blatt ist, derart, daß im Ruhezustand



Abb. 19. Prüfung des Sägeblattes im gekrümmten
Zustand mit einer geraden Lehre

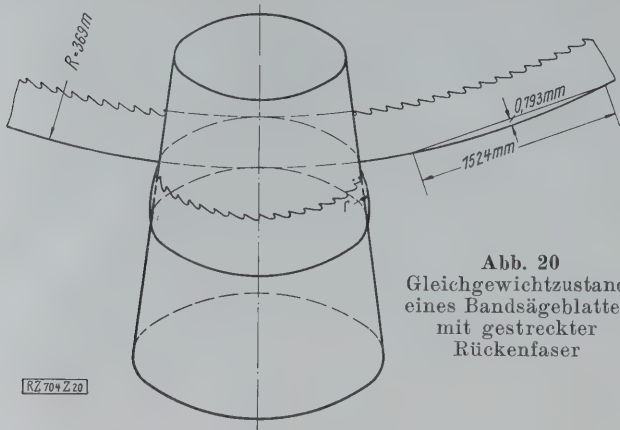


Abb. 20
Gleichgewichtszustand
eines Bandsägeblattes
mit gestreckter
Rückenfaser

die Querschnitte nicht parallel liegen. Dies zeigt sich erst bei der diagonalen Anwendung des Lineals und kann dann im wesentlichen durch Behandlung der Randfasern ausgeglichen werden. Im übrigen pflegen die breiten Blätter aus Gründen, die bei der zahlenmäßigen Erörterung der Spannungsverteilung zu Tage treten, so behandelt zu werden, daß die Randfaser am Rücken etwas länger ist als die Faser an der Schneide. Das Ergebnis dieser Behandlung läßt sich ebenfalls mit einer Lehre prüfen. Im Gleichgewichtszustand nimmt dann das Blatt eine solche Gestalt an, daß es mit seinen beiden Randfasern einem Kegelstumpf anliegt, Abb. 20. Wenn man das Blatt gerade reckt, nimmt es die Form eines Ringausschnittes an. Die Krümmung der Rückenfasern in diesem Zustand wird mit einer Lehre, Abb. 21, gemessen oder geprüft.

Man sieht aus dieser Beschreibung, die keineswegs auf die feinen handwerksmäßigen Kniffe und Erfahrungen eingehen konnte, wie außerordentlich schwierig die wirklich gute Behandlung eines breiten Bandsägeblattes ist. Die tiefe Bedeutung dieser handwerksmäßigen Verfahren tritt erst bei einer zahlenmäßigen Untersuchung der Spannungsverhältnisse zu Tage, die nun an einem Beispiel durchgeführt werden soll.

Zahlenmäßige Untersuchung der Spannungen in einem vorbehandelten Bandsägeblatt

Ich lege folgende Zahlenwerte zu Grunde, die einem praktischen Fall entsprechen:

- Blockbandsäge für Stämme bis 1,65 m Dmr. (65"),
- Durchmesser der Sägerollen 2620 mm,
- Abstand der Achsen 3800 mm,
- Blatt: Dicke (amerikan. Sägelehre 14) 2,08 mm,
- Breite bis Zahngrund 300 mm,
- Wölbungshöhe des vorbehandelten Blattes $h = 1,15$ mm,
- entsprechend einem Krümmungsradius $R = 9750$ mm (32'),
- Schnittgeschwindigkeit 50 m/s,
- Vorschubgeschwindigkeit $v = 1,25$ m/s,
- Schnittleistung $N = \text{rd. } 50$ PS beim Schneiden amerikanischer Weichhölzer.

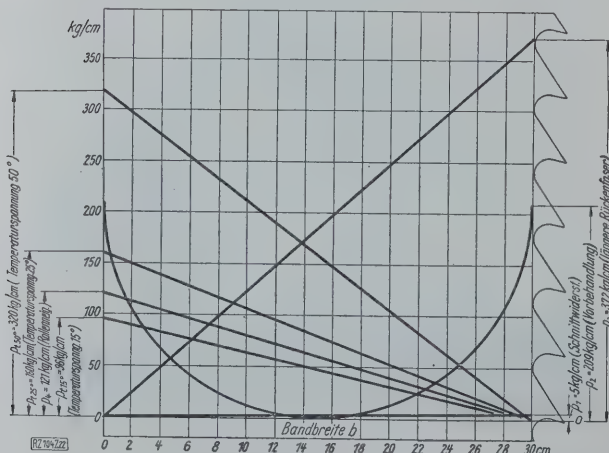


Abb. 22. Verlauf der Einzelspannungen im Sägeblatt

Im folgenden werden die im Sägeblatt auftretenden Spannungen ihrem Höchstwert nach ausgerechnet. Die Verteilung über die Breite des Blattes und ihre Spannung geschieht dann graphisch, Abb. 22 bis 25.

1) Die vom Schnittwiderstand herrührende Spannung p_1

Wenn man von den Spannungen im Zahn sieht, so haben die vom Schnittwiderstand herrührenden Spannungen im Zahngrund ihren Höchstwert und nähern sich, in roher Annäherung, geradlinig der ganzen Breite des Blattes. Da das Integral aller Spannungen p_1 gleich dem Schnittwiderstand W' ergibt sich die maximale Spannung für 1 cm Breite des Blattes:

$$p_{1\max} = \frac{2 W'}{b}$$

Der Schnittwiderstand unter den oben angegebenen Verhältnissen beträgt schätzungsweise $W' = 75$ kg. Die

$$p_{1\max} = 5 \text{ kg/cm}$$

oder

$$\sigma_{1\max} = \frac{5}{\delta} = 24 \text{ kg/cm}^2.$$

2. Die vom Geradestrecken des vorgekrümmten Sägeblattes herrührende Spannung p_2

Wenn h die Wölbungshöhe des Querschnittes (0,115 mm) ist, Abb. 18, dann ist die mittlere Faser um $2h\pi$ und die äußeren Fasern werden um denselben Betrag



Abb. 21
Lehre zum Messen der Krümmung der Rückenfasern
eines gerade gereckten Sägeblattes

gestreckt, wenn das Blatt auf eine Sägerolle mit einem Kranz aufgelegt und angepreßt wird. Es sei L die Gesamtlänge des Blattes, dann ergibt sich die Spannung an der Rande zu

$$p_{2\max} = E \frac{2 h \pi}{L} \text{ kg/cm}^2$$

oder

$$p_{2\max} = E \frac{2 h \pi}{2} \delta.$$

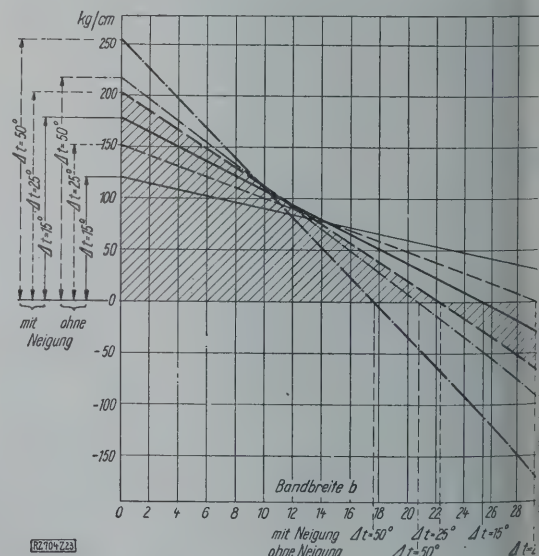


Abb. 23

Verlauf der Spannungen in einem nicht vorbehandelten Sägeblatt bei verschiedenen Temperaturunterschieden zwischen Vorder- und Hinterkante mit und ohne Neigung der oberen Sägerolle

rgibt mit $E = 2\,200\,000\text{ kg/cm}^2$

$$\sigma_{2\max} = 1004\text{ kg/cm}^2$$

$$p_{2\max} = 209\text{ kg/cm.}$$

Blatt derartig vorbehandelt wird, daß es sich einer
 rmig gekrümmten Lehre anschmiegt, so werden sich
 Spannungen p_2 ebenfalls nach einer kreisförmigen
 über die Blattbreite verteilen müssen. Die Span-
 p_2 sind demgemäß in Abb. 22 eingezeichnet.

Spannungsunterschiede, hervorgerufen
 ch größere Länge der Rückenfaser
 über diesem kreisförmigen Wölben des Blattquer-
 es wird das Blatt aber auch, wie oben geschildert,
 rekt, daß die Rückenfasern etwas länger werden als
 deren Fasern des Blattes. Im übrigen wird durch
 Behandlung die kreisförmige Wölbung des Blattes
 gestört. Die Pfeilhöhe der im spannungslosen Zu-
 der Blattebene gekrümmten Rückenfaser (s. o.) be-
 auf 1524 mm (5') Länge 0,793 mm (1/32"), Abb. 20.
 entspricht einem Krümmungsradius der Rückenfaser
 belasteten Zustand von rd. 369 m. Die spezifische
 ng beim Geradestrecken des Blattes wird

$$a = \frac{R - (R + b)}{R} = \frac{b}{R}$$

gehörige Spannung wird

$$\sigma_3 = E a = 1789\text{ kg/cm}^2$$

uf die Einheit der Breite bezogen,

$$p_3 = \sigma_3 \delta = 372\text{ kg/cm.}$$

Spannungen verteilen sich geradlinig über die Breite
 des Blattes so, daß sie am vorderen Rande des Blattes den
 benen Höchstwert annehmen, Abb. 22.

ie von der Neigung der Sägerollen
 herrührende Spannung

mit das Blatt von vornherein das Bestreben hat,
 nach vorn in den Schnitt hineinzulaufen, wird viel-
 obere Sägerolle in der bekannten Weise etwas
 vorn geneigt. Die Wirkung beruht auf der Verände-
 des Auflaufwinkels. Die Neigung der Rolle beträgt
 $\alpha = \frac{1}{300}$. Dies entspricht in unserem Fall einer
 ng der Rückenfaser von 1,0 mm. Bei einem Achs-
 von 3800 mm der Rollen wird die daraus entstehende
 ng rd.

$$\sigma_{4\max} = 580\text{ kg/cm}^2$$

$$p_{4\max} = 121\text{ kg/cm.}$$

Spannungen verteilen sich wiederum annähernd
 ig über die Breite des Blattes und haben in der
 faser ihren Höchstwert. Die Schaubilder, Abb. 23

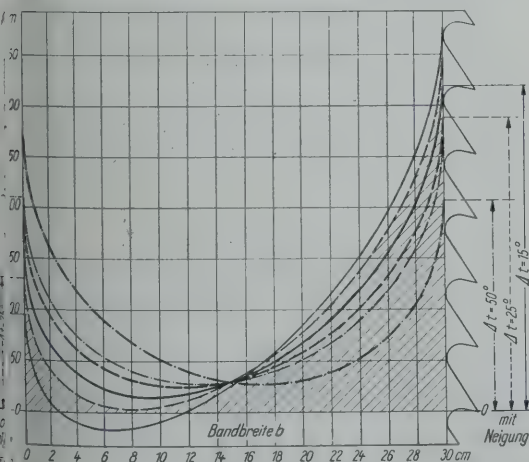


Abb. 24

uf der Spannungen in einem vorbehandelten Säge-
 bei verschiedenen Temperaturunterschieden mit
 und ohne Neigung der oberen Sägerolle

bis 25, bringen die auftretenden Gesamtspannungen sowohl
 für den Fall der nach vorn geneigten oberen Rolle, wie
 genau paralleler Rollen zur Darstellung.

5. Längsspannungen durch Verdrehen eines Querschnittes aus der Blattebene heraus

Wie vorher schon auseinandergesetzt und wie aus
 Abb. 6 und 7 zu ersehen ist, ruft jede Verdrehung eines
 Blattquerschnittes aus der Ebene des gespannten Blattes
 heraus Längsspannungen in dem Blatt hervor. Diese Ver-
 drehungen können im praktischen Betriebe bei richtig be-
 handelten Blättern nur ganz geringe Beträge annehmen, da
 sonst die Säge nicht sauber schneidet. Die durch sie ent-
 stehenden Spannungen werden entsprechend Gl. (8)

$$\sigma_2 = E \frac{2 y^2}{l^2}$$

und sind praktisch zu vernachlässigen.

6. Querkkräfte (Schubspannungen) durch Verdrehen eines Querschnittes aus der Blattebene heraus

Jede Verdrehung eines Querschnittes aus der Ebene
 des gespannten Blattes ruft auch noch Schubspannungen in
 diesem Querschnitt hervor. Das aus diesen sich ergebende,
 der Drehung widerstehende Moment und die Spannungen
 sind sehr klein. Sie können vernachlässigt werden.

7. Die Entspannung des Blattes durch Erwärmung

Die Erwärmung des Blattes unter dem Einfluß der
 Schnitarbeit hat teilweise eine Entspannung zur Folge.
 Soweit diese sich gleichmäßig über das ganze Blatt er-
 streckt, kommt sie für uns nicht in Betracht. Die obere
 Rolle ist beweglich angeordnet und belastet, und somit kann
 eine Wärmedehnung des ganzen Blattes keine Änderung
 der Spannungen herbeiführen. Das Blatt erwärmt sich
 jedoch keineswegs gleichmäßig. Es ist nämlich vorn
 an den Zähnen wesentlich wärmer als an den Rückenfasern,
 obschon es in der Praxis meistens durch einen ständigen
 Wasserstrom gekühlt wird. Diesen Temperaturunterschied
 zwischen der vordersten und der hintersten Faser des Blattes
 im Beharrungszustand abzuschätzen, ist natürlich schwer.

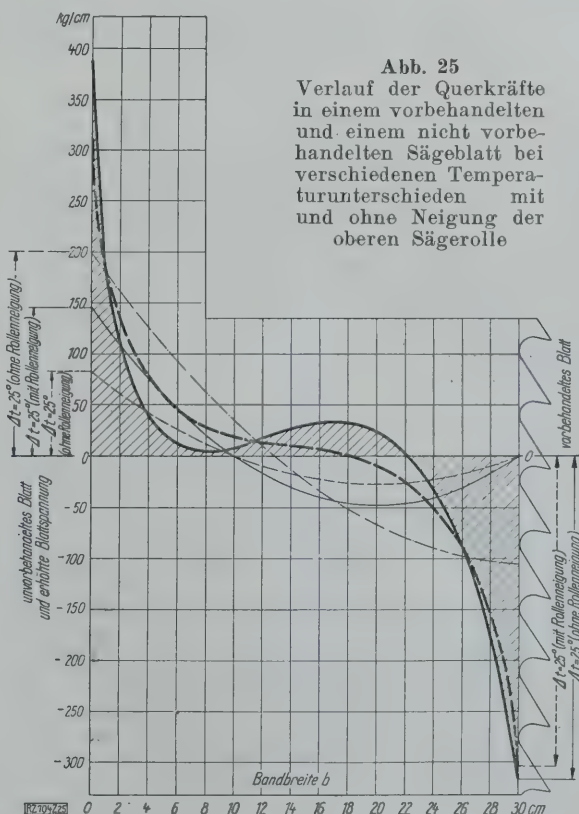


Abb. 25

Verlauf der Querkkräfte
 in einem vorbehandelten
 und einem nicht vorbe-
 handelten Sägeblatt bei
 verschiedenen Tempera-
 turunterschieden mit
 und ohne Neigung der
 oberen Sägerolle

Noch schwerer ist der Verlauf der Temperatur über die Breite des Blattes zu schätzen. Wenn der Ausdehnungskoeffizient des Stahles $1,4 \cdot 10^{-5}$ ist, dann wird

$$\sigma_t = \beta E = 2\,200\,000 \cdot 1,4 \cdot 10^{-5} = 30,8 \text{ kg/cm}^2 \quad . \quad (18).$$

σ_t ist der Spannungsunterschied für 1° Temperaturveränderung. Ich nehme für diese Untersuchung drei Temperaturunterschiede zwischen Vorder- und Hinterkante des Blattes an:

$$\Delta t = 15^\circ, 25^\circ, 50^\circ.$$

Die Spannungen in der Rückenfaser werden somit um

$$\sigma_{\Delta t 15^\circ} = 460 \text{ kg/cm}^2 \text{ oder } p_{\Delta t 15^\circ} = 96 \text{ kg/cm}$$

$$\sigma_{\Delta t 25^\circ} = 770 \quad " \quad " \quad p_{\Delta t 25^\circ} = 160 \quad "$$

$$\sigma_{\Delta t 50^\circ} = 1540 \quad " \quad " \quad p_{\Delta t 50^\circ} = 320 \quad "$$

höher als in den Fasern am Zahngrunde. Mangels einer besser begründeten Annahme nehmen wir ebenfalls einen linearen Abfall der Spannungen über die Breite des Blattes hin an, Abb. 22.

Die Ausdehnungskoeffizienten hängen bekanntlich nicht unerheblich von der Art und Zusammensetzung des Werkstoffes ab. Der Wert von $1,4 \cdot 10^{-5}$ ist verhältnismäßig hoch und dadurch ebenso die in die Untersuchung eingeführten negativen Spannungswerte. Setzt man einen der niedrigsten beobachteten Werte von etwa $1,12 \cdot 10^{-5}$ in die Rechnung ein, so werden die zugehörigen Spannungen und entsprechend die Randspannungen des Blattes um 20 vH kleiner. Oder auch bei anderer Betrachtungsweise: die Temperaturen am Rande des Blattes können um 20 vH höher sein, damit dieselben Randspannungen, wie sie in Abb. 22 bis 25 zu Grunde gelegt sind, erhalten bleiben. Alle die oben einzeln berechneten und graphisch verteilten Spannungen überlagern sich nun in dem arbeitenden Blatte, d. h. sie sind algebraisch von Faser zu Faser zu addieren. Abb. 22 zeigt die einzelnen oben behandelten Spannungsanteile und ihre Verteilung über die Breite des Blattes. Diese sind nun in entsprechender Weise graphisch addiert worden, Abb. 23 und 24. Hierbei ist die Höhenlage zur Nulllinie jeweils derart bestimmt worden, daß die von der Spannungskurve bis zur Nulllinie eingeschlossene Fläche der jeweiligen Gesamtbelastung des Blattes entspricht.

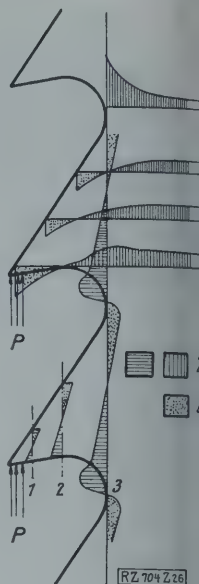
Für die vorliegende Untersuchung habe ich als Belastung des Blattes dessen Vorspannung, also

$$\frac{Qg}{2} = S_v = 2450 \text{ kg}$$

eingesetzt. Eigentlich ist, wie die Ableitungen in Gl. (3) bis (5) zeigen, je nach der Stelle, an welcher der Querschnitt in der Längsrichtung des Blattes liegt, die Belastung verschieden. Es ist bemerkenswert, daß das Kraftfeld des Blattes, also die Verteilung der Spannungen der einzelnen Fasern über den Querschnitt ihre Lage im Raum beibehält, wenn das Blatt über die Rollen läuft. Das Kraftfeld ist also unabhängig von der Bewegung des Blattes. Im übrigen sind die Verschiedenheiten des Kraftfeldes äußerst gering, da W_s und R klein sind gegenüber S_v .

Abb. 23 zeigt das Ergebnis der graphischen Addition für das nicht vorbehandelte Blatt mit und ohne Neigung der Sägerolle. Der Normalfall $\Delta t = 25^\circ$ (oder $\Delta t = 30^\circ$ bei $\beta = 1,12 \cdot 10^{-5}$) mit Neigung der oberen Rolle ist schraffiert eingetragen. Dies bedeutet, daß z. B. für diesen Fall die Spannungen vom Zahngrunde an bis 8 cm nach hinten theoretisch negativ werden, d. h. daß das Blatt bis zu dieser Grenze völlig schlaff bleibt, da es keine Druckspannungen übertragen kann. Erst wenn auf eine Neigung der Rolle ganz verzichtet wird und der Temperaturunterschied nur 15° beträgt, werden die Randspannungen vorn mit einem geringen Betrag positiv. Naturgemäß können die negativen vorderen Randspannungen durch größere Gesamtbelastung des Blattes ausgeglichen werden. Für den vorerwähnten Normalfall wäre dazu eine Zusatzbelastung von 70 kg/cm oder insgesamt 2100 kg notwendig. Das sind rd. 85 vH der Normalbelastung für das

Abb. 26
Verteilung der Normalspannungen in den Zähnen längs und quer zur Blattrichtung



vorbehandelte Blatt. Wollte man aber durch Erhöhung der Gesamtbelastung die vordere Randspannung für die auf die des behandelten Blattes bringen, d. s. 29 vH, Abb. 23, dann wäre eine weitere Zusatzlast von 870 kg notwendig. In diesem Falle müßte also die Gesamtbelastung anstatt mit 4900 kg mit $4900 + 2(2100) = 26\,500 \text{ kg}$, also auf 5,4fache belastet werden. Es bedarf keiner Erörterung, wie sehr die Konstruktion der Maschine beeinflusst würde, wenn man derartige Kräfte zu Grunde legen müßte. Man sieht daher an diesem Beispiel die sehr große Überlegenheit des vorbehandelten Blattes. In Abb. 25 sind die Spannungen bei vorbehandelter Blatt aufgetragen. In Abb. 25 sind nunmehr die Spannungen aufgetragen, welche durch seitliches Ausweichen der vorderen Kante der Blätter und Verdrehung des Blattes entstehen. Die Drehachse ist, wie schon erwähnt, so gewählt worden, daß jeweils die der positiven und negativen Querkraft null wird. Man sieht, daß das Blatt im ganzen keine seitliche Ausbiegung erfährt. Man sieht hier noch deutlicher den Einfluss der drehung widerstrebenden Querkraft wachsenden Rändern zu sehr erheblichen Beträgen an.

Damit ist der innere Sinn der von den Amerikanern empirisch entwickelten Behandlungsmethode auf den Grund zu kommen. Ohne diese wäre das Schneiden mit breiten Bandsägeblättern völlig unmöglich. Die zuletzt angestellte Untersuchung, insbesondere Abb. 23 und 24, hat Aufschluß gegeben über die Verteilung der Längsspannungen vom Zahngrunde zur Rückenfaser, deren Integral über diese Strecke der Vorspannung des Blattes S_v ist. Im vorbehandelten Blatt, Abb. 24, ist deren Wert am Rande etwa 60 vH der Vorspannung. Hierzu kommen noch die früher schon erwähnten, die die Biegung über die Rolle und von der Fliehkraft her entstehen. Es ergeben sich also im vorliegenden Falle etwa 100 vH der Vorspannungswerte:

Biegungsspannungen, Abb. 3	1750
Fliehkraftspannungen, Zahlentafel 1	200
Spannung auf Grund der Vorbehandlung und Vorspannung, Abb. 24, am Rande etwa	600

2010

Es bleibt noch die Frage zu untersuchen, wie das örtliche Kraftfeld im Zahn selbst und in der Nähe des Zahngrundes verteilt. Naturgemäß bringt der Widerstand wie auch der Einfluß der Ausrundung des Zahngrundes örtliche Störungen des Kraftfeldes mit sich, die in der vorausgegangenen Untersuchung noch nicht berücksichtigt sind. Diese örtlichen Spannungen aber theoretisch nicht ohne Interesse. Es ist sehr schwierig, die Gestaltung des örtlichen Kraftfeldes zu untersuchen.

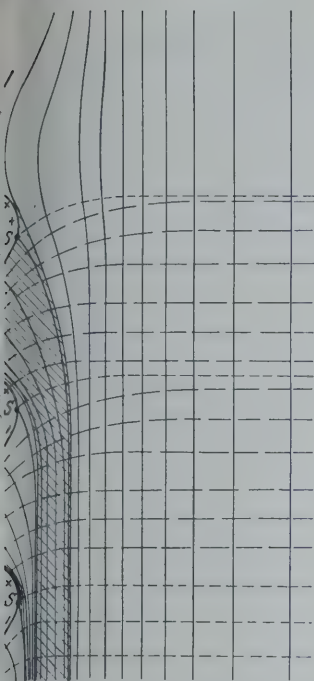


Abb. 27
Verlauf des Kraftfeldes in den Zähnen und den benachbarten Teilen des Blattes

Kraftlinienfeld von einem Zahn herrührend
S-singulärer Punkt

in und am Zahngrund rechnerisch zu ermitteln.ungsweise kann dies nach dem halb zeichnerischen rechnerischen Verfahren von Wyss³⁾ geschehen. isere Zwecke genügt es, eine Darstellung des ört-Kraftfeldes auf Grund der Anschauung und Erfah-rit ähnlichen Fällen zu geben, Abb. 26 und 27. Die kräfte rufen in der Nähe der Zahnspitze örtliche pnungen hervor, die nach dem Rücken zu durch Zugspannungen übergehen. Diese Spannungen en Gleichgewichtsbedingungen sowohl für die ie für die Momente entsprechen, die sich aus dem enwirken der Zahndrucke und der Vorspannung ites ergeben. Abb. 26 zeigt auf den Linien I, II, III, Verteilung der Normalspannungen quer zur Längs-g des Blattes, in den Schnitten 1, 2, 3 die Normal-n in der Längsrichtung des Blattes im Zahn. Nähe des Zahngrundes entsteht unabhängig von äften, die vom Schnittdruck herrühren, wegen der digung eine Erhöhung der Zugspannungen, die in IV näherungsweise dargestellt ist. Nach Ver-¹⁾ kann die Erhöhung der Zugspannungen in der des Zahngrundes etwa das zweifache derjenigen ngen betragen, die ohne die Wirkung der Aus-g vorhanden wären und wie sie in Abb. 26 darge-sind. Man kommt dann mit rd. 4000 kg/cm² auf ngen, welche die Streckgrenze guten Federstahles erreichen. In der Tat pflegen derartige Blätter, ie überlastet werden, die ersten kleinen Einrisse äßig am Zahngrunde zu erfahren. Abb. 27 zeigt erlauf des Kraftfeldes in den Zähnen und deren erschaft auf Grund der oben angestellten Dar-en. Die eingetragenen Linien entsprechen den ngs-Trajektorien der Druck- und Zugkräfte.

Wyss: Die Kraftfelder in festen elastischen Körpern, Berlin 26 sei nachdrücklich auf dieses für die Behandlung derartiger e außerordentlich wertvolle Buch hingewiesen. Die Näherungs-n finden sich dargestellt insbesondere S. 285 u. 286, vergl. auch b. 312 Tafel 25 u. Abb. 168 Tafel 13. Ein ganz ähnliches Problem e Untersuchung der Spannungsverhältnisse in den Zähnen von ern, vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 641. Das dort verwendete Unter-verfahren mit polarisiertem Licht käme auch für unser vor-s Problem in Betracht.

1) vergl. Preuß, Forschungsarb. d. V. d. I. Heft 126.
Wieghardt, Forschungsarb. d. V. d. I. Heft 49,
Birnbäum, Zeitschr. f. techn. Phys. Bd. 5 (1924) S. 143.
Wyss, a. a. O. S. 308 u. Tafel 27 bis 31.

Zwischen diesen liegen die Grenzkraftlinien, welche die Blattkante in singulären Punkten schneiden. Einem jeden Zahn entspricht ein bestimmtes Liniensystem, von dem das eine in Abb. 26 schraffiert eingezeichnet ist.

Es sei mir gestattet, am Schlusse dieser Untersuchung über den inneren Sinn der Behandlungsmethode der breiten Bandsägeblätter eine Anekdote zu erzählen, die charakteristisch ist für das Selbstgefühl des Praktikers, der den wirtschaftlichen Wert seines Verfahrens kennt, ohne ihn im Zusammenhang zu begreifen: Ein amerikanischer Sägefeiler suchte eine Stelle und forderte den enormen Stundenlohn von 1,2 \$. Nach der Berechtigung seiner Forderung gefragt, machte er folgende Rechnung auf: „Stundenlohn 40 cts., verstehen wie es gemacht wird, 80 cts. — zusammen 1,2 \$.“

Zusammenfassung

Bei Block- und Spaltbandsägen können große Schnittleistungen nur dann erzielt werden, wenn es gelingt, die quer zur Laufrichtung des Blattes auftretenden Vorschubkräfte zu beherrschen. Von der Lösung dieses Problems hängt die Konstruktion schwerer Bandsägen in erster Linie ab. Zur Aufnahme größerer Vorschubkräfte sind die bei kleineren Bandsägen üblichen Rückenführungen ungeeignet. Die Untersuchung der Spannungs- und Bewegungsverhältnisse eines über zwei Rollen laufenden elastischen Bandes zeigt, daß es nur dann von den Rollen heruntergedrängt werden kann, wenn es über die hohe Kante gebogen oder um eine seiner Längsfasern verdreht wird, so daß Geschwindigkeitskomponenten senkrecht zur Laufrichtung entstehen. Macht man das Blatt so steif, daß es einer Verdrehung genügend Widerstand leistet, so kann man es auf den Rollen halten, ohne die Vorschubkräfte unmittelbar aufzunehmen. Die Rechnung zeigt, daß das der Verdrehung widerstehende Moment mit der Zugspannung der einzelnen Fasern und mit dem Quadrate des Abstandes der Fasern von der Drehachse wächst. Von der Zugspannung des Blattes hängt wiederum die Lagerbelastung der Rollen ab. Daher muß man, wenn eine unzulässige Steigerung der Lagerdrücke vermieden und trotzdem der Widerstand des Blattes gegen Verdrehung und Abdrängen von den Rollen möglichst groß gemacht werden soll, durch entsprechende Vorkehrungen die Fasern am Rande des Blattes möglichst stark anspannen.

Die Amerikaner haben hierfür ein rein empirisches Verfahren entwickelt, das große Vorschubwiderstände und entsprechende Schnittleistungen ermöglicht hat. Dieses besteht darin, daß die Mittelfasern ausgewalzt und bleibend gedehnt werden, so daß das Blatt im Ruhezustand einen leicht gewölbten Querschnitt bekommt. Der richtige Zustand des Blattes wird mit entsprechenden Lehren nachgeprüft. Durch diese Vorbehandlung des Blattes werden beim Auflegen auf gerade Scheiben die Spannungen am Rande entsprechend höher als die in der Mitte des Blattes. Eine eingehende Rechnung und graphische Untersuchung zeigen den Spannungsverlauf in einem so behandelten Sägeblatt sowohl in der Längsrichtung wie in der Querrichtung. Hierbei erweisen sich neben den Spannungen, die von der Reckung der Mittelfasern herrühren, die Spannungsveränderungen durch die Erwärmung bei der Arbeit von erheblichem Einfluß. Außerdem wird das Kraftfeld im Blatte dadurch beeinflusst, daß gewöhnlich die getriebene Rolle in der Schnittrichtung etwas geneigt wird und daß bei dem Walzprozeß die Rückenfaser etwas mehr gereckt wird als die Vorderfaser.

Mit dem geschilderten Behandlungsverfahren der Blätter ist es möglich, hohe Steifigkeit gegen Verdrehung zu erzielen und bei verhältnismäßig niedrigen Lagerbelastungen die Blätter ohne Rückenführung auf den Rollen zu halten.

In den Zähnen selbst und im Zahngrunde treten örtliche Störungen des Kraftfeldes auf, welche untersucht werden. Sie haben aber gegenüber den hohen Spannungswerten im eigentlichen Blatte keine entscheidende Bedeutung.

[B 704]

Über die Entkieselung von kieselensäurehaltigen Wässern¹⁾

Von E. Berl und H. Staudinger, Darmstadt

Mitteilung aus dem chemisch-technischen und elektrochemischen Institut der Technischen Hochschule Darmstadt

Kieselensäurehaltige Dampfkesselspeisewässer geben beim Dampfkesselbetrieb zu erheblichen Schwierigkeiten Anlaß. Die Entkieselung läßt sich mit Lösungen von Kalziumhydroxyd befriedigend durchführen. Bei Gegenwart von Chloriden ist ein Überschuß von Kalziumhydroxyd erforderlich. Den angewandten Überschuß von Kalkhydrat kann man mit Kalziumbikarbonatlösung entfernen. Wenn Silikat- und Gipsgehalte des Speisewassers in äquivalentem Verhältnis stehen, so genügt für die Entfernung des Kalkhydratüberschusses und des Gipsgehaltes Natriumbikarbonatzusatz. Bei äquivalent höherem Gipsgehalt muß zum Natriumbikarbonat zusätzlich ein entsprechender Sodazusatz gemacht werden. Bei äquivalent geringerem Gipsgehalt arbeitet man mit Kalziumbikarbonat und entsprechendem Natriumbikarbonatzusatz.

Kieselensäurehaltige Kesselsteine sind für den Kesselbetrieb überaus nachteilig. Es hat sich gezeigt, daß die Kieselsäure, wenn sie als Silikat gebunden im Stein auftritt, schon in ganz dünnen Belägen zu Rohrausbeulungen infolge örtlicher Überhitzung Anlaß gibt. Wenn die Kieselsäure unverbunden als SiO_2 vorhanden ist, macht sie den Kesselstein sehr porös und locker. Dieser setzt deshalb dem Wärmedurchgang großen Widerstand entgegen. Da fast jedes dem Boden entstammende Wasser Kieselsäure, wenn auch oft in geringem Maß, enthält, so ergibt sich die Notwendigkeit, nach Mitteln und Wegen zu suchen, die Kieselsäurehärte aus dem Wasser zu entfernen (das Wasser zu entkieseln). Die im folgenden wiedergegebenen Versuche hatten nicht den Zweck, zu entscheiden, unter welchen Bedingungen die Kieselsäure als Silikat und unter welchen sie als unverbundene Kieselsäure flockig ausfällt, sondern sie sollten lediglich zeigen, ob und wie es möglich ist, kieselensäurehaltige Wässer mit den in der Industrie gebräuchlichen Enthärtungsverfahren zu entkieseln und für die Speisung von Dampfkesseln geeignet zu machen.

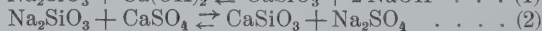
In den meisten Fällen wird das Speisewasser nach dem Kalk-Soda-Verfahren enthärtet. Das Kalkwasser ist ein Fällmittel, das auch die im Wasser gelösten Silikate als weniglösliche Kalksilikate ausfällt. Die Löslichkeit des CaSiO_3 ist aber noch so groß, daß seine bei 20° gesättigte Lösung eine Härte von annähernd 11 deutschen Härtegraden (DHG) aufweist. Hierbei ist Voraussetzung, daß sich die Löslichkeit nicht durch Neutralsalze oder durch Veränderung der Ionenkonzentration verschiebt, und zwar infolge Zusatzes von Salzen, die eines der Ionen enthalten, in die das Kalziumsilikat in seiner Lösung zerfällt.

Die Löslichkeit von Kalziumsilikat wurde neuerdings festgestellt. Es ergaben sich folgende Werte²⁾: Geglühtes Kalziumsilikat 0,231 g CaSiO_3 auf 1 l, entsprechend einem Härtegleichwert von 0,1113 g/l, also 11,1 DHG; frisch gefälltes Kalziumsilikat 0,2402 g CaSiO_3 auf 1 l, entsprechend 11,6 DHG.

Danach schien es bei diesen hohen Löslichkeitswerten fruchtlos, Silikatlösungen mit Ca(OH)_2 zu entkieseln. Es ist dies jedoch möglich, wenn man die Löslichkeit des Kalziumsilikats durch ein gleichioniges Salz — als solches kommt nur ein Kalziumsalz in Betracht — herabsetzt. Andererseits erhöht sich aber die Löslichkeit des Kalziumsilikats durch Anwesenheit von Chloriden und Sulfaten, die oft im Rohwasser vorhanden sind. Es wurden daher Lösungen von Ca(OH)_2 , CaSO_4 und CaCl_2 angewandt, damit gelöste Silikate als Kalksilikate abgeschieden würden.

Entkieselung durch Kalksalzlösungen

Ausfällung der Silikate bei Abwesenheit von Neutralsalzen. Die Versuche wurden so angestellt, daß zu Natriumsilikatlösungen, die den bei 18° gesättigten Kalkhydrat- und Gipslösungen nach dem Schema



äquivalent waren, verschiedene Mengen des Fällungsmittels zugesetzt wurden. Es wurden zu je 100 cm³ Na_2SiO_3 -Lösung steigende Mengen des Fällungsmittels zugesetzt,

der flockige Niederschlag nach dem Absitzenlassen genutscht und mit einer bestimmten Menge gesättigter CaSiO_3 -Lösung ausgewaschen und abgepreßt. Die waschen spielt eine wesentliche Rolle; deshalb wurden die einzelnen Versuchsreihen stets mit der gleichen Menge ausgewaschen. Das Filtrat wurde gesamt in einer Platinschale eingengt und sein Gehalt an Kieselsäure durch mehrmaliges Eindampfen mit HCl bestimmter Menge der durch das Waschwasser (mit Kalzium gesättigt) ins Filtrat gelangten Kieselsäure war bestimmt und wurde in Abrechnung gebracht.

Die Wägung des Niederschlages nach dem Trocknen und Glühen des Rückstandes führte oft zu nicht zufriedenstellenden Ergebnissen, da sich — wie später gezeigt wird — häufig höhere Werte ergaben, als aus dem Unterschied der Gesamtkieselsäure und des im Filtrat enthaltenen SiO_2 berechnen ließ. Dies tritt besonders in Erscheinung bei den Versuchen mit CaSO_4 als Fällungsmittel. Die Ursache liegt in der Bildung von Natrium-Kalziumsilikaten, wie auch in der Oxydation von gelösten Stoffen durch den außerordentlich feinen Niederschlag. Diese Auffassung wurde durch die quantitative Untersuchung des Niederschlages bestätigt. Kalk und SiO_2 bestätigt, die oft wechselnde Menge an CaO und SiO_2 ergab. Erst nach längerem Auswaschen konnte eine dem Molverhältnis 1 CaO : 1 SiO_2 entsprechende Zusammensetzung beobachtet werden. Aus diesem Grunde wurde der Hauptwert auf die Feststellung des Restgehaltes an SiO_2 im Filtrat gelegt. Der Restgehalt an SiO_2 im Filtrat ist in den folgenden Zahlentafeln 1 bis 3 angegebene Härtewert sich auf die Gesamtmenge des Filtrates (Menge des Niederschlages zuzüglich Menge des Fällungsmittels) bezieht, nicht nur auf die angewandte Menge des Fällungsmittels, sondern auf die angewandte Menge des zu entkieselnden Wassers.

Zahlentafel 1

Ca(OH)_2 -Fällung

Die Fällungslösung enthielt 1,18 g CaO in 1000 cm³ Wasser, 2,58 g Na_2SiO_3 in 1000 cm³ Wasser.
Lösung = 1,282 g SiO_2 auf 1 l, entsprechend 119 DHG.

Na_2SiO_3 in 100 cm ³ g	Fällungsmittel g	Äquivalentverhältnis	Menge des Niederschlages g	SiO_2 in Filtrat g/l
0,258	0,0295	100 : 25	0,0645	0,0765
"	0,0590	100 : 50	0,1235	0,0450
"	0,0885	100 : 75	0,1920	0,0220
"	0,1180	100 : 100	0,2108	0,0060
"	0,1770	100 : 150	0,2242	0,0020
"	0,2360	100 : 200	0,2385	0,0010

Zahlentafel 2

CaSO_4 -Fällung

Die Fällungslösung enthielt 2,05 g CaSO_4 in 1000 cm³ Wasser, 2,58 g Na_2SiO_3 in 1000 cm³ Wasser.
Lösung = 0,905 g SiO_2 auf 1 l, entsprechend 84 DHG.

Na_2SiO_3 in 100 cm ³ g	Fällungsmittel g	Äquivalentverhältnis	Menge des Niederschlages g	SiO_2 in Filtrat g/l
0,1842	0,052	100 : 25	0,0458	0,0650
"	0,103	100 : 50	0,0997	0,0320
"	0,151	100 : 75	0,1064	0,0170
"	0,172	100 : 85	0,0970	0,0160
"	0,205	100 : 100	0,1072	0,0140
"	0,309	100 : 150	0,0966	0,0120
"	0,410	100 : 200	0,1262	0,0080

¹⁾ Zweite Mitteilung des Speisewasserausschusses des V.d.I. Erste Mitteilung vergl. Forschungsheft 295, Festgabe Carl von Bach, S. 7.

²⁾ Vergl. Jordis u. Kanter, Z. f. anorg. Chemie Bd. 35 (1903) S. 345.

Zahlentafel 3

CaCl₂-Fällung

Fällungslösung enthält 2,36 g CaCl₂ in 1000 cm³ Lösung
kieselensäurehaltige Wasser 2,58 g Na₂SiO₃ in 1000 cm³
Lösung = 1,282 g SiO₂ auf 1 l, entsprechend 119 DHG

SiO ₂ in 1000 cm ³	Fällungs- mittel g	Äquivalent- verhältnis	Menge des Niederschlags g	SiO ₂ im Filtrat g/l	DHG
0,8	0,059	100 : 25	0,0682	0,0795	79
	0,118	100 : 50	0,1357	0,0515	48
	0,177	100 : 75	0,1285	0,0352	33
	0,236	100 : 100	0,1374	0,0268	25
	0,354	100 : 150	0,1406	0,0206	19,5
	0,472	100 : 200	0,1332	0,0180	17

Aus Abb. 1 läßt sich deutlich ersehen, daß die Entkieselung von dem im Fällungsmittel enthaltenen Anion abhängt. Mit Ca(OH)₂ kann man ein kieselensäurehaltiges Wasser sehr gut enthärten, während mit einer CaSO₄-Lösung die Entkieselung nicht befriedigend ist; völlig befriedigend verläuft sie mit CaCl₂-Lösung.

Im Speisewasser nur geringe Mengen SiO₂ enthalten, so ist mehr als das doppelte Äquivalent erforderlich, um die Kieselhärte herabzudrücken. Abb. 2 gibt den Entkieselungsverlauf bei geringem SiO₂-Gehalt wieder.

Ausfällung der kolloidalen Kieselsäure. Es liegt auch die Möglichkeit vor, daß die Kieselsäure in kolloidaler Form im Speisewasser enthalten ist. Solche Wasser lassen sich verhältnismäßig leicht entkieseln. Versuche, mit Al₂(SO₄)₃ die Kieselsäure aufzuflocken, haben ergeben, daß dies möglich ist. Man kann jedoch den Zusatz von Al₂(SO₄)₃ umgehen, da die Versuche gezeigt haben, kolloidale Kieselsäure mit Kalkwasser aus dem Wasser gefällt werden kann. Es wurde frisch gefällte Kieselsäure in Wasser gelöst (1 g/l SiO₂ = 12,5 DHG) und mit Kalkwasser in einem Überschuß (1,5faches Äquivalent) gefällt. An- sichtlich zeigte sich keine Trübung; erst nach längerem Stehen war sie wahrnehmbar und wurde beim Erwärmen auf 60 bis 70 ° deutlich sichtbar. Bei dieser Temperatur wurde die trübe Fällung sich zusammenzuballen und abzuflocken. Nach zwölfstündigem Stehen wurde abgeseiht und Niederschlag sowie Filtrat untersucht.

Weiter wurde eine Kieselsäurelösung aus elektrolytisch erzeugtem „Osmosil“ hergestellt, das man, um es in Lösung zu bringen, ganz schwach alkalisch machte und dann wieder neutralisierte. Diese Lösung enthielt 0,095 g/l SiO₂ = 8,85 DHG und wurde ebenso wie der erste Versuch behandelt. Auch hier war die Entkieselung der Kieselsäure in weitgehendem Maße möglich. In diesen Fällen wurde bis auf 3 bis 4 DHG entkieselt. Die Entkieselung bei Anwesenheit von Chloriden. Will man Wasser, das gleichzeitig Silikate und Chloride enthält, entkieseln, so gelingt dies nur, wenn man mit einem Überschuß von Ca(OH)₂ arbeitet. Der Einfluß des Chlor-Ions auf die Ausfällung der Kieselsäure durch Ca(OH)₂ sollen die im folgenden wiederholten Untersuchungen Aufschluß geben.

Will man also Wasser, das gleichzeitig Silikate und Chloride enthält, entkieseln, so ist ein Überschuß an Ca(OH)₂ notwendig, und zwar lassen sich Silikatwässer bei Gegenwart von 1 bis 2,5 Äquivalenten NaCl, bezogen auf den SiO₂-Gehalt im Wasser, leicht mit der doppelten der berechneten Menge Ca(OH)₂ enthärten. Je höher der Chlorionengehalt des Speisewassers im Verhältnis zum SiO₂-Gehalt ist, um so mehr Kalkwasser ist zur Entkieselung erforderlich.

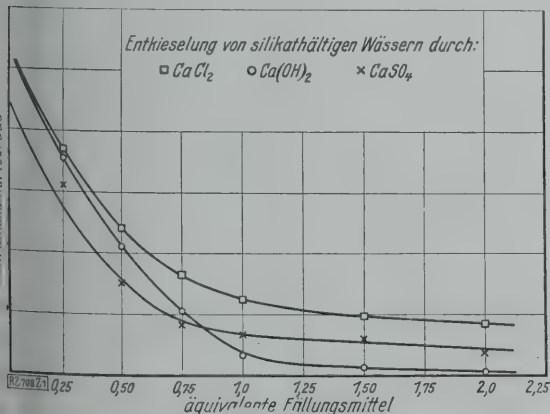


Abb. 1

Entkieselung von silikathaltigen Wässern durch lösliche Kalksalze

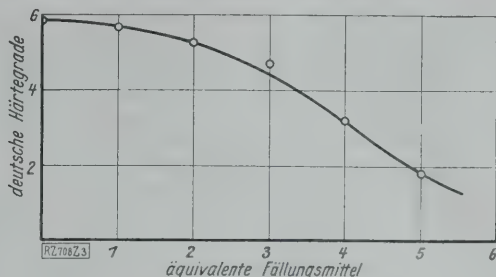


Abb. 2

Entkieselung von silikathaltigen Wässern mit Ca(OH)₂ bei geringem SiO₂-Gehalt

Dem zu entkieselnden Wasser wurde Natriumchlorid in verschiedenen Mengen zugesetzt, und zwar in einfach und mehrfach äquivalenter Menge (SiO₂ : NaCl = 1 : 1, 1 : 2,5 und 1 : 5). Darauf wurde dieses Wasser mit Ca(OH)₂ entkieselt, wie bei den in Zahlentafel 1 angegebenen Versuchen. Die Versuchsergebnisse sind in Zahlentafel 4 und Abb. 3 wiedergegeben. Die gestrichelte Linie in Abb. 3 ist die Entkieselungslinie ohne Zusatz von NaCl, vergl. Zahlentafel 1.

Zahlentafel 4

Die Fällungslösung enthält 1,18 g CaO als Ca(OH)₂ in 1000 cm³ Lösung, das kieselensäurehaltige Wasser 2,58 g Na₂SiO₃ in 1000 cm³ Lösung = 1,282 g SiO₂ auf 1 l, entsprechend 119 DHG

Na ₂ SiO ₃ in 100 cm ³ g	Fällungsmittel g	Äquivalent- verhältnis	SiO ₂ im Filtrat g/l	DHG, bezo- gen auf die Gesamtmenge
SiO ₂ : NaCl = 1 : 1				
0,258	0,0590	100 : 50	0,3962	37
"	0,1180	100 : 100	0,1125	10,5
"	0,1770	100 : 150	0,0472	4,5
"	0,2360	100 : 200	0,0175	1,6
SiO ₂ : NaCl = 1 : 2,5				
0,258	0,0590	100 : 50	0,4252	40
"	0,1180	100 : 100	0,1186	11
"	0,1770	100 : 150	0,0558	5,2
"	0,2360	100 : 200	0,0214	2
SiO ₂ : NaCl = 1 : 5				
0,258	0,0590	100 : 50	0,5580	52
"	0,1180	100 : 100	0,1726	16
"	0,1770	100 : 150	0,0684	6,5
"	0,2360	100 : 200	0,0542	5

Will man also Wasser, das gleichzeitig Silikate und Chloride enthält, entkieseln, so ist ein Überschuß an Ca(OH)₂ notwendig, und zwar lassen sich Silikatwässer bei Gegenwart von 1 bis 2,5 Äquivalenten NaCl, bezogen auf den SiO₂-Gehalt im Wasser, leicht mit der doppelten der berechneten Menge Ca(OH)₂ enthärten. Je höher der Chlorionengehalt des Speisewassers im Verhältnis zum SiO₂-Gehalt ist, um so mehr Kalkwasser ist zur Entkieselung erforderlich.

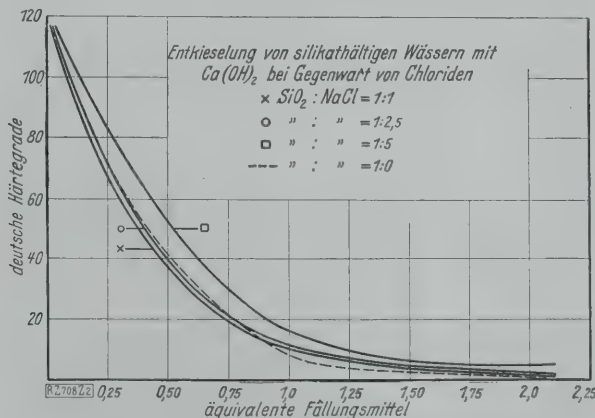
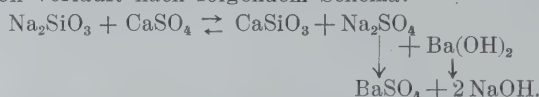


Abb. 3

Entkieselung von silikathaltigen Wässern mit Kalkhydrat bei Gegenwart von Chloriden

lung notwendig. Die Fälle, in denen Chloride, besonders Magnesium- und Kalziumchlorid, in großen Mengen neben Silikaten auftreten, sind jedoch verhältnismäßig selten. Solche Wässer werden zum Speisen von Kesseln wegen der korrosionsbedingenden Eigenschaft der Erdalkalichloride besser nicht verwendet.

Entkieselung bei Anwesenheit von Sulfaten. Die Abhängigkeit der Löslichkeit von frisch gefälltem CaSiO_3 von den in der Lösung enthaltenen Ionen ließ sich eindeutig durch folgenden Versuch beweisen: Einer Silikatlösung wurde die äquivalente Menge CaSO_4 zugesetzt (nach Zahlentafel 2 würde eine Resthärte von 13,5 DHG verbleiben); dann versetzte man sie mit einer berechneten Menge Ba(OH)_2 , um das Sulfat-Ion aus der Lösung zu entfernen, und untersuchte das Filtrat auf SiO_2 . Es ergab sich hier ein Wert, der sehr nahe dem durch Ca(OH)_2 -Fällung erhaltenen liegt. Wie aus Zahlentafel 1 ersichtlich, liegt der Wert für die Ca(OH)_2 -Fällung bei Anwendung stöchiometrischer Mengen bei 6,5 DHG, während die zusammengesetzten CaSO_4 - Ba(OH)_2 -Fällungen 5,8 und 6,7 DHG ergaben. Die Reaktion verläuft nach folgendem Schema:

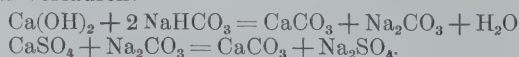


Der die Löslichkeitserhöhung des Kalziumsilikates bedingende Einfluß des Sulfat-Ions kann also durch die Fällung als Bariumsulfat beseitigt werden. Die Entfernung der Kieselsäure aus dem Wasser geht demnach nur dann befriedigend vonstatten, wenn im Wasser keine Ionen, welche die weitgehende Fällung des Silikates behindern, vorhanden sind. Von diesen die Löslichkeit steigenden Ionen, vorzüglich den Chlor- und Sulfat-Ionen, können letztere mit Barytlauge aus dem Wasser entfernt werden.

Entfernung der durch die Entkieselung bedingten überschüssigen Kalkhärte

Alle diese Versuche haben ergeben, daß eine Entkieselung wohl in den weitaus meisten Fällen möglich ist, daß also bei dem in der Praxis üblichen Kalk-Soda-Enthärtungsverfahren der größte Teil der Kieselsäure ausgefällt werden kann. Findet sich demnach freie oder gebundene SiO_2 im Kesselwasser vor, so ist es ratsam, bei der Wasserenthärtung reichlich Kalkwasser zuzusetzen. Scheut man sich davor, das Speisewasser zu alkalisch zu machen, so kann man die Kalkhärte mit einer Kalziumbikarbonatlösung entfernen und vorhandene Gipshärte mit Soda beseitigen. Eine Kalziumbikarbonatlösung läßt sich herstellen durch Einleiten von CO_2 -haltigen Gasen (Rauchgasen) in Kalkwasser. Ein in dieser Richtung angestellter Versuch hatte das Ergebnis, daß sich ein Wasser von 15° Silikathärte und 5° Gipshärte auf 1,3° Silikat- und auf 2,2° Kalkhärte enthärten ließ. Zu dem harten Wasser wurde das doppelte Äquivalent Ca(OH)_2 , auf den SiO_2 -Gehalt des Wassers bezogen, zugegeben; der entstandene Niederschlag wurde abfiltriert und im Filtrat die Kalkhärte mit $\text{Ca(HCO}_3)_2$ und die Gipshärte mit Soda entfernt. Diese Art zu enthärten, erscheint vielleicht etwas umständlich, hat jedoch den Vorteil, daß die Kalk- und Kieselsäurehärte beseitigt wird, ohne daß das Speisewasser den zweckmäßig gering zu haltenden Alkalitätsgrad überschreitet und mit löslichen Salzen unzulässig angereichert wird.

Wenn der zugesetzte Überschuß von Kalkhydrat den gleichzeitig vorhandenen Sulfaten einigermaßen äquivalent ist, kann man den Kalküberschuß mit Natriumbikarbonatlösung entfernen, wobei die Vorgänge folgendermaßen verlaufen:



Man muß aber, um eine Rückzersetzung des bereits abgesetzten Kalziumsilikates zu vermeiden, den mit überschüssigem Kalkhydrat gefällten Kalziumsilikatniederschlag abfiltrieren und kann dann erst den Überschuß des Kalkhydrates und die vorhandene Gipshärte mit Natriumbikarbonat entfernen. Ein in dieser Art ausgeführter Versuch ergab die in Zahlentafel 5 zusammengestellten Ergebnisse.

Zahlentafel 5
Einfluß des Abfiltrierens

Versuch	SiO_2 g/l	DHG	CaO g/l
1. Mit vorheriger Abtrennung des CaSiO_3 -Niederschlages	0,0272	2,5	0,0162
2. Ohne Abtrennung des CaSiO_3 -Niederschlages	0,0785	7,3	0,1153

Liegt dagegen ein Wasser vor, das Silikat und enthält, bei dem aber der Sulfatgehalt in einer zum wasserüberschuß größeren Äquivalenz vorhanden ist, muß man zum Entfernen des Kalküberschusses Natriumbikarbonat und Soda verwenden. Die Größe des zugesatzes hängt von der Sulfatmenge ab, die nicht die bei der Kalkfällung entstehende Soda entfernt. So wurde z. B. ein Wasser mit 15° Kieselsäurehärte 22° Gipshärte folgendermaßen enthärtet: Zur Entfernung der Kieselsäurehärte wurde mit dem doppelten Äquivalent Ca(OH)_2 entkieselt, dann die Kalksilikatfällung abfiltriert und das Filtrat mit NaHCO_3 und Soda enthärtet. Das Ergebnis war folgendes:

$$\begin{array}{l} \text{SiO}_2 = 0,0220 \text{ g/l} = 2,1 \text{ DHG,} \\ \text{CaO} = 0,0162 \text{ „} = 1,6 \text{ „} \end{array}$$

Hat ein Wasser einen äquivalent geringeren Gehalt, so darf man naturgemäß nicht allein mit Natriumbikarbonat enthärten, da die Bildung des löslichen Kalziumbikarbonates eine nur ungenügende Enthärtung bewirken würde. Aus diesem Grunde setzt man Natriumbikarbonat in einer dem Sulfatgehalt entsprechenden Menge zu und enthärtet den Rest der durch den Kalkwasserüberschuß bedingten Härte mit Kalziumbikarbonat. Versuch mit einem Wasser von 15° Kieselsäurehärte 7° Gipshärte ergab folgende Härtewerte:

$$\begin{array}{l} \text{SiO}_2 = 0,018 \text{ g/l} = 1,5 \text{ DHG,} \\ \text{CaO} = 0,0227 \text{ „} = 2,3 \text{ „} \end{array}$$

Untersuchungen über die Zusammensetzung der gefällten Kalksilikate

Um größere Mengen von CaSiO_3 zur Untersuchung zu erhalten, versetzte man jeweils 1000 cm^3 einer Na SiO_3 -Lösung mit 1000 cm^3 der entsprechenden äquivalenten CaSO_4 -Lösung und behandelte diese Mischung wie angegeben weiter. Nach dem Auswaschen wurde der Niederschlag, der sehr viel Wasser enthielt, 3 h bei 100° getrocknet und dann pulverisiert. Der mit Ca(OH)_2 gefällte Niederschlag enthielt noch etwas Kalziumkarbonat, das durch Aufnahme von Kohlendioxyd aus der Luft entstand. Der pulverisierte Niederschlag wurde mit ganz verdünnter Salzsäure durchfeuchtet und dann gewaschen, bis kein Chlor-Ion nachzuweisen war. Der Niederschlag nochmals getrocknet. Die Analyse wurde folgendermaßen vorgenommen: Die eingewogene Menge Niederschlag wurde in einer Platinschale mit Male mit Salzsäure abgeraucht, dann mit mäßig konzentrierter Salzsäure längere Zeit auf dem Wasserbade erwärmt. Darauf verdünnte man mit heißem Wasser, filtrierte die Kieselsäure ab, die gegläut zur Wägung. Das Filtrat und das Waschwasser wurden gesammelt, darin nach der Neutralisation das Kalzium-Ion als CaCO_3 gefällt und mit Permanganat titrimetrisch bestimmt. Zahlentafel 6 und 7 enthalten die Versuchsergebnisse.

Die aus Ca(OH)_2 und Na_2SiO_3 entstehenden Kalksilikate entsprechen der Zusammensetzung: 1 CaO : 1 SiO_2 und enthalten wechselnde Mengen Wasser. Verwiesen

Zahlentafel 6
Fällung mit Ca(OH)_2 .

Gehalt der Lösungen wie in Zahlentafel 1 angegeben

Einwage g	gefälltes SiO_2 g	gefälltes CaO g	Rest H_2O g	Molverhältnis $\text{CaO}:$
0,5410	0,2633	0,2432	0,0345	1:1
0,3262	0,1582	0,1488	0,0242	1:0
0,3825	0,1876	0,1738	0,0213	1:1

Zahlentafel 7
Fällung mit CaCl_2

wasser- ge n ³	Einwage g	gefälltes CaO g	gefälltes SiO_2 g	Misch- verhältnis $\text{SiO}_2 : \text{CaO}$
00	0,1842	0,0675	0,0636	1 : 1,14
00	0,1440	0,0582	0,0498	1 : 1,26
00	0,1608	0,0674	0,0652	1 : 1,11
00	0,4236	0,1845	0,2052	1,03 : 1,0

Die Verhältnisse bei den mit CaCl_2 gefällten Kalzium-
silikaten. Diese Fällungen, die langsamer ausflocken und
inöser sind, lassen sich nur schwer auswaschen.
Hier ist ein gründliches Auswaschen notwendig,
Zahlentafel 7.

er aus verdünnten äquivalenten Lösungen von CaCl_2
und Na_2SiO_3 entstehende Niederschlag wurde abgenutscht
reimal mit je 300 cm³ Wasser ausgewaschen. Nach
Auswaschen wurde eine Probe entnommen und nach
Trocknen analysiert, vergl. Zahlentafel 7.

den Niederschlägen waren stets größere Mengen
nachzuweisen, was zu der Vermutung Anlaß gibt,
daß die Mischungen mit Natriumkalziumsilikaten vor-
her, die ungefähre der Zusammensetzung $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
als Salz der Orthokieselsäure geschrieben, NaHCaSiO_3
sich rechnen. Erst durch Auswaschen mit sehr viel
Wasser, vergl. die vierte Zahlenreihe in Zahlentafel 7,
man Niederschläge, die alkalifrei sind und der Zu-
sammensetzung 1 $\text{CaO} : 1 \text{SiO}_2$ entsprechen.

Zusammenfassung

Die Löslichkeit des Kalziumsilikates in Wasser
bestimmt; man erhielt gute Übereinstimmung mit
literarischen Angaben. Eine Erhöhung der Löslichkeit er-
reicht bei Anwesenheit von Sulfaten und Chloriden.

Gegenseitiger Einfluß von Tragfläche und Rumpf

In der Zeitschrift für angewandte Mathematik und
Physik habe ich einige theoretische Untersuchungen
veröffentlicht, die über den gegenseitigen Einfluß von
Tragfläche und Rumpf in bezug auf Auftrieb und Wider-
stand einige Aufklärung bringen²⁾. Bei der Behandlung
dieser Aufgabe bin ich von der Prandtl'schen Tragflächen-
theorie ausgegangen. Trotzdem ist die theoretische Be-
handlung für die gebräuchlichen Rumpfformen noch recht
kompliziert; daher liegt eine Idealisierung der Rumpfform
vor. Meinen Berechnungen ist als Rumpf ein Zylinder
angenommen, der sich beiderseits ins Unendliche er-
streckt; daher liegt eine Idealisierung der Rumpfform
vor. Meinen Berechnungen ist als Rumpf ein Zylinder
angenommen, der sich beiderseits ins Unendliche er-
streckt; daher liegt eine Idealisierung der Rumpfform
vor. Meinen Berechnungen ist als Rumpf ein Zylinder
angenommen, der sich beiderseits ins Unendliche er-
streckt; daher liegt eine Idealisierung der Rumpfform
vor.

Außer den am Flugzeug auftretenden Gesamtluftkräften
ist die Verteilung über die Flugzeugbreite sowie die
Verteilung in der Längsrichtung von Bedeutung. Bei der
Berechnung eines unendlich langen Rumpfes von gleichbleiben-
dem Querschnitt erhält der Rumpf lediglich einen Auftrieb,
keinen Widerstand. Bei gleichmäßiger Auftriebsverteilung
über die Tragflächenbreite ist für die Gesamtgröße des Auf-
triebs die wirksame Rumpfbreite nützlich, d. h. die Breite
eines Tragflächenstückes, das den am Rumpf wirkenden Auf-
trieb hervorbringen würde. Bei unendlich breiter Trag-
fläche ist die wirksame Rumpfbreite (wahrscheinlich bei
Rumpfformen) gleich der tatsächlichen Rumpfbreite.
Bei einem Flugzeug von endlicher Spannweite ergibt
sich die wirksame Rumpfbreite dadurch, daß die vorhandene
Rumpfbreite um die Breite zwischen den an der Rumpf-
fläche gespiegelten Endpunkten der Tragfläche ver-

Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 7 (1927) S. 249.
Die Ergebnisse meiner Berechnung sind bereits in der Z. f.
Physik und Motorluftschiffahrt Bd. 18 (1927) S. 11 mitgeteilt.

2. An der Hand von Versuchen wurde gezeigt, daß sich
zum Entkieseln von kieselsäurehaltigen Wässern Kalk-
salze eignen. Kalziumhydroxyd ermöglicht eine weit-
gehende Entkieselung des Wassers. Gipslösung eignet
sich weit weniger gut, noch weniger CaCl_2 , sofern auf
ein Äquivalent vorhandener Kieselsäure ein Äquivalent
oder etwas mehr Kalziumsalz verwandt wird.

3. Bei Gegenwart von Chloriden kann man mit Ca(OH)_2
befriedigend entkieseln, wenn ein Überschuß von Ca(OH)_2
angewandt wird. Dieser braucht das Doppelte der be-
rechneten Menge Ca(OH)_2 nicht zu überschreiten, wenn
das Verhältnis $\text{SiO}_2 : \text{NaCl}$ den Wert 1:2,5 nicht übersteigt.

4. Um einen zu hohen Alkalitätsgrad im Speisewasser
zu vermeiden, der durch die Entfernung des angewandten
Überschusses von Ca(OH)_2 mit Na_2CO_3 entstehen würde,
kann man die Kalkhärte mit Kalziumkarbonatlösung und
dann die etwa vorhandene Giphärte mit Soda entfernen.

5. Sind im Wasser Silikate und Gips gleichzeitig vor-
handen, so ist die Entfernung der Kieselsäurehärte und
der Kalkhärte einfach, wenn Kalkhydratüberschuß und
Gipsgehalt in einem äquivalenten Verhältnis stehen. In
diesem Falle wird der Kalkhydratüberschuß und der Gips-
gehalt nur durch Natriumbikarbonatzusatz entfernt. Bei
äquivalent höherem Gipsgehalt muß zum Natriumbikarbo-
natzusatz ein weiterer, entsprechender Sodazusatz gemacht
werden. Bei äquivalent geringerem Gipsgehalt kann man
mit Kalziumbikarbonatzusatz und einem dem Sulfatgehalt
entsprechenden geringeren Natriumbikarbonatzusatz ar-
beiten.

6. Die aus verdünnten Natriumsilikatlösungen und den
Kalksalzen entstehenden Silikate entsprechen bei Abwesen-
heit von Chloriden der Zusammensetzung 1 $\text{CaO} : 1 \text{SiO}_2$.
Bei Anwendung von Kalziumchlorid enthalten sie weniger
Kieselsäure, als dem angegebenen Molverhältnis entspricht.
Die Analyse ergibt die Anwesenheit von Verbindungen von
der Art NaHCaSiO_3 . [B 708]

mindert wird. Mit dem Rumpf ändern sich auch der effektive
Anstellwinkel der Tragfläche sowie der induzierte Wider-
stand der Tragfläche. Diese Untersuchungen, bei denen eine
gleichmäßige Auftriebsverteilung über die Tragflächenbreite
vorausgesetzt ist, berücksichtigen die Höhenlage der Trag-
fläche. Es sei hier erwähnt, daß der Rumpf nicht immer eine
Vergrößerung des Tragflächenwiderstandes bewirkt; ist näm-
lich die Tragfläche oberhalb oder unterhalb des Rumpfes an-
gebracht, so bewirkt der Rumpf eine kleine Verringerung des
Tragflächenwiderstandes. Bemerkenswert ist ferner das Er-
gebnis, daß ein Hochdecker, bei dem die Tragfläche aus
der Mittellage gehoben ist, denselben Auftrieb und Trag-
flächenwiderstand erhält wie ein Tiefdecker, bei dem die
Tragfläche um dasselbe Maß aus der Mittellage gesenkt ist.

Weiterhin ist die Frage nach dem kleinsten induzierten
Widerstand der Tragfläche bei gegebenem Gesamtauftrieb
behandelt. Hierbei ergibt sich eine Auftriebsverteilung über
die Breite, die der elliptischen Verteilung bei einer Trag-
fläche ohne Rumpf entspricht. Das Verhältnis des auf den
Rumpf entfallenden Auftriebsanteiles zum gesamten Auftrieb
ist ebenfalls berechnet.

Die letzten Abschnitte der Arbeit behandeln die Auf-
triebsverteilung in der Längsrichtung des Rumpfes. Diese
ist für eine unendlich breite Tragfläche und für den Fall,
daß das Breitenverhältnis: Spannweite durch Rumpfbreite
gleich 10 ist, mit gleichmäßiger Auftriebsverteilung über die
Tragflächenbreite ermittelt; der Unterschied ist in diesen
beiden Fällen ganz gering. Außerdem ist die Auftrieb-
verteilung in der Längsrichtung des Rumpfes für das
Breitenverhältnis zwei berechnet, und zwar mit der Zirku-
lationsverteilung, die sich aus der Bedingung kleinsten
Widerstandes bei gegebenem Auftrieb ergibt.

Die experimentellen Versuche, die bisher über den
gegenseitigen Einfluß von Tragfläche und Rumpf vorliegen,
behandeln alle den am Flugzeug auftretenden gesamten Auf-
trieb und Widerstand in Abhängigkeit von einander; daher
ist leider ein Vergleich meiner Ergebnisse mit experimen-
tellen Versuchen noch nicht möglich. [N 856]

Aachen

J. Lennertz

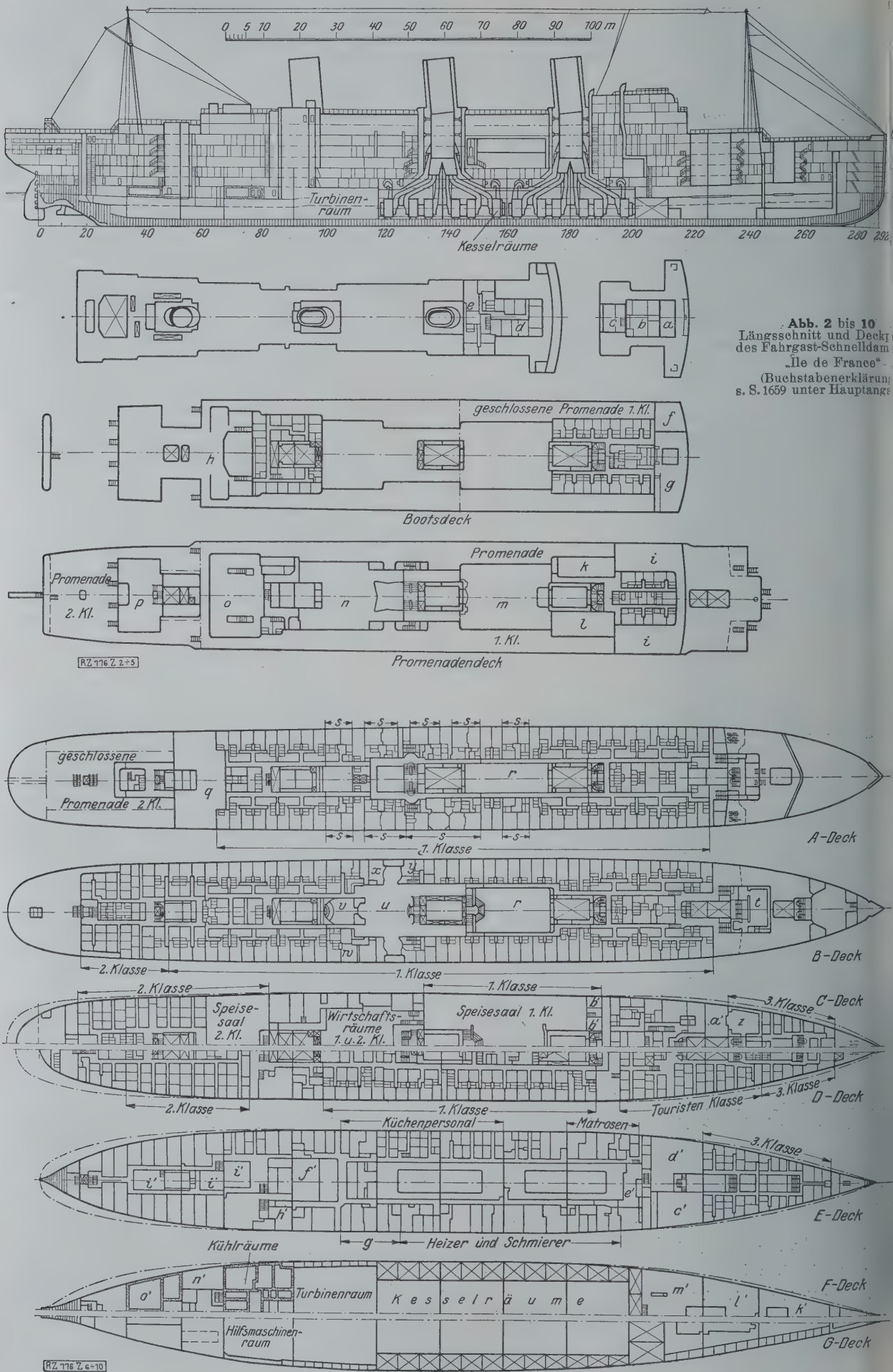


Abb. 2 bis 10
Längsschnitt und Deck
des Fahrgast-Schnelldam
„Ile de France“
(Buchstabenerklärung
s. S. 1659 unter Hauptangabe)

RZ 716 Z 2+5

RZ 716 Z 6+10

RUNDSCHAU

Schiffbau

Fahrgast-Schnelldampfer „Île de France“

Das größte nach dem Kriege fertiggestellte Fahrgast-Schnelldampfer, Abb. 1, ist der Schnellampfer „Île de France“ der Générale Transatlantique, der in 31 Monaten auf der Werft der Soc. des Chantiers et Ateliers de St. Nazaire-Pen-erbaute wurde¹⁾.

Hauptangaben

Länge über alles	241,35 m
Länge zwischen den Loten	231 „
Breite	28 „
Seitenhöhe bis zum C-Deck	21,5 „
Tiefgang, beladen	9,75 „
Verdrängung	41 000 t
Tragfähigkeit	11 500 „
Rauminhalt	42 050 B.-R.-T.
Laderaum	6 820 m ³
Maschinenleistung	52 000 PS _e
Konstruktionsgeschwindigkeit	23,5 Kn
Fahrgäste: 1. Klasse	677
2. Klasse	403
Touristen-Klasse	214
3. Klasse	346
	1640 Personen

Besatzung: Deck	75
Maschinenraum	162
Bedienung	566
	803 Personen

Buchstabenerklärung zu Abb. 2 bis 10:

u	Eingangshalle
v	Musikkapelle
w	Haarpflege
x	Laden
y	Geschäftszimmer
z	Damenzimmer 3. Klasse
a'	Privatspeisezimmer d. Touristenklasse
b'	Speisesaal der Touristenklasse
c'	Küche 3. Klasse
d'	Mannschaftsküche
e'	Fleischer
f'	Messen für Stewards
g'	Ladung oder Kraftwagen
h'	Kraftwagen
i'	Gepäck
j'	Getränke
k'	Kühlräume

Die Anordnung der Räume ist aus Abb. 2 bis 10 ersichtlich. Das Promenadendeck ist 1 m zu beiden Seiten gebaut, so daß außer den geräumigen, zwei Decks hohen Wirtschaftsräumen ein 6 bis 7,5 m breites Wandeldeck

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1004; „Le Génie Civil“ Bd. 91 (1927) S. 1 „Shipbuilding and Shipping Record“, Bd. 29 (1927) S. 745. Bd. 30 S. 10 u. S. 149.



Abb. 1
Fahrgast-Schnelldampfer „Île de France“

übrig bleibt. Die Halle 1. Klasse, Abb. 11, ist 25 m lang bei 18 m Breite und hat rd. 150 Sitzplätze. In der Mitte ist eine Tanzfläche freigelassen. Anschließend folgen der Teerraum und das Rauchzimmer. Das hintere Promenadendeck steht der 2. Klasse zur Verfügung. Bemerkenswert sind die neun Staatswohnungen auf dem A-Deck. Eine besonders große für sieben Personen umfaßt drei Schlafzimmer mit Bad, Wohnzimmer, Esszimmer mit eigener Anrichte und Dienerkammer. Die übrigen zeigen die übliche Anordnung und sind im modernen Stil jeweils verschieden eingerichtet. Sämtliche Kabinen 1. Klasse und alle Wechselkabinen haben ein Badezimmer. In der ersten und zweiten Klasse ist überall fließendes Kalt- und Warmwasser, während die Touristenklasse und die dritte Klasse fließendes Kaltwasser haben. Auf dem B-Deck liegt die Empfangshalle 1. Klasse mit einigen Läden und der 8 m langen und 7 m breiten Musikkapelle.

Bemerkenswert wegen seiner Größe und der Einrichtung ist der 44 m lange und 28 m breite Speisesaal 1. Klasse im C-Deck, Abb. 12, dessen abgestuftes Oberlicht durch zwei Decks hindurchgeht. Es sind 700 Sitzplätze an Tischen für je 2, 5 und 6 Personen vorhanden. Nach hinten schließen sich die Wirtschaftsräume für die 1. und 2. Klasse an, deren Küche 19 m lang und 10 m breit für die Zubereitung der Speisen für 1000 Personen bemessen ist. Die Herde, Backöfen und Konditoröfen haben Ölföhrung. Hinter diesen Räumen liegt der Speisesaal 2. Klasse mit 300 Sitzplätzen, 13 m lang und 28 m breit.

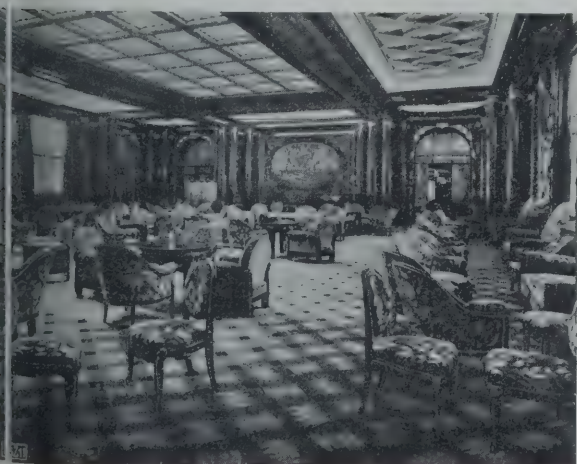


Abb. 11
Halle 1. Klasse



Abb. 12
Speisesaal 1. Klasse

Abb. 13
Hauptspant
des Schnelldampfers
„Île de France“

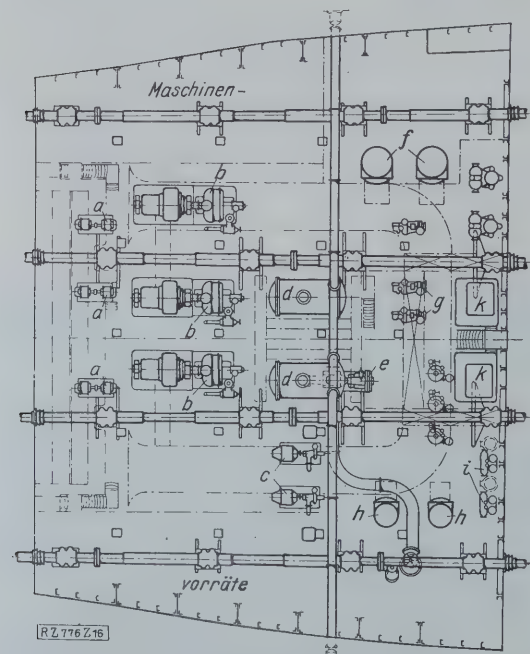
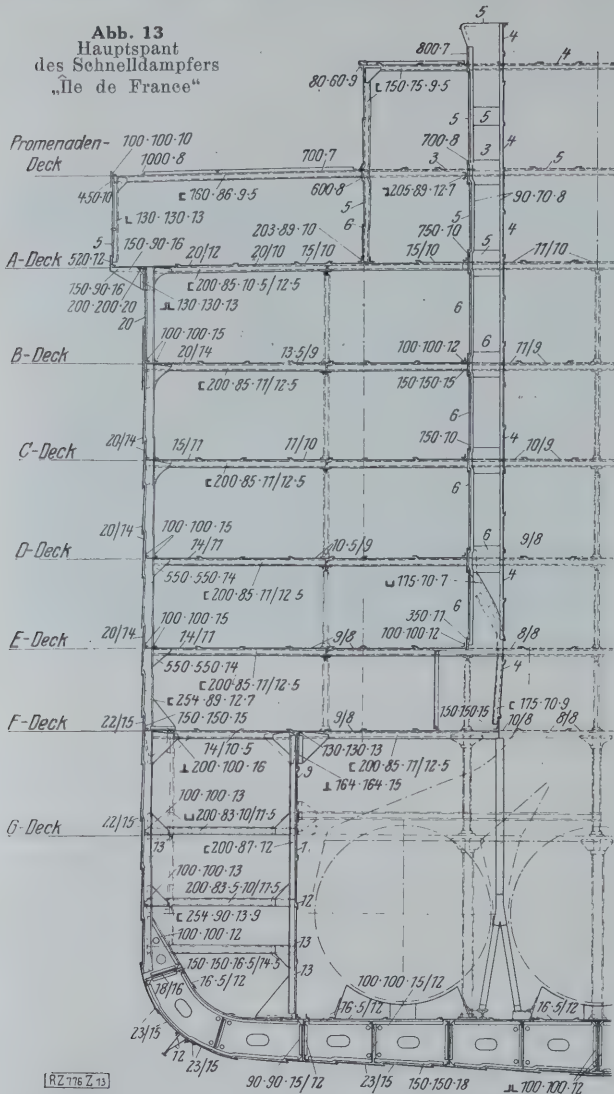


Abb. 16
Hilfsmaschinenraum

- a Umformer
- b 650 kW-Turbodynamos
- c Deckwasch- und Feuerlöschpumpen
- d Hilfskondensatoren
- e Kühlwasserpumpe
- f 120 t-Verdampfer
- g Trinkwasserpumpen
- h Speisewasserbehälter
- i Reservespeisepumpen

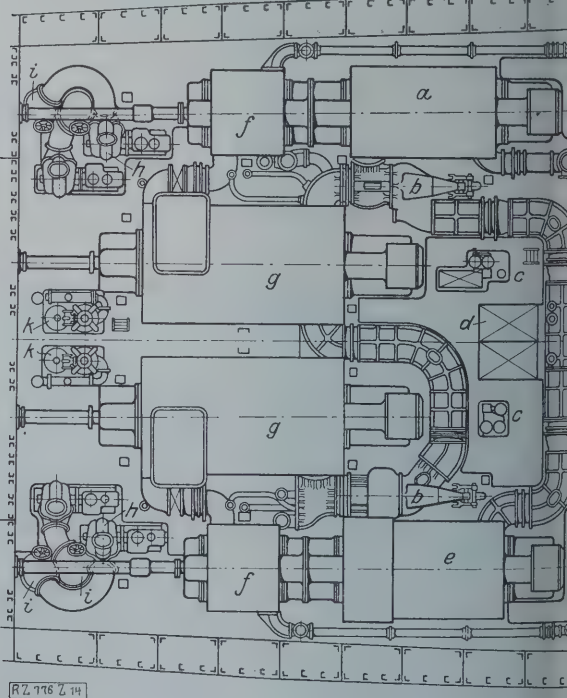
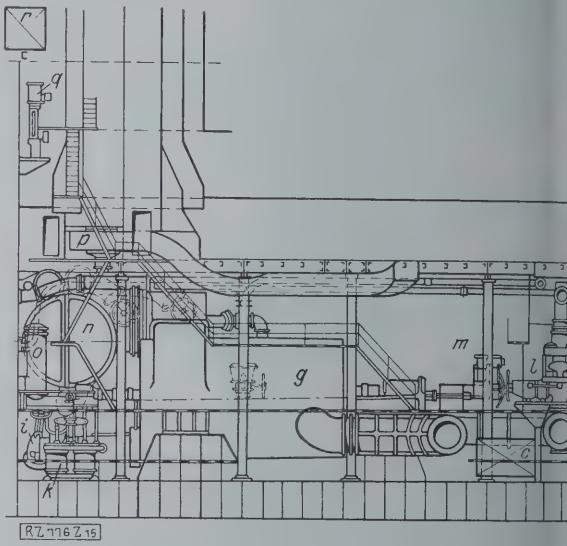
Im ganzen sind neun elektrische Aufzüge vorhanden. Hiervon sind fünf Personenaufzüge, und zwar drei sieben und zwei für je 20 Personen. Die Hubgeschwindigkeit beträgt 0,7 m/s. Die vier übrigen Aufzüge dienen dem Wirtschaftsbetrieb. Die täglich erscheinende Bordzeitung wird in der Druckerei auf zwei Maschinen hergestellt.

Aus dem Hauptspant, Abb. 13, ist die Konstruktion des Schiffes sichtlich. 15 Schotte, an den Enden bis zum B-Deck, in der Mitte bis zum C-Deck, teilen das Schiff in 16 wasserdichte Abteile. Neben den Kesselräumen ist außerdem auf beiden Seiten ein wasserdichtes Längsschott angebracht, während im Maschinenraum der Doppelboden bis zur V-Linie hochgezogen ist. Die mit Druckwasser betriebene Schottenschließanlage bedient von der Brücke aus 7 Schotten und 28 wagerecht bewegliche wasserdichte Türen. Das Schiff hat 18 Rettungsboote für je 91 Personen, 2 Motorboote für je 46 Personen und zwei Motorboote für je 30 Personen.

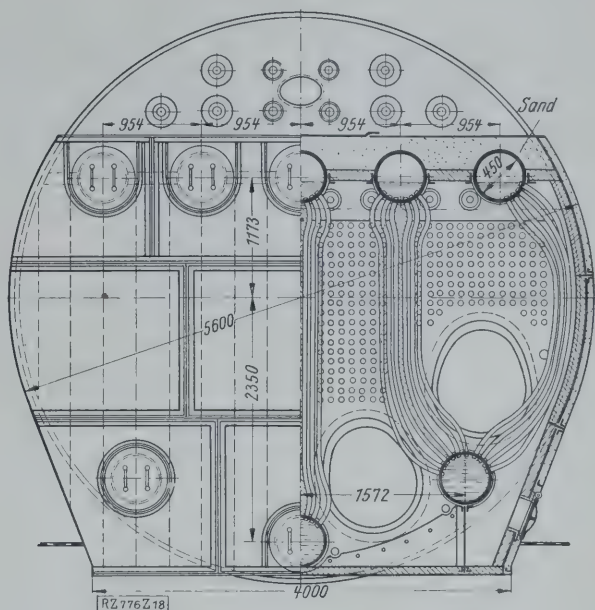
Abb. 14 und 15. Turbinenraum

- a HD-Vorwärtsturbine
- b Hauptventile mit Servomotor
- c ÖlfILTER
- d Schmierölbehälter
- e MD-Vorwärtsturbine
- f HD-Rückwärtsturbine
- g ND-Vorwärts- und Rückwärtsturbinen
- h Kühlwasserpumpen

(Forts. s. unt.)



- i Seeventile
- k Luftpumpen
- l Manövrierstand
- m DruckschmierölfILTER
- n Hauptkondensator
- o Ölkühler
- p Lufrad
- q Druckpumpe der Schottenschließanlage
- r Schmierölbehälter



Innerer Durchmesser	54 m	Länge, Doppelender	71 m	Wasserinhalt	27,8 m³
Länge, Einender . . .	3,585 m	Heizfläche, Einender	365 m²	Verdampfungsleistung . .	13,8 t/h

Die elektrische Anlage umfaßt drei 650 kW-Turbo-
mos mit 2000 Uml./min. Die Netzspannung beträgt
r. Außerdem ist eine 55 kW-Dieselnottdynamo für 110 V
dem obersten Deck aufgestellt. Für die Kühl-Lade-
Vorratsräume sind zwei CO₂-Kühlmaschinen vorhanden,
e durch einen 80 PS-Elektromotor bei 175 Uml./min an-
eben werden. [M 761] Luchsinger

Die Wirkung dieser Einflüsse kann nun sowohl durch die petrographische wie auch durch die technische Untersuchung ermittelt werden. Von den technischen Untersuchungsverfahren erscheint das auf Druckfestigkeit nach Steuer als das wichtigste, obwohl gegenwärtig Bestrebungen bestehen, zur Abkürzung der Verfahren dies, auch wegen der hohen Kosten, fortzulassen. Wichtig erscheint die Untersuchung auf die technischen Eigenschaften bei den Grünsteinen, weil die Grünsteinbildung eine der genannten Wirkungen darstellt und ihr Einfluß auf die Brauchbarkeit des Gesteins petrographisch allein nicht erfaßt werden kann. Verbunden mit dem Frostversuch, muß die Wasseraufnahme geprüft werden, weil die sogenannten Wassersöffter gefährliche Deckensteine abgeben.

Besondere Untersuchungen hat Steuer dem Sonnenbrand der Basalte gewidmet. Es hat sich hierbei gezeigt, daß Sonnenbrand bei den kiesel-säurereichen Basalten, bei denen die Feldspatkristalle wie ein zusammengefallenes Dachsparengerüst im Dünnschliff erscheinen, ophitisch gelagert sind, nicht vorkommt. Dagegen findet sich bei den kiesel-säurearmen Basalten, die auch Kalk enthalten, eher Sonnenbrand. Er kann erkannt werden, wenn man Basaltstücke lange in destilliertem Wasser kocht und dann warm hält oder zur Abkürzung des Verfahrens mehrmals bis auf 40° erhitzt und dann abkühlt. Es bilden sich dann graue Flecken und Spinnenbeinen ähnliche Risse.

Bei der Beurteilung der Gesteine können Normen wenig gegeben werden. Sie können den Mangel an Kenntnis in der Gesteinkunde nicht ersetzen. Selbst Gesteine gleicher Art sind in ihrer Zusammensetzung durchaus verschieden. Die Beurteilung der Eigenschaften muß auch dem Zweck, dem die Gesteine dienen sollen, angepaßt werden. Darum setzt eine erfolgreiche Anwendung der auf wissenschaftlichem Wege erreichten Kenntnis bei dem bauenden Ingenieur eine gute Kenntnis in der Geologie und Petrographie voraus. Dieses Lehrgebiet müßte daher auf den technischen Hochschulen noch erweitert werden.

Prof. Hoepfner, Danzig, ging in seinem Vortrag „Die Materialprüfung auf dem Gebiete der Asphalte und Teere im Dienste des Straßenbaues“

davon aus, daß die Instandsetzung der Straßen in dauerhafter Weise solche Mittel erfordert, daß man nur langsam damit vorankommt, während ein Teil der Straßen weiter verfällt. Es muß daher versucht werden, mit leichteren Bauweisen einen großen Teil der Straßen zu erhalten, bis sie an der Reihe sind, dauerhafter befestigt zu werden. Hier bieten gerade die leichten Asphalt- und Teerverfahren, die auch billig sind, ein ausgezeichnetes Mittel, die Straßen in die Hand zu bekommen. Die hierfür bisher aufgestellten Prüfverfahren und Bewertungsmaßstäbe sind noch recht unsicher. Aber die Forschungsarbeiten in der Versuchsanstalt führen allein nicht zum Ziel. Ganze Arbeit kann nur gemacht werden, wenn die Straßenbauverwaltungen sich entschließen, die Baustoffe fortlaufend von den Hochschullaboratorien untersuchen zu lassen, weiterhin die Decken fortlaufend beobachten und außerdem Deckenstücke den Laboratorien mit ihren Beobachtungen einsenden. Nur wenn so Versuchsanstalt und Baupraxis ihre Erfahrungen austauschen, kann die Grundlage für eine Normung in der Prüfung der Straßenbaustoffe geschaffen werden.

Dr.-Ing. E. h. Deidesheimer untersuchte in seinem Vortrag über

„Wirtschaftliche und steuerliche Notwendigkeiten für die Zukunft der Straßen“,

welche Mittel notwendig sind, um die deutschen Straßen in Ordnung zu bringen. Unter Zugrundelegung der Verkehrsbelastung der Straßen nach den statistischen Angaben über die deutsche Verkehrszählung des Deutschen Straßenbauverbandes vom Jahre 1924/25 hat er eine Summe von 2,6 Milliarden RM errechnet, die in 10 Jahreszahlungen aufgebracht werden soll. Für ihre Deckung, zuzüglich 15 Mill. RM für Unterhaltung, schlägt er vor: einen jährlichen Zuschuß des Reiches von 120 Mill. RM aus dem allgemeinen Reichshaushalt als Deckung der Schäden, die der allgemeine Verkehr ohne Kraftverkehr verursacht, 90 Mill. RM aus einer Kraftwagensteuer nach dem Gewicht und 65 Mill. RM aus einer Reifensteuer.

Gegen diese Ausführungen wurde sofort in einer anschließenden Besprechung von dem Vertreter des preußischen Landkreistages eingewendet, daß die Berechnung zu niedrig sei, und von dem Vertreter des Reichsverkehrsministeriums, daß die Kraftwagensteuer nach einem Gutachten des Reichswirtschaftsrates als Pauschsteuer beibehalten werden und nach dem Hubvolumen und dem Gewicht bemessen werden solle, worüber der Reichstag beschließen werde.

Der Präsident des Interessenverbandes deutscher Kraftfahrer, Lauber, sprach über

„die Anforderungen an den Straßenbau vom Standpunkte des Kraftfahrers“.

Er forderte, daß die Quergefälle möglichst flach gehalten, Straßenbäume und Gräben beseitigt werden. Die Fahrbahn soll mindestens 8 m breit sein, damit man mit 80 bis 90 km Fahrgeschwindigkeit sicher fahren kann. Enge Ortschaften müssen durch breite Straßen umgangen werden. Straßen-sperrungen sind zu vermeiden, Umfahrten sind übersichtlich zu kennzeichnen. Auch die andern Fahrzeuge müßten sich an die Verkehrsbestimmungen halten.

Die Technische Messe bot auf dem Gebiete der Straßenbaumaschinen ein bemerkenswertes Bild. Reiche Auswahl wurde an Dampfwalzen, vor allem an Motorwalzen geboten. Neben den bisher schon bekannten Formen

ist eine Dreirad-Dieselmotorwalze der Straßenwalzenfabrik J. A. Maffai & Jacob, Leipzig, zu erwähnen, bei der der Aufbau aus dem Mechanismus heraus entwickelt ist. Durch die Verwendung eines Mehrzylindermotors 30 PS soll der Lauf erschütterungsfreier sein, was für Asphaltstraßen gefordert werden muß. Blockierbares gleichgetriebene soll das Fahren durch kleine Krümmungen ermöglichen. Die Lenkung ist kettenlos und spielfrei. Die Maschine sicherlich sehr wendig.

Die bisher von dieser Maschinenfabrik gebaute Zweiradwalze hat ebenfalls wesentliche Verbesserungen erhalten. Die umsteuerbare Dampfmaschine ermöglicht die Fahrtrichtung schnell und erschütterungslos umzuwerfen. Die Lenkung erfolgt ähnlich wie bei Kranen, sodaß der Führer in jeder Stellung auf der Maschine nach der Richtung lenken kann.

Auch die Berliner Maschinenbaugesellschaft A.-G. L. Schwartzkopff hat ihre Asphalt-Zweiradwalze, die schon auf der Tagung im März 1926 vorgeführt wurde, wesentlich verbessert. Sie liefert Zweiradwalzen 3 bis 6 t Dienstgewicht und eine Dreirad-Heißdampfmaschine mit 7,5 t Gewicht. Auch die schwereren Walzen zeigen Neuerungen, durch die besonders ein genauer Zusammenbau ermöglicht und der Ersatz beschädigter Teile erleichtert werden soll. Eine Dieselmotorwalze von 10 t Gewicht wurde auch von der Lokomotivfabrik Henschel & Sohn, Kassel, vorgeführt.

Um beim Überziehen der Straßendecken mit Teer oder Asphalt große Leistungen erzielen zu können, benutzt man Sprengwagen, die die Masse unter Druck durch Düsen auf die Straße sprengen. Die Vereinigten Maschinenfabriken Henschel & Sohn und Linnhoff führten einen Sprengwagen vor, mit dem es möglich ist, die Straße mit Druckluft vom Staube zu reinigen und die Masse kalt oder heiß aufzusprengen. Die Maschine kann auch als Wassersprengwagen und Feuerlöschwagen benutzt werden. Das ganze Gerät ist auf einem Lastwagenrahmen von 5 t Tragfähigkeit aufgebaut. Die Sprengbreite beträgt 5 m. Die Düsenrohre können aber eingeschwenkt werden, so daß die Wagenbreite nicht überschritten wird. Die Luftanlage kann zugleich zum Reinigen der Leitungen benutzt werden. Die Masse wird durch eine Ventillpumpe in 6 min aus dem Voratsbehälter in den Kessel gesaugt und in 15 min ausgesprengt. Die Wirtschaftlichkeit wird von der Einschränkung der Leerfahrten abhängen.

Dem Anstrich muß ein schnelles Nachsplittieren der Decken folgen. Bei Verwendung von Sprengwagen kann möglich, diese Arbeit mit der Hand zu leisten. Auf der Messe wurden auf der Messe mehrere Arten von Splittstreuemaschinen vorgeführt, die diese Arbeit leicht und schnell ausführen sollen. Der Splitt fällt aus einem Behälter durch einen Spalt in eine Walze mit Taschen, die sich entsprechend der Fahrgeschwindigkeit drehen. Der Splitt aus den Taschen auf die Straßendecke wirkt mit dem Wagen verbundene breite Walze drückt den Splitt gleich an. Dieser Streuwagen kann gleich an den Sprengwagen angehängt werden. Die Splittstreuwalze der Maschinen-Bedarfs-Gesellschaft (Deubag), Breslau, hat einen Antrieb durch einen 10 PS-Motor.

Da auf 100 m² besprengte Decke etwa 1 m³ Splitt braucht werden und Sprengwagen gut 10 000 m² an Decke pro Tag leisten, so würden die Splittstreuemaschinen 100 m³ Splitt verarbeiten müssen. Das sind etwa zehn Eisenbahnwagen. Auch wird die Wirtschaftlichkeit von der Möglichkeit, die Massen heranzuschaffen, und dem Umfang der Leerfahrten abhängen.

Eine klein gehaltene und leicht bewegliche Druckluftanlage, mit der die Straße von Staub und Schmutz gereinigt und aus einem miteingebauten Kessel Teer oder Asphalt mit Druck aufgesprengt werden kann, wurde von der Firma Knorrbremse A.-G. vorgeführt.

Um auch die Herstellung von Pflasterstraßen von schwerfälligen Handarbeit wenigstens etwas frei zu machen, hat man maschinelle Pflastermaschinen ausgearbeitet, die drei verschiedene Arten auf der Ausstellung gezeigt wurden. Eine Eßlinger Maschinenfabrik hat den Bau einer in Schweden bereits erfolgreich eingeführten Pflastermaschine aufgenommen, die auf zwei Rädern läuft. Der Fallkörper von einem Reibgetriebe, das von einem Einzylinderantrieb bewegt wird, angehoben und nach Erreichen einer Höhe umgedreht, die verändert werden kann, durch eine Auslassung fallen gelassen. Der Motor treibt auch zugleich den Wagen an. Der Wagen wird von einem Arbeiter geführt und gesteuert. Diese Maschine kann 3 bis 6 Rammer ersparen.

Die Ramme der Deutschen Elektromaschinen- und Maschinenbau-A.-G., Eßlingen, besteht in einem Zylinder mit Kolben. Der Kolben stützt sich mit der Kolbenstange auf das Pflaster. In den Zylinder wird Benzin eingeführt.

det wird. Durch die Explosion wird die ganze Ramme
geworfen. Sobald der Kolben die Auspuffschlitze er-
hat, entweicht der Überdruck, Federn reißen den
zurück, und die Ramme, die ein Gewicht von 35 bis
hat, fällt nieder. Das Gerät ist handlich. Der Kraft-
nd des Rammers ist gering. Da die einzelnen Spiele
sehr schnell wiederholen können, wird auch diese
e etwa die Leistung von vier bis fünf Arbeitern er-

aschinen für den Betonstraßenbau
nur in geringer Zahl vertreten, ein Straßenfertiger
aschinenfabrik A.-G. Dingler, Zweibrücken (Pfalz),
ie verschiedenen Arten Betonmischer, die aber auch
re Bauaufgaben verwendet werden können.

gart [N 270] Prof. Dr.-Ing. E. Neumann

Elektrotechnik

50 kV-Kabel für Holland

ie Provinciale en Gemeentelijke Elektriciteits-Maat-
ij, Amsterdam, hat im vorigen Jahr eine rd. 11 km
Kabelleitung zwischen Haarlem und Velsen verlegen
). In drei mit Strahlungsschutz versehenen Einleiter-
der Firma Felten & Guillaume, Carlswerk, A.-G.,
Mülheim, wird Drehstrom von 50 kV Spannung über-
; ein viertes Kabel dient zur Aushilfe. Die Kabel
ir Verlegung im Erdboden und im Wasser verschieden
. Am Lande sind die vier Kabel zusammen mit einem
Kabel in einem Kabelgraben verlegt; Abstandstücke
die Kabel in 200 mm Mittenabstand. Abb. 19 zeigt

Carlswerk-Rundschau 1927 Nr. 1 S. 15.

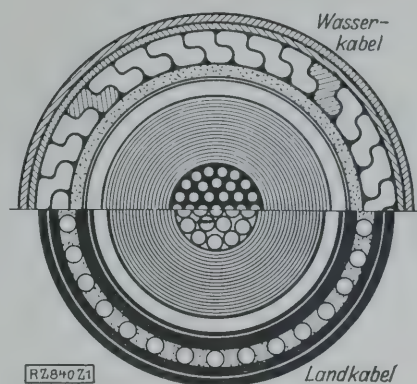


Abb. 19
50 kV-Kabel für Holland

übereinander gezeichnet die halben Querschnitte des Wasser-
und des Landkabels; die Landkabel haben 120 mm² Kupfer-
querschnitt, die Wasserkabel, die man bei den Kreuzungen
der Flußläufe verlegt hat, 150 mm²; die Umwehrungsdrähte
aus Sonderstahl gestatten, die Verluste herabzusetzen. An
den Kabelmuffen wurden diese Drähte eingeklemmt, damit
sie den Kabelzug beim Nachgeben des Untergrundes auf-
nehmen und die Leiterverbindungen vom Zug entlasten.

[M 840]

Pa.

Kleine Mitteilungen

Dieselelektrischer Eisenbahnzug

ie Buenos Aires and Great Southern Railway hat für
ortverkehr von Buenos Aires einen Eisenbahnzug
t, der aus zehn Personenwagen und zwei Maschinen-
bestehen soll. Die Maschinenwagen sollen an den
des Zuges laufen und Strom für den Betrieb von
en liefern, die alle Achsen antreiben. Sie erhalten
ei Achtzylinder-Dieselmotoren von je 600 PS bei
al/min, die mit Gleichstromerzeugern für 750 V ge-
t werden. Die Dieselmotoren werden von der Firma
Sulzer, die Stromerzeuger von der Firma Oerlikon
rt. Aus jeder der vier Maschinengruppen werden
tor von 100 kW für den Antrieb der Maschinenwagen
inf Motoren von je 75 kW für den Antrieb der Per-
swagen versorgt. Der Zug soll eine Anfahrbeschleunig-
von 1,5 m/s² und auf Strecken von 30 bis 48 km Länge
6 bis 3 km Abstand der Haltestellen eine mittlere
eschwindigkeit von 45 km/h erreichen. Auch für
wagen und Lokomotiven mit hydraulischer Über-
 sind Dieselmotoren bestellt worden. („The En-
eer“ 4. November 1927 S. 520) [N 965 a] H.

Dampfdruckdampfbetrieb in englischen Kraftwerken

H. Law und J. P. Chittenden haben in einem
g in der Institution of Electrical Engineers am 3. No-
1927 mitgeteilt, daß der höchste Dampfdruck in
englischen Kraftwerk zur Zeit 31,5 at am Absperr-
beträgt. Für das Kraftwerk Bradford sei aber eine
altanlage für Dampf von 77 at Überdruck und 427 °
t, deren Kessel von 42,5 t/h Dampfleistung von Bab-
Wilcox und deren Turbine von 2500 kW Leistung
at Gegendruck von der English Electric Co. geliefert
soll. („The Engineer“ 4. November 1927 S. 514)
[N 965 b] H.

Scott-Still-Schiffsmotoren neuerer Bauart

is Doppelschrauben-Motorschiff „Euryates“ von
-R.-T. wird von zwei Scott-Still-Dieselmotoren an-
en. Im Gegensatz zu der Erstausrüstung dieser Bau-
das Motorschiff „Dolius“ hat man hier die Dampf-
er vollständig von den Dieselsylindern getrennt.
Motor besteht aus fünf einfachwirkenden Dieselsylind-
n 686 mm Dmr. und zwei doppeltwirkenden Dampf-
ern von 610 mm Dmr. Der Hub beträgt für alle
er 1143 mm. Die Motoren leisten insgesamt 5000 PS_e
5 Uml./min. Als Dampfsammler sind zwei Kessel vor-
n, ein größerer für 12,6 at und ein kleinerer für 1 at
ruck. Beim Manövrieren wird der größere Kessel
elbar durch Ölfeuerung geheizt. In schiffbaulicher
ht ist bemerkenswert, daß der Schiffsrumpf aus Stahl

höherer Festigkeit hergestellt ist, so daß angeblich die
Ladefähigkeit um rd. 250 t größer ist als bei Verwendung
von gewöhnlichem Schiffbaustahl. („The Engineer“ 4. No-
vember 1927 S. 499) [N 965 c] Ls.

Einheitliche Wechselstromfrequenz in England

In England ist von der Elektrizitätskommission, die
einen Plan für die Stromversorgung ausgearbeitet hat, als
Norm die auch in Deutschland übliche Frequenz von
50 Per./s festgesetzt worden. Das bedingt natürlich bei den
mit anderen Frequenzen betriebenen Wechselstromnetzen
große Umänderungen. Der erste Schritt hierzu ist jetzt in
Glasgow getan worden, wo ein Turbostromerzeuger für
25 000 kW und 50 Per./s als Ersatz für die vorhandenen
Maschinen mit 25 Per./s bestellt wurde. Wie die Elektri-
zitätswerke die Schwierigkeiten bei den Strombeziehern
überwinden werden, namentlich soweit sie Elektromotoren
besitzen, ist nicht angegeben. („The Engineer“ 4. Novem-
ber 1927 S. 499) [N 965 d] Pa.

Selbsttätige Vermessungsmaschine

Eine Maschine zum selbsttätigen Aufzeichnen des
Höhenprofils von Wegen ist von J. H. Williams, Hankau,
entworfen worden. Auf einem zweirädrigen Fahrgestell
ruht ein Rahmen, der durch ein Pendel wagerecht gehalten
wird und einen Schreibstift trägt. Dieser Rahmen trägt
verschiebbar einen zweiten Rahmen mit dem Papier zum
Aufzeichnen des Profils. Sobald das Fahrzeug an eine
Wegsteigung kommt, wird dieser zweite Rahmen durch die
Relativbewegung des Pendels gegenüber dem Fahrgestell
seitlich verschoben, wodurch auf dem von den Fahrgestell-
rädern durch ein Getriebe bewegten Papierstreifen das
Höhenprofil des Weges aufgezeichnet wird. Für den Höhen-
und den Längenmaßstab sind verschiedene Übersetzungen
einstellbar. („The Engineer“ 4. November 1927 S. 519*)
[N 965 e] Pa.

Mittels Lichtbogens geschweißte Eisenbahnbrücke

In den Vereinigten Staaten von Amerika wird man
demnächst mit dem Bau einer Eisenbahn-Fachwerkbrücke
beginnen, bei der alle Verbindungen mit Lichtbogen-
schweißung hergestellt werden, so daß die Brücke prak-
tisch ein starres Bauwerk aus einem Stück sein wird. Die
Brücke wird rd. 53 m lang sein. Für ihren Bau sind nur
80 t Stahl erforderlich, während eine gleich große Brücke
mit der normalen Nietung 120 t gebraucht haben würde.
Der Entwurf der Brücke stammt von der Westinghouse Co.,
die sie zur Verbindung eines ihrer Werke mit der Boston-
and Maine-Eisenbahn über einen Kraftwerkkanal in der
Nähe der Chicopee-Wasserfälle, Mass., bauen läßt.

[N 965 f]

Sd.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Eidgenössische Materialprüfungsanstalt a. d. Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, Diskussionsbericht Nr. 12: Über elektrisch und autogen geschweißte Konstruktionen. Zürich im Juni 1926. 46 S. m. zahlr. Abb.

Das vorliegende Heft gibt die Berichte und Aussprachebemerkungen über schweißtechnische Arbeiten in der Schweiz wieder. Oberingenieur Höhn berichtet über elektrisch und autogen geschweißte Konstruktionen; er geht insbesondere näher ein auf die Festigkeit der Schweißnähte und gibt wertvolle Zahlentafeln der Ergebnisse seiner planmäßigen Versuche. Die Anwendung des Schweißens im Kessel- und Behälterbau ist dank der erfolgreichen Pionierarbeit von Höhn in der Schweiz bereits groß. Aber mit Recht sagt Höhn zum Schluß: „Die autogene und die elektrische Schweißung haben technologisch offenbar noch nicht die letzte Entwicklungsstufe erreicht. In der Konstruktion ist ebenfalls noch vieles zu verbessern. Wie die Nietnaht seit der Herstellung der Wattschen Kofferkessel in ihrer Konstruktion ganz erhebliche Fortschritte gemacht hat, so wird es auch die Schweißnaht tun.“

Über elektrisch und autogen geschweißte Konstruktionen berichtet Direktor S o n d e r e g g e r der Maschinenfabrik Escher Wyß; er gibt eine große Fülle trefflicher Beispiele für die Anwendung des Schweißens beim Bau von Eisenkonstruktionen, Behältern, Rohrleitungen, Gehäusen für Wasserturbinen, im Schiffbau u. a. Auf die elektrische Schweißung im Eisenbahnbrückenbau geht der Aufsatz von H. Fröhlich ein. Die Aussprache zu diesen Vorträgen bringt eine Reihe wertvoller Bemerkungen über Festigkeitswerte der Schweißnaht und über metallurgische Fragen.

[E 878]

Dr. A.

Die Herstellung der Blattfedern. Von T. H. Sanders. Deutsche Übersetzung von A. Cecerle. Berlin 1927, Julius Springer. 245 S. m. 187 Abb. Preis 27 M.

Eine Übersetzung hat nur dann einen Sinn, wenn sie in ihrem Verbreitungsgebiet leichter zu lesen ist, als der Text in einer fremden Sprache. Das ist bei dem vorliegenden Buche nicht der Fall. Außer Ungenauigkeiten in jedem Satz enthält das Werk eine Menge von Fehlübersetzungen. Dennoch ist das Buch für den Fachmann von großem Wert; denn in ihm sind die reichen Erfahrungen des Verfassers niedergelegt. [E 890]

De.

Grundriß der anorganischen Chemie. Von Carl Oppenheimer. Leipzig 1927, Georg Thieme. 332 S. Preis 7 M.

Grundriß der organischen Chemie. Von Carl Oppenheimer. 13. Aufl. Leipzig 1927, Georg Thieme. 181 S. Preis 4 M.

Beide Bücher gehören zu den besten ihrer Art. Überall versteht es der Verfasser, das Wesentliche klarzustellen. Der 167 Seiten umfassende Allgemeine Teil der „Anorganischen Chemie“ enthält in knapper Form die Grundlagen der Chemie. Auch die neuesten Erkenntnisse, z. B. die Ergebnisse der Relativitätstheorie, sind berücksichtigt. Eine Neubearbeitung hat der Abschnitt über elektrolytische Dissoziation erfahren. Der spezielle Teil ist in üblicher Weise eingeteilt in die Kapitel „Nichtmetalle“ und „Metalle“.

Die „Organische Chemie“ zeigt in besonders klarer Weise den Aufbau dieses Gebietes, wobei immer wenig Wert auf die Wiedergabe von Einzelheiten gelegt ist.

Der Stoff wird unter den Stichworten „Fettreihe“, „Zyklische Verbindungen“ in einem allgemeinen und speziellen Teil behandelt.

Obwohl beide Bücher von der Schilderung technischer Verfahren fast gänzlich absehen, sind sie doch auch für den Ingenieur, der sich gelegentlich schnell über grundsätzliche Fragen unterrichten will, äußerst brauchbar.

[E 934]

Dr.

Thermodynamische Grundlagen der Kolben- und Turbinenpressoren. Von Adolf Hinz. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 68 S. m. 73 Abb. u. 20 Taf. Preis 18 M.

Elektrizität in industriellen Betrieben. Herausgeg. von W. Philipp. VII. Bd.: Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen. Ein Hilfsbuch für alle Metallverarbeitende Betriebe. Von Karl Meller. Leipzig 1927, S. 224 S. m. 212 Abb. u. 20 Tabellen. Preis 18 M.

Die Entwicklung der selbsttätigen Einkammer-Druckbremse bei den europäischen Vollbahnen. Von W. Hildebrand. Berlin 1927, Julius Springer. 100 S. m. 234 Abb. Preis 18 M.

Lehrbuch der Ballistik. 3. Bd.: Experimentelle Ballistik. Herausgeg. von C. Cranz unter Mitwirkung von J. H. Schöberl, K. Becker. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 408 S. m. 138 Abb. u. 56 Abb. im A. Preis 39 M.

Metallographie. Von W. Guertler. 2. Bd., 2. Teil, 2. Aufl., 1. Lfg.: Die elektrische und thermische Leitfähigkeit. Von A. Schulze. Berlin 1927, Gebr. Bornträger. 147 S. Preis 15,20 M.

Metallographie. Von W. Guertler. 2. Bd., 2. Teil, 2. Aufl., 2. Lfg.: Die thermische Leitfähigkeit. Von A. Schulze. Berlin 1927, Gebr. Bornträger. 147 S. Preis 15,20 M.

Die chemische Analyse seltener technischer Metalle. Von R. B. Moore. Unter Mitwirkung von J. E. C. J. P. Bonardi, C. W. Davis und J. W. Harden. Überarbeitet und umgearb. von Horst Eckstein. Leipzig 1927, G. Fischer Verlagsgesellschaft. 295 S. Preis 15 M.

Lehrbuch der chemisch-technischen Wirtschaftslehre. Von Albert Sulfrian. Stuttgart 1927, Ferdinand Schöner. 283 S. m. 63 Abb. Preis 18,30 M.

Lehrbuch der Stückzeit-Ermittlung in der Maschinenfabrik. Von Heinrich Tillmann. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 158 S. m. 97 Abb. Preis 12,50 M.

Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung. Funktionen einer Veränderlichen. Von R. Courant. Berlin 1927, Julius Springer. 410 S. m. 127 Abb. Preis 18,60 M.

Göschens Lehrbücherei. 1. Gruppe: Reine Mathematik. Bd. 10: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Von J. G. Grunert. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. m. 4 Abb. 2. Aufl. Preis 10,50 M.

Sammlung Göschens, Nr. 970: Nichteuklidische Geometrie. Hyperbolische Geometrie der Ebene. Von Richard d. d. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter. 152 S. m. 71 Abb. Preis 1,50 M.

Sammlung Göschens, Nr. 932: Höhere Algebra. II. Grade höheren Grades. Von Helmut Hasse. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 160 S. m. 10 Abb. Preis 1,50 M.

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Doppelschrauben-Turbinendampfer „Cap Arcona“. Von E. Luchsinger (Hierzu Tafel 3 bis 6 sowie Textblatt 21 und 22)	1633
Selbsttätiger Anruf für Funktelegraphie	1639
Bandwebstühle. Von W. Krumme	1640
Thermische Bewertung der Speisewasservorwärmung durch Anzapfdampf, insbesondere bei Hochdruckanlagen	1644
Die amerikanischen Methoden zur Behandlung der Bandsägeblätter und ihre elastizitätstheoretische Begründung. Von G. Schmaltz	1645

Über die Entkieselung von kieselsäurehaltigen Wässern. Von E. Berl und H. Staudinger

Gegenseitiger Einfluß von Tragfläche und Rumpf

Rundschau: Fahrgast-Schnelldampfer „Île de France“ — Straßenbautagung Leipzig 1927 — 50 kV-Kabel für Holland — Kleine Mitteilungen

Bücherschau: Über elektrisch und autogen geschweißte Konstruktionen — Die Herstellung der Blattfedern. Von T. H. Sanders — Grundriß der anorganischen Chemie. Von C. Oppenheimer — Grundriß der organischen Chemie. Von C. Oppenheimer — Eingänge

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFÜHRER: C. MATSCHOSS ★

SONNABEND, 26. NOVEMBER 1927

Nr. 48

Selbsttätige Zugüberwachung

Von Dipl.-Ing. Carl Wolff, Hamburg

Notwendigkeit und Möglichkeit der selbsttätigen Zugüberwachung — Fahrsperrn: einfache Bauart mit Hebelanschlag, elektro-mechanische Einrichtungen, induktive Fahrsperrre — Wiederherstellereinrichtung — Anwendungsbereich selbsttätiger Fahrsperrn

Die Notwendigkeit der Zugüberwachung

Seit lange versucht man die Zeichen der ortsfesten Signale selbsttätig auf die Lokomotive zu übertragen, um die Nichtbeachtung durch den Führer zu verhindern. Bereits in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ersann Axel Voigt, Ingenieur der amerikanischen Pennsylvaniaabahn, eine Vorrichtung¹⁾, bei der durch einen am Signalmast befindlichen, mit dem einflügel gekuppelten Arm ein auf dem Lokomotivbofenfestigtes, mit der Luftdruckbremsleitung in Verbindung stehendes Glasrohr abgeschlagen wurde, wenn sich das Signal in Haltlage befand und ein Zug an dem Signal vorbeifuhr. Die Bremsluft strömte über das zerbrochene Glasrohr aus, so daß die Bremsen in Tätigkeit traten. Jedoch das Signal auf Fahrt, so glitt das Glasrohr über dem hochstehenden Arm frei hindurch. Diese Vorrichtung hat sich bei Vollbahnen nicht bewährt, weil unvorhergesehener Bruch der Rohre vorkam, und wurde bald verlassen. Alle Bestrebungen, sie immer wieder zu verbessern, sind vergebens gewesen.

In den Jahren vor dem Weltkriege wurden auch in Deutschland eine Reihe von Vorrichtungen durchgeprüft, doch nur optisch oder akustisch dem Lokomotivführer von der Stellung des nächsten Signals Kenntnis zu geben, aber nicht auf die Bremse des Zuges wirkten²⁾. Der Vorschlag von der ganz richtigen Ansicht aus, daß die Zugüberwachungsmittel erst einmal gründlich erprobt werden müssen, ehe man weitergehende Entschlüsse fassen konnte. Die englische und französische Bahnen führten jedoch auf ihrer eingehenden Versuche verschiedenartige Vorrichtungen ein, wohl mehr gezwungen durch die öffentliche Meinung als auf Grund der inneren Überzeugung. Der kräftigen Anstoß für weitere Beschäftigung mit der Sache gaben erst die Amerikaner, die durch die sogenannte „Train order“ der Interstate Commerce Commission vom 13. Juni 1922 der ganzen Frage eine feste Form gaben. Durch diese Verordnung wurden 92 Bahnen gezwungen, auf einer bestimmten Strecke ihres Netzes eine selbsttätige oder Geschwindigkeitsüberwachung nach eigener Art einzuführen und alle auf der Strecke laufenden Lokomotiven damit auszurüsten. Die Verordnung sagt nicht, sondern lediglich die Gefahren ausschlaggebend für die Herausforderung. Denn so schlimm, wie es die Verordnung behauptet, sind selbst die amerikanischen Verhältnisse

deutsche Statistiken stehen mir nicht zur Verfügung. Dem Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das Geschäftsjahr 1925 waren 6,9 vH der Unfälle auf Zusammenstöße zurückzuführen. Die meisten dieser Unfälle bei diesen Zusammenstößen getöteten oder verwundeten Personen geht aus der Aufstellung nicht hervor. Einer Aufstellung von Couvé⁵⁾ sind im Jahre 1925 von 359 Zusammenstößen und Entgleisungen

83 Fälle, also 23 vH der 359 Fälle auf Verschulden der Lokomotivbesatzung zurückzuführen. In 23,7 vH dieser 83 Fälle hat die Lokomotivbesatzung bei der Beobachtung der Signale und der Strecke versagt. Da sich aber nach dem Geschäftsbericht im Jahre 1925 die Zusammenstöße zu den Entgleisungen wie 1:2 verhalten, so sind die Fälle, bei denen die Zugüberwachung einen wesentlichen Vorteil hat, sehr gering an Zahl. Wenn man aber andererseits bedenkt, daß so schwere Unfälle der letzten Jahre, wie z.B. die Zusammenstöße von Herne und München, durch sie hätten vermieden werden können, so erscheint die Absicht unsrer maßgebenden Signalfachleute wohl begründet, unsern zweifellos hochentwickelten Sicherungseinrichtungen neue weitergehende Sicherungsmittel beizugeben.

Man muß sich indessen klar sein, daß die Einführung der Zugbeeinflussung die Verminderung der Gefahren auf unsern Bahnen nur in dem vorher angegebenen Ausmaße herbeiführen kann. Die Zugbeeinflussung ist eben kein Allheilmittel. Eine derartige Vorrichtung kann nur den Zweck haben, solche Unfälle (und zwar Zusammenstöße) zu vermeiden, die auf ein Versagen des Personals, auf einen Irrtum in bezug auf die Stellung der Signale zurückzuführen sind. Im allgemeinen aber entstehen Zusammenstöße aus folgenden Ursachen: Fehler in der Bremse, Signalstörungen, Verstöße des Personals gegen die Vorschriften und Befehle und Fehler in der Beobachtung der Signale.

Selbstverständlich scheiden die Bremsstörungen vollkommen aus, da ihnen mit den Zugbeeinflussungen nicht beizukommen ist. Störungen, bei denen das Signal auf Fahrt stehen bleibt, sind so selten, daß Zusammenstöße kaum auf diesen Grund zurückzuführen sein dürften, besonders, wenn, wie auf den deutschen Bahnen einheitlich, zwischen den Signalen Folgeabhängigkeit besteht, d.h. wenn ein Signal erst auf Fahrt gehen kann, sobald das nächste in die Haltlage zurückgegangen ist. Auch die Zusammenstöße, die auf Verstößen gegen die Vorschriften beruhen, werden zum größten Teil nicht durch die Vorrichtungen zu beseitigen sein. Es bleiben nur solche Fälle übrig, die in ungünstigen Witterungsverhältnissen, Rauch, schlechter Sichtbarkeit der Signale, Streckenunkenntnis, Ablenkung der Führer oder ihrem physischen Versagen begründet sind. Fehler, die darauf beruhen, daß ein Signal unbeachtet bleibt, obwohl es erkannt und verstanden wird, sind sehr selten.

Alle anderen Arten von Unfällen scheiden vollkommen aus, wie z.B. Beschädigungen des Bahnkörpers und der Gleise, Hindernisse auf der Fahrbahn, Zusammenstöße bei geringer Fahrgeschwindigkeit.

Die Möglichkeit der Zugüberwachung

Ehe auf die Zugüberwachung näher eingegangen wird, ist eine Vorbetrachtung über das Verhältnis der vorhandenen Signalanordnungen zu ihr notwendig. Die meisten Signalanordnungen kennen theoretisch nur die Begriffe des absoluten Signals, eines Signals, das unbedingt Halt gebietet. Praktisch ist diese Bestimmung durch be-

¹⁾ „Railway Signaling“ Bd. 15 (1922) S. 426.
²⁾ Hoogen, „Stellwerk“ Bd. 9 (1914) S. 177.
³⁾ „Railway Signaling“ Bd. 15 (1922) S. 256.
⁴⁾ „Railway Signaling“ Bd. 20 (1927) S. 30.
⁵⁾ Couvé, Die Psychotechnik im Dienste der Deutschen Reichsbahn 1925, S. 23.

sondere Zusatzvorschriften soweit eingeschränkt, daß man von absoluten Signalen eigentlich nicht mehr sprechen kann. Man unterscheidet Signale, die Weichen decken, und solche, die am Anfang von Blockstrecken stehen, in denen keine Weichen vorhanden sind. Nach den erwähnten Einschränkungsvorschriften ist es zulässig, daß der Zugführer Signale, die aus irgendeinem Grunde, sei es infolge von Signalstörungen oder weil der vorliegende Blockabschnitt noch irgendwie besetzt ist, auf Halt liegen, unter gewissen Vorsichtsmaßnahmen überfahren darf. Man gibt dem Führer, der vor einem auf Halt liegenden Signal zum Stehen gekommen ist, entweder schriftlich oder mündlich einen Befehl, an dem Signal trotz der Haltstellung vorbeizufahren und dann mit verminderter Geschwindigkeit über die gestörte oder besetzte Strecke zu fahren, so daß er jederzeit in der Lage ist, vor einem auftretenden Hindernis zu halten. Decken die Signale Weichen, so ist es selbstverständlich, daß den Auftrag zum Überfahren eines solchen Signals nur der erteilen kann, der über die Stellung der Weichen, die der Zug befährt, unterrichtet ist; denn man kann dem Führer nicht zumuten, trotz langsamer Fahrt die richtige Stellung der Weichen zu erkennen, noch kann der Führer wissen, ob die Weichen während der Zugfahrt nicht umgestellt werden.

Anders liegt der Fall bei den Signalen, die keine Weichen decken, also bei den einfachen Blocksignalen. Hier steht nichts im Wege, daß der Führer unter entsprechender Vorsicht ein derartiges Signal überfährt, nachdem er sich von der Haltstellung überzeugt hat. Es ist nicht notwendig, daß ein Beamter der Strecke bei der Befehlsübermittlung mitwirkt, was unter Umständen, wenn selbsttätige Signale vorhanden sind, überhaupt nicht möglich ist. Auf die Forderungen der deutschen Vorschriften, daß der Zugschluß unter allen Umständen beobachtet werden muß, wird man nach Einführung der durchgehenden Bremse bei allen Zuggattungen verzichten können.

Falls die Streckenkenntnis des Führers nicht so weit geht, daß er die verschiedene Bewertung der Signale im Gedächtnis haben kann, muß man nach dem Vorbild der Amerikaner zwei verschiedene Signalförmlichkeiten einführen. Der Führer weiß dann stets, wie er sich den Signalen gegenüber zu verhalten hat.

Kommt man zu der Erkenntnis, daß es im Sinne der Leistungssteigerung einer mit Zugüberwachung ausgerüsteten Strecke liegt, wenn Blocksignale überfahren werden dürfen, so ist vor allem die Frage zu entscheiden, ob ein Zug, der auf ein Haltsignal trifft und dessen Führer die Gefahrstellung als solche richtig erkannt hat, halten soll oder ob er ohne zu halten weiterfahren darf, nachdem er die Geschwindigkeit auf eine dem Gefährzustand entsprechende verringert hat. Man findet, daß es ganz gleichgültig ist, ob der Zug hält oder nicht, wenn nur dafür gesorgt wird, daß der Zug im Gefahrenabschnitt die vorgeschriebene verminderte Geschwindigkeit beibehält und sie nicht etwa überschreitet. Die einfache Fahrsperrung, in welcher Form sie auch erscheint, löst die Schwierigkeit natürlich nicht. Ob der Blockwärter nach dem Halten des Zuges einen mündlichen oder schriftlichen Befehl zur Weiterfahrt erteilt, nachdem der Führer die Einwirkung der Fahrsperrung beiseite gelassen hat, ist belanglos, eine solche Mitwirkung erschwert nur den Zugbetrieb bei Störungen und gibt zu Verspätungen Anlaß. Man kann auch durch andre Mittel feststellen, ob der Führer die Haltstellung erkannt und darauf richtig gehandelt hat.

Will man aber erzwingen, daß der Führer auch die vorgeschriebene Geschwindigkeit einhält, so muß man die Vorrichtung im Sinn einer Geschwindigkeitsüberwachung erweitern, was selbstverständlich die Anlage verwickelter und dementsprechend kostspieliger macht. Man kann diese Geschwindigkeitsüberwachung in drei Richtungen ausbauen, erstens so, daß man ganz allgemein eine bestimmte Höchstgeschwindigkeit ganz ohne Rücksicht auf Signale nicht überschreiten läßt, zweitens so, daß man den Führer verhindert, im Gefahrenabschnitt eine vorgeschriebene Geschwindigkeit zu überschreiten,

drittens so, daß man die Fahrgeschwindigkeit des Zuges schon vor dem Haltsignal auf die vorgesehene Geschwindigkeit herabsetzt.

Erweitert man die Vorrichtung in diesem Sinne, wird ein Halten am Haltsignal ganz unnötig. Da auch der häufig gehörte Einwand hinfällig, daß Steigungen hinaufkletternde Güterzüge durch eine solche Vorrichtung zum Halten gebracht werden könnten, verständlich müssen Maßnahmen getroffen werden, die die Zeit zur Einhaltung der geringen Geschwindigkeit nicht zu sehr ausgedehnt wird, was bei langen Strecken, wie wir sie in Deutschland auf den Blockstrecken im allgemeinen haben, zu unerträglich späten Anlaß geben könnte. Der Grund, weshalb die Haltlage des Signals bedingte, kann nämlich schon nach dem Überfahren des Signals hinfällig werden, daß eine Weiterfahrt mit verringerter Geschwindigkeit unnötig wird. Man muß daher die Blockstrecken kürzen, was wegen der Vermehrung der Signale handbedienten Signalen natürlich sehr unwirtschaftlich wird, oder aber Maßnahmen treffen, die dem Führer rechtzeitig Kenntnis von der Änderung des Signalzustandes geben.

Aber selbst nach Einführung der Geschwindigkeitsüberwachung liegt theoretisch kein Hinderungsgrund vor, einen unachtsamen Führer vor, daß er auch bei langsamer Fahrt einen Unfall verursacht.

Das Halten am Signal kann vermieden werden, wenn die Sicherheit vorhanden ist, daß der Lokomotivführer die Stellung des Signals richtig erkannt und entsprechende Maßnahmen ergriffen hat, d. h. die Geschwindigkeit erheblich vermindert hat. Man muß nun eine Kontrolle hat, daß der Führer die Stellung erkannt und ohne eine selbsttätige Bremsung auf die Bremse den Zug selbst abgebremsen kann, man eine mit einem Zählwerk versehene Vorrichtung, den sogenannten Wachsamkeitshebel, führen. Der Führer kann durch Umlegen dieses Hebels der selbsttätigen Bremsung eines Zuges zuvorkommen, wenn er gleichzeitig durch Bedienen des Führerhebelventils die Geschwindigkeit seines Zuges herabsetzt. Unterläßt er nach Überfahrt des Haltsignals das Umlegen des Hebels, so tritt nach einer gewissen Zeit eine selbsttätige Bremsung ein. Diese Maßnahme ist deshalb notwendig, damit der Führer durch Festbinden des Hebels nicht die ganze Anlage außer Betrieb setzt. Als Beispiel ist hier trotz alledem die Gefahrenmöglichkeit ganz ausgeschaltet. Legt der Führer den Wachsamkeitshebel zurück und bedient er die Bremsung genügend, so kann, wenn nicht eine Geschwindigkeitsüberwachung vorhanden ist, wie ein am 16. November 1926 in Fort Wayne in Amerika stattgefundener Zusammenstoß zeigt, noch ein Unfall eintreten⁶⁾.

Grundzüge der Überwachung fahrender Züge

Es bestehen nun folgende Einrichtungen, die auf den fahrenden Zug einzuwirken:

1. Zughaltevorrichtungen,
2. Zugüberwachungseinrichtungen,
3. Zugüberwachungseinrichtungen mit Geschwindigkeitsreglung.

Der Fall 1 ist auch unter dem Namen Fahrsperrung bekannt, er bedeutet ein völliges Halt für den Zug. Er wird jedoch gewöhnlich mit dem Fall 2 vereinigt, da es, wie man gesehen haben, ein vollständiges Halt im allgemeinen nicht mehr gibt.

In Abb. 1 bis 4 werden diese Fälle erläutert. Die Bremsverzögerungen sind beliebig angenommen, die Zuggattung — Personen- oder Güterzug — entsprechend abgestuft. In Abb. 1 bis 4 ist A der Punkt, wo die Fahrsperrung oder die Zugüberwachungseinrichtung zu beginnen, auf Bremsentfernung vom Hauptsignal an zu setzen. Das wäre, auf unsere Verhältnisse übertragen, der Standort des Vorsignals. Ob dieser Punkt als Güterzug bezeichnet ist, sei einstweilen dahingestellt. In Abb. 1 ist die einfache Fahrsperrung dargestellt. Bei Ein-

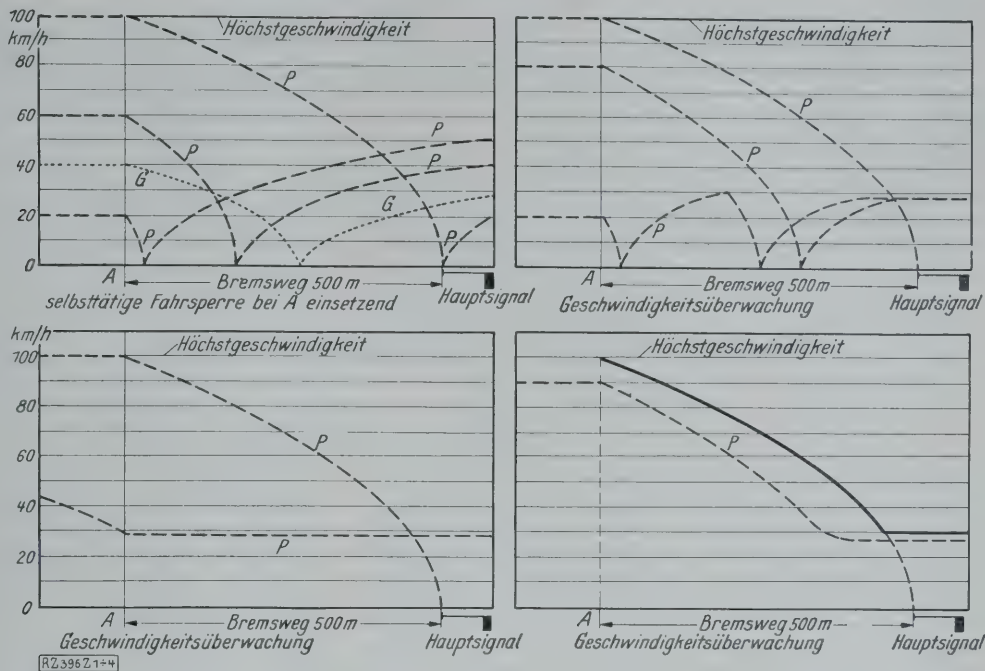
⁶⁾ „Railway Signaling“ Bd. 20 (1927) S. 16.

⁷⁾ „Railway Signaling“ Bd. 16 (1923) S. 157 u. f.

Abb. 1 bis 4
Vergleich verschiedener
Zugüberwachungs-
einrichtungen auf die
Zugbremsung
(nach Dodgson)

Abb. 1 selbsttätige Fahr-
sperre, bei Abb. 2 bis 4 Ge-
schwindigkeitsüberwachung

P Personenzug
G Güterzug



Zugüberwachungseinrichtung kommt der Zug vor dem
halt stehenden Signal zum Halten. Hat der Führer
den Wachsamkeitshebel, so muß er zuerst zum Beseiti-
gen der Fahrsperrung halten, und wenn er dann ohne wei-
teres das auf Halt stehende Signal nicht überfahren darf,
wird ein weiterer Aufenthalt die Folge sein, was die Fahr-
zeit natürlich unnötig verlängert. Hierzu kommt
noch, daß man die Entfernung des Bremspunktes nach
den längsten an der Stelle vorkommenden Bremsweg be-
rechnen muß.

Bei den städtischen Schnellbahnen spielt dieser
Faktor keine Rolle, weil infolge der Gleichartigkeit der
Zugarten alle Züge denselben Bremsweg haben.
Nur auf Vollbahnen, wo den verschiedenen
Zuggattungen entsprechend alle möglichen Brems-
wege vorkommen können. Abb. 1 verdeutlicht dies. Der
100 km/h fahrende Personenzug wird, wenn die Fahr-
sperre bei A wirkt, am Signal zum Halten kommen, wäh-
rend nur mit 60 km/h fahrende Zug gleicher Gattung
auf eine größere Entfernung vor dem Signal hält.
Dem Zug mit 20 km/h Geschwindigkeit ist es noch
ungünstiger. Die Bremswege betragen nach Abb. 5, Schau-
bild, für die eben angezogenen Fälle etwa 500, 180 und
100 m. Der am langsamsten fahrende Zug würde etwa
50 m vor dem Signal zum Halten kommen.

Nach Unterlagen der Firma Knorr-Bremse A.-G., Berlin-Lichtenberg.

460 m vom Standort des Signals zum Halten kommen, wenn
man 500 m ohne Rücksicht auf verschieden wirkende Brems-
en als höchste Bremsentfernung ansieht. Macht man noch
Sicherheitszuschläge auf die Entfernung des Bremspunktes
vom Signal, so wird der Zustand viel ungünstiger. Ein
voll beladener Güterzug mit 33 vH Bremsachsen würde
nach Abb. 5, Schaulinie d, bei der in Abb. 1 angenom-
menen Geschwindigkeit von 40 km/h einen Bremsweg von
etwa 280 m haben, also auch 220 m vor dem Signal zum
Halten kommen. Man könnte nun vorschreiben, daß ein
durch die Fahrsperrung gestellter Zug so lange liegen bleibt,
bis das vor ihm liegende Signal auf Fahrt geht, oder aber
es dürfen die auf größere Entfernung gestellten Züge an
das Signal herankommen, wenn es endgültig ist, oder ohne
weiteres, wenn es bedingt ist, darüber hinausfahren. Theo-
retisch denkbar wäre es, daß der Führer des gestellten
Zuges das absolute Haltsignal jetzt überfährt, eine Mög-
lichkeit, dies zu verhindern, gibt es nicht. Ist das Signal
aber bedingt, so ist keine Vorrichtung vorhanden, die es
verhindern könnte, daß der Führer am Signal eine Ge-
schwindigkeit erreicht, die nach den Vorschriften unzu-
lässig ist.

Will man annähernd gleiche Bremswege erzielen, um
die Züge ungefähr an derselben Stelle vor dem Haltsignal
zum Stehen zu bringen, so müssen sämtliche verschiedenen

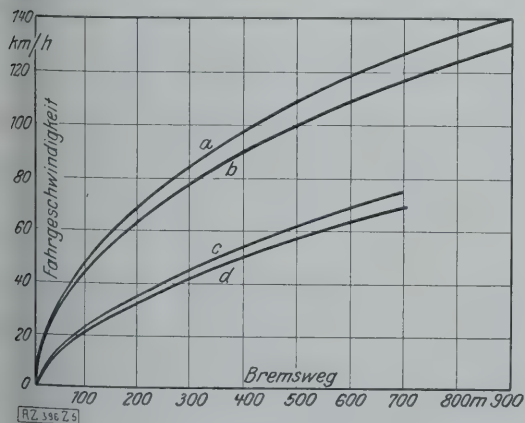


Abb. 5

Bremsung bei der Kunze-Knorr-Bremse

- a Zuggewicht 838 t, Bremse S Absperrhahn in Stellung I, III
- b 1023 t, " " " " " " " " " " " "
- c Bremse G, unbeladener Güterzug von 860 t, " " " " " "
- d vollbeladener " 1750 t, " " " " " "

bei c und d ein Drittel aller Wagen gebremst.

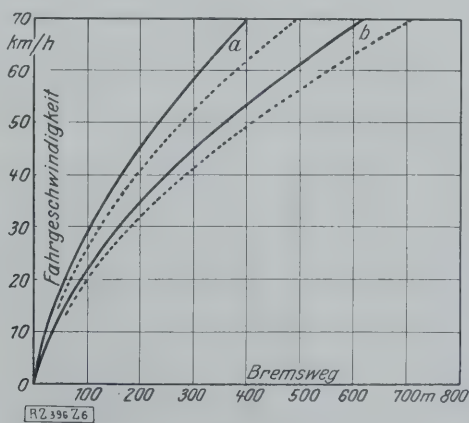


Abb. 6

Bremsung bei der Kunze-Knorr-Bremse,
120 Achsen, zwei Lokomotiven, Güter-
zugbremse

- a alle Wagen gebremst,
- b ein Drittel der Wagen gebremst,
- Zuggewicht (leere Wagen) 860 t,
- " (belastete Wagen) 1750 t

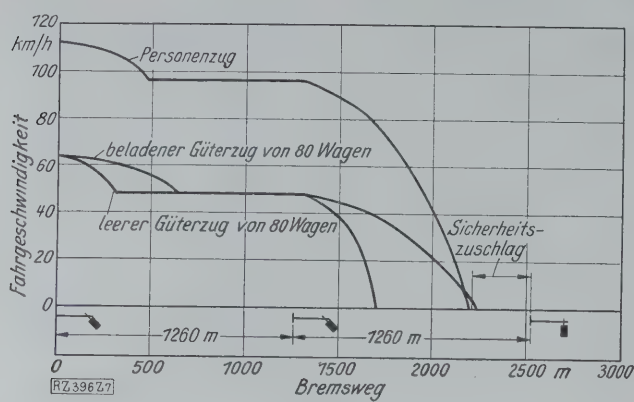


Abb. 7

Bremswege bei der Westinghouse-Bremse

Zuggattungen vorher auf Geschwindigkeiten gebracht werden, die ungefähr gleiche Bremswege ergeben. Nehmen wir z. B. einen Bremsweg von 400 m (wozu noch ein Sicherheitszuschlag käme), so könnte nach Abb. 5 und 6 ein Schnellzug am Bremspunkt etwa 97 km/h haben, ein Personenzug 89 km/h, ein vollbeladener Güterzug 62 km/h, ein leerer Güterzug 70 km/h, wenn alle Wagen gebremst werden, jedoch ein vollbeladener Güterzug 49 km/h, ein leerer Güterzug 53 km/h, wenn nur ein Drittel der Wagen gebremst sind. Diese Werte sind nach Unterlagen der Knorr-Bremse berechnet.

In Abb. 7 sind diese Verhältnisse für die Westinghouse-Bremse nach amerikanischen Angaben dargestellt. Will man ganz sicher sein, daß diese Geschwindigkeiten auch wirklich erzielt werden, so muß man einen Zusatzbremspunkt einführen. Dieser Zusatzbremspunkt — es handelt sich hier um kurze Blockstrecken — liegt bei dem linken Signal, und der eigentliche Gefahrenbremspunkt am mittleren unmittelbar vor dem Haltsignal stehenden Signal. Es sei dahingestellt, ob die vorhandenen Bremsysteme eine derartige Beeinflussung gestatten. Im allgemeinen werden sich die Bremsen, wenn sie selbsttätig zum Ansprechen gebracht werden, nicht wieder so schnell lösen, daß die dargestellte Fahrlinie herauskommt. Für jede Zuggattung, jedes Zuggewicht und für die Anteile der Bremsachsen muß die Druckverminderung auf der Lokomotive besonders einstellbar sein, was die Einrichtung sehr verwickelt macht.

Soll diesen Forderungen der Geschwindigkeitsüberwachung Rechnung getragen werden, so muß die einfache Zugüberwachung in dieser Richtung erweitert werden. Man kann hier drei Fälle unterscheiden, Abb. 2 bis 4. Die Güterzüge sind hier fortgelassen, da sie das Endergebnis nicht beeinflussen. Vorrichtungen, die nach der Anordnung in Abb. 2 arbeiten, bringen zwar alle Züge, gleichgültig mit welcher Geschwindigkeit sie den Bremspunkt überfahren, zum Halten, soweit sie nicht einen Wachsamkeitshebel haben; sie verhindern jedoch, daß nach dem Halten der Zug eine bestimmte Geschwindigkeit — in unserm Beispiel eine Geschwindigkeit von 30 km/h — überschreitet. Geschieht dies doch, so wird der Zug von neuem abgebremst.

Das Bremsen bis zum Stillstand bei Zügen, die am Bremspunkt bereits die vorgeschriebene Geschwindigkeit von 30 km/h haben, ist unnötig und verzögert nur. Vorrichtungen nach Abb. 3 entsprechen diesen Forderungen. Abgebremst werden nur Züge, die eine höhere Geschwindigkeit als 30 km/h am Bremspunkt haben und solche, die etwa hinter dem Bremspunkt die vorgeschriebene Geschwindigkeit überschreiten.

Eine noch günstigere Lösung wäre eine Vorrichtung nach Abb. 4. Hier ist als Begrenzung eine Bremslinie für die höchste vorkommende Geschwindigkeit zugrunde gelegt. Die Vorrichtung wirkt nur bei solchen Zügen, die die Grenzlinie (dick ausgezogen) zu überschreiten versuchen. Fährt ein Zug entsprechend der gestrichelten Linie, so wird nicht selbsttätig gebremst.

Die Anwendung der Geschwindigkeitsüberwachung bei dreistelligen Signalen ergibt sich aus Abb. 8 bis 10. Man hat in Amerika die dreistelligen Signale „Halt“,

„Vorsicht“ und „Frei“ bei kurzen Blockstrecken geführt. Werden nämlich die Abschnitte so kurz, daß Vorsignal des nächsten Hauptsignals sich mit dem signal des rückliegenden Hauptsignals am gleichen Ort befindet, so kann man leicht die beiden Signale in einem Signalbild vereinigen, Abb. 11. Ein Zug, der nicht allein durch ein Haltsignal gedeckt, sondern am Anfang des rückliegenden Abschnitts wird durch ein Vorsichtsignal darauf aufmerksam gemacht, daß er am nächsten Signal ein „Halt“ zu erwarten hat. Bei bedingten Signalen kann dieser Vorsicht mit wesentlich höherer Geschwindigkeit befahren werden als der Gefahrenabschnitt, vorausgesetzt, daß der Zug am Haltsignal die hierfür vorgeschriebene Geschwindigkeit erreicht hat. Selbstverständlich bedingte dreistellige Signale nur dort Vorteile, wo, wie bei kurzen Blockstrecken vorhanden sind. Bei den üblichen langen Abschnitten würden unerträgliche Spätungen entstehen, wenn die Züge gezwungen wären, diese Vorsichtsabschnitte langsam zu befahren, bevor sie kurz nach Einfahrt in den Vorsichtsblock Grund zur Langsamfahrt bereits behoben ist, bevor die nächste Signal bereits auf Fahrt gegangen ist.

Jetzt sind auch Abb. 8 bis 10 ohne weiteres verständlich; sie stellen verschiedene Arten der Zugbeeinflussung bei dreistelligen Signalen dar. In Abb. 8 muß der Zug bereits am Punkt A vor dem Signal in Vorsicht die Geschwindigkeit erreicht haben, die für die durch den Block bei dieser Signalstellung vorgeschriebene Geschwindigkeit ist, während dies für Vorrichtungen nach Abb. 9 nicht nötig ist. Im Falle nach Abb. 9 tritt eine tätige Bremsung ein, wenn der Zug eine beim Vorsichtsignal beginnende Begrenzungslinie (die Bremslinie) überschreitet. Die Begrenzungslinie geht dann über die Wagerechte bei der zulässigen für den Vorsicht vorgeschriebene Mittelgeschwindigkeit über und auf eine neue Grenzlinie, deren Endpunkt am Haltsignal liegt. Am Schnittpunkt der zweiten Grenzlinie wird die Mittel-Geschwindigkeitsbegrenzung bei B liegt der Bremspunkt für „Niedrige Geschwindigkeit“ oder je nachdem das Signal absolut oder bedingt ist.

Während im Falle von Abb. 8 eine starke Beeinflussung in der Leistungsfähigkeit der Bahn entsteht, ist im Falle von Abb. 9 geringer wird, ist es besonders retisch im Falle von Abb. 10 fast ganz vermieden.

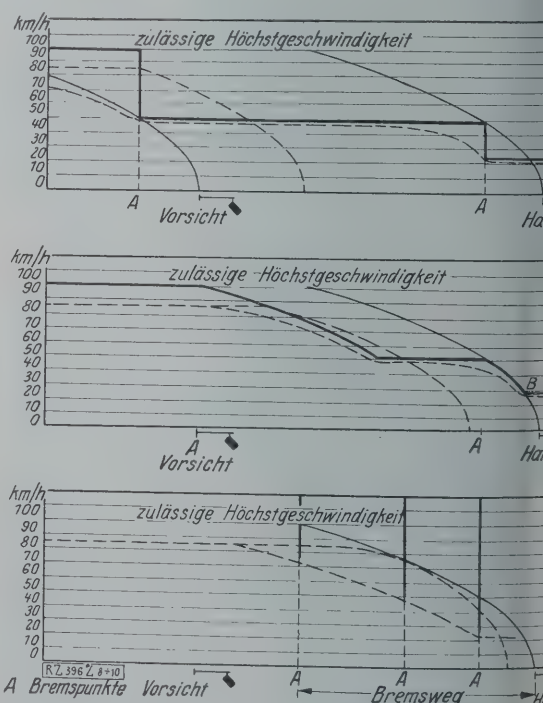
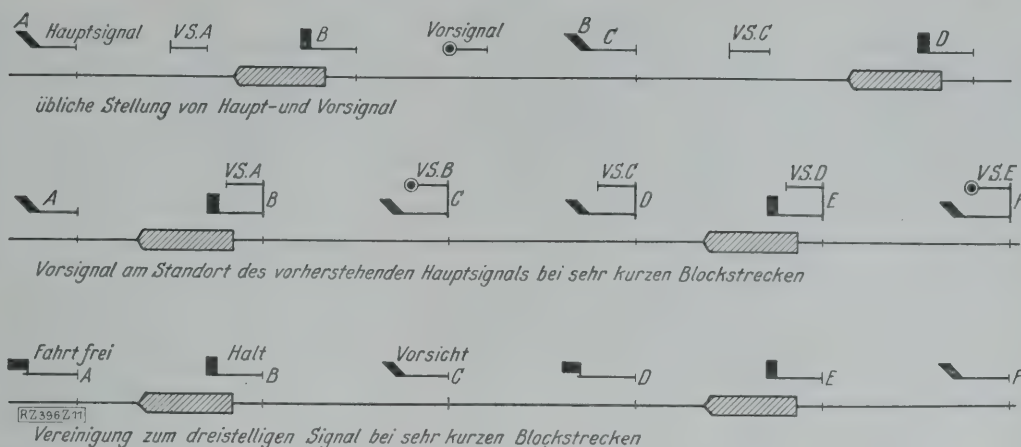


Abb. 8 bis 10

Wirkung verschiedener Zugüberwachungseinrichtungen auf das Zugbremsen (nach Dodgson)

Abb. 11
Übergang vom
zweistelligen
zum dreistelligen
Signal



verschiedenen Bremspunkte wird eine annähernd der Linie entsprechende Geschwindigkeitsverminderung ist. Ist die Geschwindigkeit des Zuges beim Eintritten in einem der Bremspunkte zu groß, so wird der Zug auf die entsprechende vorgeschriebene Geschwindigkeit abgebremst, falls nicht Vollbremsung eintritt.

Bei allen bisher besprochenen Anordnungen liegt der Bremspunkt auf Bremslänge vor dem Signal. Für die Bedienung ist es ganz gleichgültig, wo die Bremsung liegt, vorausgesetzt, daß die Signale auf „Fahrt“ stehen. Die Lage des Bremspunktes muß aber bezeichnet werden, damit der Führer ein Überfahren des Bremspunktes und ein selbsttätiges Auslösen der Bremse vermeiden kann. Es wurde vorgeschlagen, daß das Vorsignal, das gewöhnlich auf Bremsentfernung vom Hauptsignal steht, die Lage des Bremspunktes bezeichnen soll. In den jetzigen Verhältnissen fährt ein Führer scharf auf das Vorsignal heran, und, wenn er es in Warnstellung sieht, bedient er die Bremse. Legt man aber den Bremspunkt an den Standort des Vorsignals, so kann man auf Bremsentfernung vor dem Vorsignal dem Führer bereits die Stellung des Vorsignals bekanntgeben, eine Zwangsbremse vermeiden wird; denn die Zwangsbremse muß unter allen Umständen eine Notwendigkeit sein. Der Führer wird also, wenn er rechtzeitig von der Stellung des Vorsignals benachrichtigt wird, vor ihm halten und dort den Wechsel abwarten, wenn er nicht noch einmal am Hauptsignal zum Stehen kommt. Das eigentliche Hauptsignal wird dadurch hindurch und könnte verschwinden, das Vorsignal wird zum eigentlichen Hauptsignal.

Man kann nun auch den Bremspunkt an das Signal legen. In jedem Falle muß erreicht werden, daß eine Schutzstrecke zwischen dem Bremspunkt und dem Ende des vorhergegangenen Zuges vorhanden ist. In diesem Falle muß diese Schutzstrecke über das Signal gelegt werden, oder mit andern Worten, die Blockstrecke muß eine Überlappung aufweisen. Das rückwärtige Signal kann nicht eher auf Fahrt gehen, ehe diese Schutzstrecke von dem vorhergegangenen Zug geräumt ist. Hält aus irgendeinem Grunde der vorhergegangene Zug nach Räumung der Schutzstrecke, so muß der nächste Zug, wenn er aus Unachtsamkeit die Haltsignale überfährt, durch die Überlappungseinrichtung gestellt werden, ehe er den vorhergegangenen Zug erreicht hat. Diese Anordnung hat große Vorteile, weil die Stellung des Bremspunktes eindeutig bestimmt ist. Der Lokomotivführer muß nur dort zu halten, wo er zu halten gezwungen ist, d. h. am Signal selbst. Die Anordnung hat den Nachteil, daß bei Bahnhöfen mit Weichen das Hauptsignal um die Schutzstrecke herausgeschoben werden muß, was die Stationszeit verlängert. Außerdem muß für den Führer, dessen Zug durch die Vorrichtung zum Halten gekommen ist, oft schwer, nach rückwärts die Stellung des eben überfahrenen Signals zu erkennen. Ist das Signal nicht bedingt, d. h. darf er nicht zu einer bestimmten Zeit ohne weiteres seine Fahrt fortsetzen, so geht bei langen Überlappungen viel Zeit verloren.

Es gibt noch eine dritte Möglichkeit: das Vorsignal auf Bremsentfernung vor dem Bremspunkt aufzustellen, der wiederum auf eine weitere Bremsentfernung einschließlich Sicherungszuschlag vom Hauptsignal entfernt ist. Das zweimalige Halten wird dabei allerdings auch nicht vermieden, abgesehen davon, daß das Vorsignal auf eine übermäßig große Entfernung vom Hauptsignal stehen würde. Kann der Führer das Hauptsignal vom Vorsignal aus nicht übersehen, so kann das Hauptsignal trotz der Warnstellung des Vorsignals bei der Vorbeifahrt bei diesem längst auf Fahrt gegangen sein, ohne daß der Führer es bemerkt hat. Er wird also unnötigerweise am Bremspunkt halten, dem er nicht ansehen kann, ob er in Sperrstellung steht oder nicht. Solange wir noch Flügelsignale mit ihrer großen Bauhöhe verwenden, wird man im allgemeinen vom Vorsignale aus das Hauptsignal erkennen können. Führen wir aber Lichtsignale ein, deren Eigenschaften eine niedrige Lage verlangen, so wird man zwangsmäßig zu dem Bremspunkt am Hauptsignal geführt.

Bei allen diesen Anordnungen wurde stillschweigend vorausgesetzt, daß Zwangsbremse vorhanden ist. Wie bereits oben erwähnt, sind sich die Fachleute über die Frage noch nicht einig, ob es wirklich notwendig ist, die Beeinflussung auf die Bremse auszuweiten. Auch die neueren deutschen Versuche lassen es noch ungewiß, ob man sich dem amerikanischen Beispiele anschließen soll.

In der Praxis ist die Entscheidung, ob man Zwangsbremse verwenden soll oder nicht, eine reine Frage der konstruktiven Durchbildung der Bremsen und ihrer Leistungsfähigkeit. Die zweckmäßige Einstellung der Bremse durch den Führer kann niemals durch eine Fremdauslösung erreicht werden. Der Führer stuft, um ein Auflaufen der Wagen zu vermeiden, besonders beim Beginn der Bremsung leicht ab. Nach Art der Züge, ihrer Länge, ihrem Gewicht und ihrer Geschwindigkeit muß die Bremsbedienung verschieden sein. Eine abgestufte Bremsbedienung verlängert zwar den Bremsweg gegenüber einer Schnellbremsung, aber bei steigender Zuglänge wächst die Notwendigkeit, die Bremszeit zu vergrößern, damit die Stöße im Zuge vermieden und die Zeitunterschiede im Ansprechen der Bremsen in den einzelnen Fahrzeugen verringert werden.

Bei Personenzügen sind im allgemeinen, da das Verhältnis der Zahl der Bremsachsen zur Gesamtachsanzahl des Zuges stets dasselbe und gewöhnlich sehr hoch ist, die Bremswege wenig verschieden, während bei Güterzügen die Unterschiede sehr beträchtlich sein können. Bei ihnen wird der Bremsweg mit wachsender Zuglänge, steigendem Zuggewicht und Verminderung der Bremsachsenzahl schneller steigen als bei Personenzügen.

Im allgemeinen wird wohl jedesmal durch eine mechanische Betätigung eine Vollbremsung zustande kommen. Würde man wirklich eine solche Bremse konstruieren können, bei der eine mechanische Betätigung derjenigen durch den Führer gleicht, so brauchte man diese Stufenbetätigung nur bei Güterzügen vorzusehen.

Augenblicklich sind aber die Bremsen noch nicht so weit entwickelt, daß den Forderungen von Abb. 1 bis 4 und 8 bis 10 zu genügen sein wird. In Wirklichkeit werden die Geschwindigkeitsdiagramme eines Zuges ganz anders aussehen. Ein vorsichtiger Führer wird stets vermeiden, an die Grenzlinie zu nahe heranzugehen, um sich nicht der Gefahr eines fortgesetzten Haltens auszusetzen. Die Beeinflussung des Fahrplans durch die Zug- und Geschwindigkeitsüberwachung wird sich daher häufig unangenehm bemerkbar machen.

Die Vorrichtungen der Zugüberwachung

Das Ziel, eine Wirkung auf einen fahrenden Zug auszuüben, ist nun auf verschiedenem Wege zu erreichen. Hier sollen alle Konstruktionen unberücksichtigt bleiben, die Druckluft, Dampf oder den Schall als Übertragungsmittel verwenden. Auch die Beeinflussung durch elektrische Wellen soll nicht besprochen werden. Derartige Vorschläge sind häufig recht geistreich erdacht, aber teilweise beruhen sie auf falschen Voraussetzungen, oder aber die Störungsmöglichkeiten sind bei dem heutigen Stand der Technik noch zu groß, als daß sie mit den bereits ausgebildeten Vorrichtungen in ernsten Wettbewerb treten können. Die vorhandenen Vorrichtungen zerfallen in folgende Untergruppen⁹⁾:

Art der Überwachung	Art der Übertragung	Art der Ausführung
(I) Punktüberwachung	(A) Mit Berührung	(1) Rein mechanischer Anschlag (2) Elektrisch überwachter mechanischer Anschlag (3) Unterbrochener elektrischer Kontakt
	(B) Ohne Berührung	(1) Durch Induktion (2) Durch einen an sich stromlosen Geber (3) Durch eine unmagnetische Schiene
(II) Fortlaufende Überwachung	(A) Mit Berührung	(1) Durch dritte Schiene oder besonderen Leiter
	(B) Ohne Berührung	(1) Durch Induktion

Es dürfte zu weit führen, hier alle Konstruktionen aufzuführen; ich will nur die wichtigsten besprechen. Bei den Vorrichtungen nach (I, A) findet eine Berührung zwischen ortfesten Teilen und solchen am Zuge statt. Es muß also ein Teil in das Profil des andern ragen, was zu Unzuträglichkeiten geführt hat. Bei den Versuchen hat es sich oft herausgestellt, daß Teile der Streckenausrüstung durch Verschieben der Ladung abgerissen worden sind. Außerdem sind bei hohen Geschwindigkeiten Konstruktionen, die durch einen Anschlag betätigt werden, häufig nicht verwendbar. Bei städtischen Schnellbahnen mit den verhältnismäßig geringen Geschwindigkeiten können sie allenfalls noch zugelassen werden, bei den im Vollbahnbetriebe vorkommenden Geschwindigkeiten sind sie den mechanischen Beanspruchungen nicht gewachsen.

Die am meisten verbreitete Konstruktion einer einfachen Fahrsperrung nach (I, A 2) ist die vom Blockwerk der Siemens & Halske A.-G. für die Berliner Hochbahn und die Nordsüdbahn gelieferte¹⁰⁾. Entweder befindet sich oben ein beweglicher Arm, der von einem Motor angetrieben wird und in der Sperrlage gegen einen Anschlag schlägt, der wiederum die Bremse betätigt, oder aber der Arm befindet sich neben der Schiene, Abb. 12 und 13, und schlägt mit der gleichen

Wirkung gegen einen Anschlag an der Achsbüchse hochliegende Anschlag hat den Nachteil, daß Fahrzeugschwankungen das Ineinandergreifen nicht immer gewährleistet ist; der tiefliegende, durch Schnee in seiner Beweglichkeit beeinflusst kann, daher nur im Tunnel verwendbar ist. Auch die tiefliegenden Teile der Fahrzeugausrüstung durch Oberbauarbeiten beschädigt werden. Überdies auch hier die Fahrsperrung in das Wagenprofil hinein.

Weitaus wichtiger sind die elektromechanischen Vorrichtungen, die auf mechanischem Wege einen Anschlag (I, A 3). Sie benutzen zur Übertragung des Stromes eine mehr oder weniger lange neben der Schiene liegende metallische Rampe, auf der ein Bügel gleitet. Zur Vermeidung des heftigen Anschlages sind die Rampen mit einem leicht geneigten Auflaufstück versehen. Diese Rampen, in Frankreich wegen ihrer Form

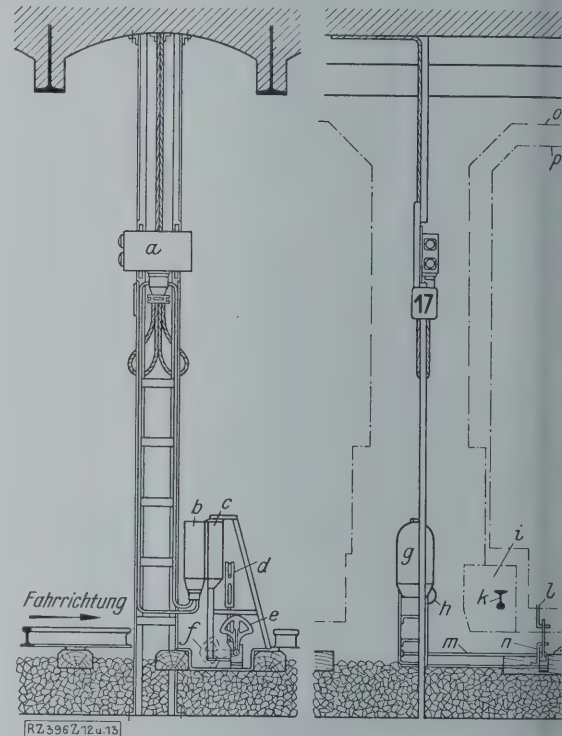


Abb. 12 und 13
Fahrsperrung der Berliner Nordsüdbahn
Bauart Siemens & Halske

- | | | |
|-----------------------------|--|---|
| a Blocksignal (Lichtsignal) | h Gewicht zum Rückstellen in die Sperrlage | i drehbarer Hebel am untergestellten Antriebsachs |
| b Kabelanschluß | i Profil des Stromschienenzubehörs | m Sperrhebel |
| c Motorantrieb | k Stromschiene | n lichter Rau |
| d Triebkurbel | | p Wagenprofil |
| e Hebel in Sperrlage | | |
| f Freilage | | |
| g Motorantrieb | | |

„kodil“ genannt, werden vielfach benutzt. Abb. 14 zeigen eine derartige Ausführung, die in Amerika der American Train Control ausgeführt wird¹¹⁾.

Der Tender trägt hier einen senkrecht beweglichen Kontaktshuh, der am Bremspunkt auf eine Kontaktstange aufläuft und dadurch angehoben wird. Über dem Kontaktstück und zwei Kontaktfedern a und b wird der Stromkreis eines elektrischen Bremsventils geschlossen. Der Strom der Lokomotive fließt in der durch Pfeile dargestellten Richtung. Wird der Kontaktshuh angehoben, so wird der Stromkreis geschlossen, da die Kontaktfeder b auf einem Isolierstück gleitet, unterbrochen, das elektrisch betätigte Bremsventil wird daher stromlos; die Luft kann aus der Bremszylinder entweichen und die Bremse spricht an. Die Kontaktstange der Strecke wird durch eine Stromquelle gespeist, deren Stromkreis von einem Flügelkontakt-Signal geöffnet oder geschlossen wird. Ist das

⁹⁾ Railway Engineering and Maintenance Cyclopaedia, New York 1926, S. 851.

¹⁰⁾ Siemens & Halske A.-G., Blockwerk, Siemensstadt, Druckschrift 169 (1927).

¹¹⁾ „Railway Signaling“ Bd. 15 (1922) S. 101.

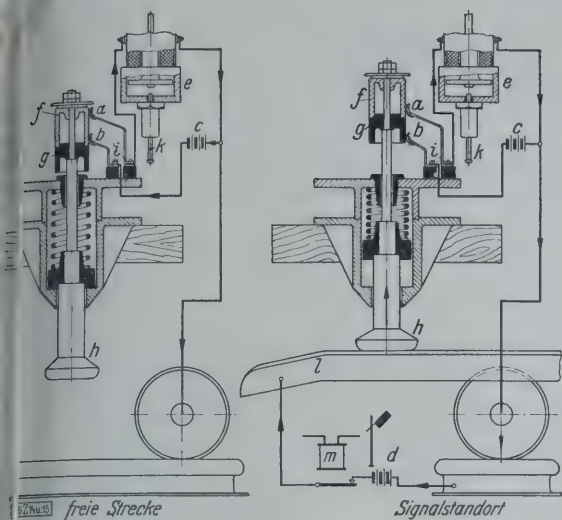


Abb. 14 und 15

Elektromechanische Fahrsperrung mit unterbrochenem Kontakt

- | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| a Kontaktfedern | e elektrisch gesteuertes Ventil | i Klemmen |
| b Stromquelle auf der Lokomotive | f Kontaktstück | k Wiederherstellungsdruckknopf |
| c Rückstromquelle | g Isolierstück | l Kontaktschiene |
| | h Kontaktschuh | m Signalrelais |

Wiederherstellung, während der Kontaktschuh über die Schiene gleitet, so wird ein neuer Stromkreis geschlossen: Stromquelle *d* — Kontaktschiene — Kontaktschuh — Kontakt *a* — elektrisch betätigtes Ventil — Lokomotiv — Fahrleitung zur Stromquelle *d* zurück. Die Stromquelle *c* ist also jetzt durch die Stromquelle *d* ersetzt, das elektrisch betätigte Ventil bleibt infolgedessen geschlossen und die Bremse gelöst. In der Haltstellung des Signals ist die Rampe stromlos, so daß es zu einer selbsttätigen Bremsung kommen muß. Damit nun aber beim Herabgleiten des Kontaktschuhs von der Rampe das elektrisch betätigte Ventil durch den wiederhergestellten Lokomotivstromkreis die Bremsleitung unterbricht und die Bremsung unterbricht, ist die Fallhöhe der Ventillanker so groß, daß der Einwirkung der magnetischen Anziehungskraft im herabgefallenen Zustand entzogen ist und mit der Hand durch den sogenannten „Wiederherstellungsknopf“ angehoben werden muß.

Alle Zugüberwachungseinrichtungen müssen derartigen Wiederherstellungseinrichtungen versehen sein. Soll ein Halten erzwungen werden, so sind sie am besten außerhalb des Führerstands anzubringen, damit der Führer, wenn er verlassen will, den Stand verlassen muß. Um zu verhindern, daß dieser Wiederherstellungsknopf oder -hebel

festgebunden wird, wodurch die Vorrichtung außer Betrieb gesetzt würde, ist Vorsorge zu treffen, daß dann die Bremse nicht gelöst werden kann.

Größere Beachtung verdienen die Einrichtungen, die auf alle mechanische Berührungen zwischen Teilen am Fahrzeug und solchen am Gleis verzichteten (I, B). Sie bieten gegenüber den eben beschriebenen den Vorteil, daß durch Stoß usw. keine Beschädigungen an den Teilen vorkommen können, die die Einrichtungen außer Betrieb setzen würden.

Die meiste Aussicht auf Erfolg haben die Vorrichtungen, die als Übertragungsmittel die elektrische Induktion oder die Fernwirkung von permanenten oder Elektromagneten benutzen. Selbstverständlich verbrauchen derartige Vorrichtungen viel Energie. Man baut an den Bremspunkten am Gleis Dauermagnete ein, die auf Elektromagnete am Fahrzeug wirken. Führt nun ein Zug über einen derartigen Dauermagneten, so wird das Feld des Elektromagneten auf der Lokomotive geschwächt, was wiederum auf den Stromverlauf eines Relais auf der Lokomotive zurückwirkt. Dieses Relais unterbricht den Stromkreis des elektrisch betätigten Bremsventils, so daß die Bremse anspricht. Um zu verhindern, daß bei Fahrtstellung des Signals eine Einwirkung auf die Bremse stattfindet, hat der Dauermagnet eine von einer besonderen Stromquelle gespeiste Wicklung, die in diesem Fall ein dem Felde des Dauermagneten entgegengesetztes Feld erzeugt, so daß die Wirkung auf den Elektromagneten der Lokomotive ausbleibt. Diese Vorrichtungen arbeiten auch nach dem Ruhestromverfahren, d. h. im Fall einer Störung der Streckenstromquelle wird gebremst. Sie haben jedoch den Nachteil, daß sie zweier Stromquellen, einer am Gleis und einer auf der Lokomotive bedürfen, die selbstverständlich viel Unterhaltung erfordern. Häufig wird am Gleis gar kein Strom zur Verfügung stehen oder nur sehr schwer zu beschaffen sein. Um diesem Übelstand zu begegnen, ist eine andere induktive Vorrichtung entworfen und ausgeführt worden, die ohne eine Stromquelle am Gleise auskommt, Abb. 16 bis 18¹²⁾.

An der Lokomotive oder am Tender ist ein Elektromagnet angebracht, der sogenannte Empfänger mit der Primärspule *a* und der Sekundärspule *b*. *a* erzeugt das notwendige magnetische Feld, auf das die Spule *b* keine Einwirkung hat. In Reihe mit der Sekundärspule *b* liegt ein Relais *c*, das in der Regel angezogen ist und den Stromkreis des elektrisch betätigten Bremsventils schließt. Der Empfänger hat einen lamellierten Eisenkern. Am Bremspunkt am Gleis ist ein sogenannter Geber angebracht, über den der Empfänger in etwa 50 mm Entfernung beim Vorüberfahren vorbeigleitet. Der Geber besteht auch aus einem lamellierten Eisenkern und einer Spule, die jeweilig bei Fahrtstellung des Signals durch einen Flügelstromschlüssel kurzgeschlossen, bei Haltstellung jedoch offen ist. Eine besondere Stromquelle ist am Gleis für diese Geberspule nicht notwendig.

Gleitet nun ein Empfänger über einen Geber hinweg, so wird das durch die Luft sich schließende Kraftlinienfeld der Empfängerspule dadurch in seiner Größe verändert, weil die Kraftlinien sich plötzlich über den Eisenkern des Gebers schließen und eine energische Feldverstärkung hervorrufen. Diese Feldverstärkung wird benutzt, um den Strom des Relais *c* so zu schwächen, daß der Anker zum Abfallen gebracht und der Stromkreis des elektrisch betätigten Ventils unterbrochen wird. In Abb. 18 ist der Verlauf der entstehenden Ströme in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen. Der Regelstrom im Relaiskreis liegt naturgemäß über der Abfallstromstärke des Relais. Bei der Annäherung des Empfängers an den Geber wird ein Strom in der Sekundärspule *b* gemäß der Halbwelle *d e f* erzeugt, der dem Strom in *b* entgegengesetzt ist. Die Gegenwirkung ist so stark, daß der Strom in *b* unter die Abfallstromstärke sinkt, worauf das Relais *c* seinen Anker losläßt. Die Schaltung des Relaiskreises ist derartig, daß es nach dem Abfallen

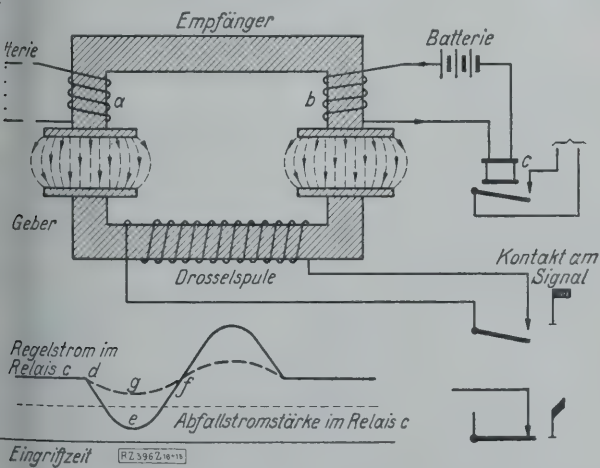


Abb. 16 bis 18

Induktive Punktüberwachung ohne Stromquelle am Gleis

- a Primärspule b Sekundärspule c Relais

¹²⁾ General Railway Signal Co., Rochester N. Y., Bulletin Nr. 138.

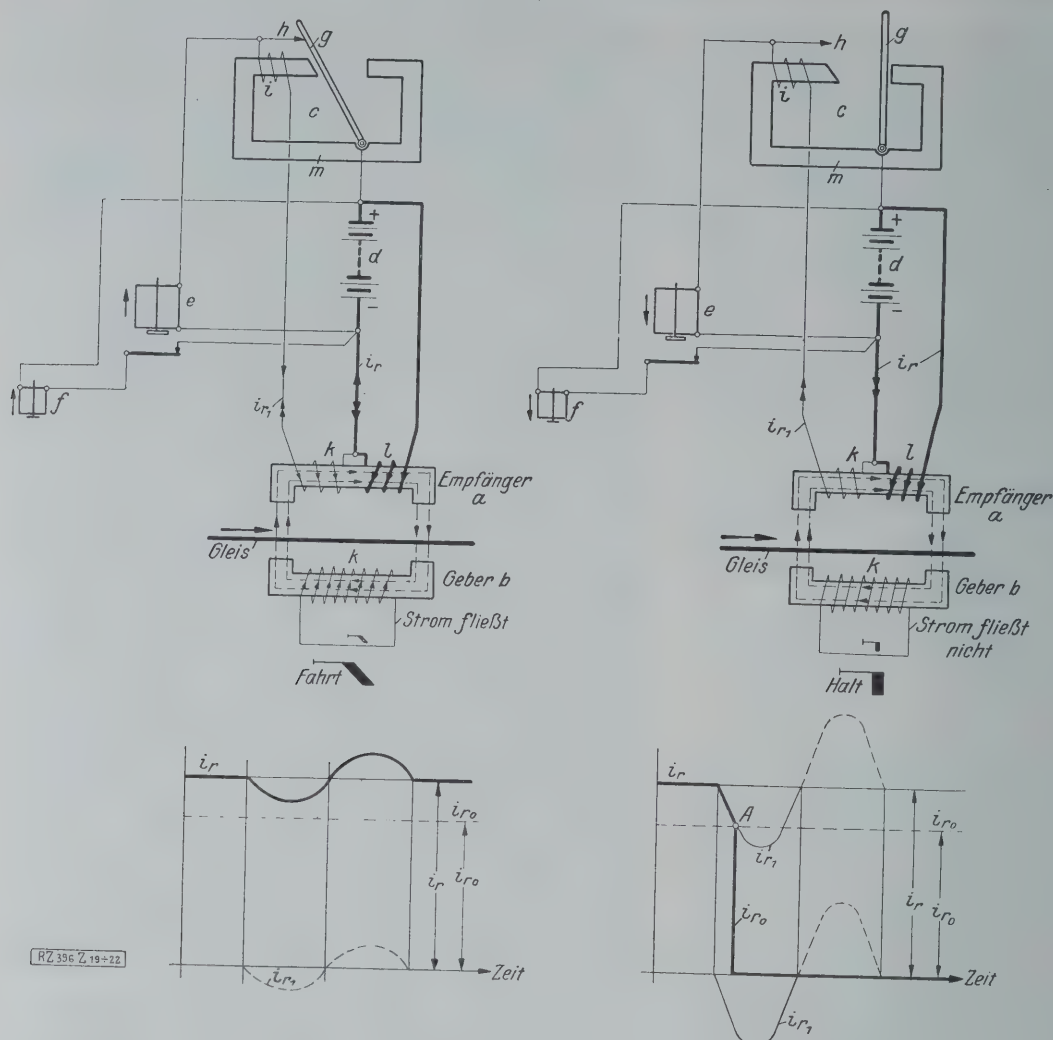


Abb. 19 bis
Wirkungsweise
richtung zur in-
Zugbeeinflussung
Siemens & H.

a Lokomotivemp-
b ortfester Geber
c polarisiertes R-
d Batterie
e Auslösemagnet
f elektro-pneuma-
Bremsventil
g Anker
h Kontakt
i Wicklung des l-
k Sekundärspule
Empfänger-
l Primärspule au-
Empfänger
m vormagnetisiert
i_r Relaisstrom
i_r0 Abfallwert des
i_r1 erste Halbwel-
duktionsstrom

nicht wieder anzieht, sondern erst nach Einwirkung eines Wiederherstellungsstromkreises.

Ist bei Signal auf „Fahrt“ die Geberspule kurzgeschlossen, so wird der plötzliche Anstieg des Kraftlinienfeldes mit Hilfe der induktiven Gegenwirkung der kurzgeschlossenen Geberspule gedämpft. Die Stromstärke schwankt hierbei nur nach der Linie $d\ g\ f$. Die Folge davon ist, daß nur eine verhältnismäßig schwache Gegenwirkung auf den Stromkreis des Relais c ausgeübt wird. Sie verläuft, da der Abfallstrom des Ankers nicht erreicht wird, unwirksam, und der Anker des Relais c bleibt angezogen.

Eine nach diesem und ähnlichem Grundsatz durchgebildete Zugbeeinflussung ist vom Blockwerk der Firma Siemens & Halske A.-G. für die Reichsbahn ausgeführt, Abb. 19 bis 22. Mit a ist der Lokomotivempfänger, mit b der am Signal fest angeordnete Geber bezeichnet. c stellt ein polarisiertes Relais auf der Lokomotive dar, dessen hufeisenförmiger Kern auf der rechten Seite als permanenter Magnet ausgebildet ist. Mit d ist die Batterie, mit e ein Auslösemagnet mit einem Kontakt und mit f das elektropneumatische Bremsventil bezeichnet.

Die Schaltung ist eine Ruhestromschaltung. In der Grundstellung, während der Zug auf freier Strecke fährt, fließt durch die Wicklung des polarisierten Relais der Überwachungsstrom auf dem Wege: Pluspol der Batterie — Anker g — Kontakt h — Wicklung i — Spule k — Minuspol der Batterie. Dieser Strom erregt die linke Polfläche des Magneten c , wodurch der Anker g angezogen wird.

Auf dem Eisenkern des Empfängers befindet sich die dauernd vom Batteriestrom durchflossene Spule l , die der Primärspule a in Abb. 16 entspricht.

In der Grundstellung wird der Auslösemagnet e über den Anker g und den Kontakt h von der Batterie mit Strom versorgt. Der Anker wird daher angezogen und durch seinen Kontakt die Leitung des elektrisch be-

tätigten Bremsventils f geschlossen bleiben. Die Induktion des Gebers entspricht der Drosselspule, Abb. 16.

Die Wirkungsweise ist nun ungefähr ebenso, Abb. 16 besprochen. Der Stromverlauf bei der „Fahrt“ an dem auf „Fahrt“ stehenden Signal ist in Abb. 19 dargestellt. Die Größe der ersten Halbwelle des Induktionsstromes i_{r1} ist so gering, daß der Betrag noch über dem Werte von i_{r0} bleibt. Bei der zweiten Halbwelle tritt eine Verstärkung des Relaisstromes ein, so daß der Anker g noch fester an die linke Polfläche des Magneten m gelegt wird.

Bei auf „Halt“ liegendem Signal und offener Schaltung der Kraftlinienverstärkung ungehemmt; in der Grundstellung k wird daher ein starker Strom induziert, während der ersten Halbwelle dem Relaisstrom entgegen, während der zweiten Halbwelle dem Relaisstrom gleichgerichtet ist. Der erste Impuls wird daher wirksam sein, daß der Anker g so schnell wie möglich die in Abb. 21 angegebene Lage gebracht wird. Unterbricht er die Stromzuführung von der Batterie, so daß nunmehr der Relaisstrom i_r sonst verbleibende Strom i_{r1} nicht mehr wirkt. Das Auslöseremagnet e fällt ab und unterbricht durch seinen Kontakt den Stromkreis des Bremsventils f .

Abb. 22 verdeutlicht die elektrischen Verhältnisse. Der Induktionsstrom ist stärker ausgebildet als in Abb. 20. Man sieht ferner, in welcher Weise der Relaisstrom i_r herabsinkt und bei A einen Wert i_{r0} , den Abfallwert des Ankers, durchheilt. In diesem Augenblick überwiegen die magnetischen Kräfte im Relais die elektromagnetischen der linken Polfläche, der Anker schwenkt daher zur andern Polfläche herüber, dabei die Stromzuführung bei e und f unterbrechend. Ist die Auslösung erfolgt, können die Bremsen nur nach Umlegen des Ankers g der Hand gelöst werden. Den Einbau des Empfängers in den Tender einer Reichsbahnlokomotive zeigt Abb. 23.

ie bisher besprochenen Vorrichtungen haben, wie ähnliche, die auf andrem als elektrischem Wege Signale auf den fahrenden Zug übertragen, den eil, daß sie lediglich punktförmig wirken, so daß ug, der zum Halten gekommen ist und nach den hriften mit verringerter Geschwindigkeit weiter- darf, für den ganzen Blockabschnitt diese geringe indigkeit beibehalten muß. Änderungen des Zu- es vor ihm können ihm erst am Ende des Block- nitts kenntlich gemacht werden. Dies bedeutet unter Umständen, wie oben erwähnt, unangenehme trächtigung der Leistungsfähigkeit der Bahn, be- es dann, wenn die Blockabschnitte lang sind. Es e daher eine Lösung gesucht und gefunden, diese rkung auf den Zug fortlaufend stattfinden zu . Eine derartige Einrichtung wurde zuerst von nion Switch and Signal Co. in Amerika und von as & Halske, A.-G., für deutsche Verhältnisse neu kelt angegeben, Abb. 24. Sie ist jedoch nur dort ndbar, wo selbsttätige Signale mit Wechselstrom- reisen vorhanden sind¹³⁾.

i der selbsttätigen Signalanlage fließt der so- nte Blockstrom oder Gleisstrom von einem Trans- tor durch die eine Fahrtschiene zu dem Blockrelais urch die andre Fahrtschiene zurück¹⁴⁾. Bei be- n Blockabschnitt ist das Relais stromlos, da der reis durch die Zugachsen kurzgeschlossen ist. Bei ortlaufenden Zugüberwachung wird ein zweiter elstromkreis gebildet, der jedoch beide Fahr- en in Parallelschaltung benutzt und durch eine be- e Rückleitung zur Stromquelle zurückgeführt as in Abb. 24 durch gestrichelte Pfeile dar- t ist. Die Lokomotive hat am vorderen und hin- Ende je ein Spulenpaar, von denen das eine durch lockstrom, das andre durch den Überwachungsstrom ußt wird. Da die in den beiden Spulen erzeugten e sehr schwach sind, so müssen sie auf irgendeine t (etwa durch Verstärkerröhren) verstärkt werden, t ein auf der Lokomotive befindliches dreistelliges oder auf zwei getrennte Relais wirken zu können. dreistellige Relais hat zwei Wicklungen, von denen e durch den vom Gleisstrom induzierten Strom, die d durch den vom Überwachungsstrom induzierten durchflossen werden. Wird aus irgendeinem Grunde dieser Ströme unterbrochen, so geht das Relais in eolche Stellung — eine Art Haltlage —, daß gebremst r falls selbsttätige Bremsbedienung vorgesehen ist.

er Überwachungsstromkreis ist nun, wenn das Sig- f „Fahrt“ steht, am Ende des Blockabschnittes ein- eltet, durchfließt ihn also ganz. Ist jedoch das e Signal in Haltstellung, Abb. 24, so wird, solange g noch nicht diesen Abschnitt befährt, der Gleisteil en Abschnittende und Bremspunkt A wohl vom

Union Switch and Signal Co. Swissvale, Pa. Bulletin Nr. 103 und
"Railway Signaling" Bd. 17 (1924) S. 342 u. ff.
C. Wolff, "Selbsttätige Zugsicherungsanlagen mit Wechsel-
strom", Z. Bd. 68 (1924) S. 970 u. ff.

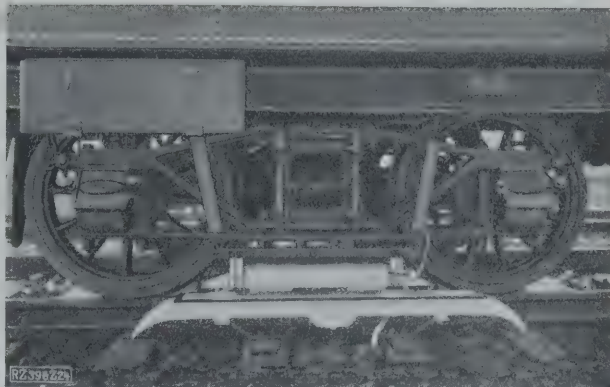


Abb. 23
Zugüberwachungseinrichtung an einem Tender

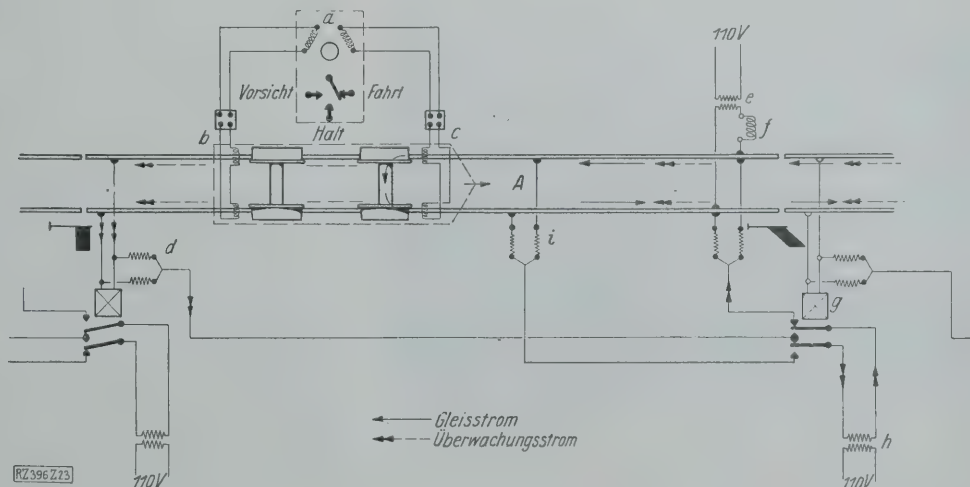
Blockstrom, aber nicht vom Überwachungsstrom durch- flossen. Die eine Wicklung des Zugüberwachungsrelais wird daher stromlos, so daß entweder gebremst wird oder dem Führer auf andre Art Kenntnis von dem Strecken- zustand gegeben wird, damit er selbst die Bremsung ein- leiten kann. Beim Hineinfahren in den besetzten Ab- schnitt bleibt der Blockstrom aus. Infolgedessen erhält die andre Wicklung des Zugüberwachungsrelais keinen Strom, das Relais bleibt daher in der Haltlage.

Abb. 25 und 26 geben eine Anordnung mit induktiver Punktüberwachung bei dreistelligen Signalen wieder. Fährt der Zug mit voller Fahrgeschwindigkeit trotz Warnstellung des Signals in den Abschnitt, so empfängt er bei dem Geber c den Anstoß zu einer Vollbremsung, so daß er bei dem auf Halt liegenden Signal zum Stehen kommt, wie die strichpunktierte Schnellbremslinie dar- stellt. Außer dem Geber c sind nun vor dem Signal wei- tere Geber b und a angebracht. Durch ein mit der Ge- schwindigkeitsüberwachung verbundenes Zeitrelais wird es erreicht, daß, wenn die Lokomotive unterhalb der vor- geschriebenen Geschwindigkeit bleibt, die Bremse keine weitere Beeinflussung durch die Geber b und a erfährt. Andre Ausführungsformen haben Geschwindigkeitsregler, die von den Lokomotivachsen angetrieben werden und die bei Überschreitung der zulässigen Geschwindigkeit auf die Bremse wirken.

Die Vorteile der Kontakteinrichtung nach (I, A) be- stehen in den geringen Anlage- und Unterhaltungs- kosten und der Einfachheit ihrer Ausführung. Die Vor- richtungen nach (I, B) bieten ähnliche Vorteile, sind un- empfindlich gegen Schnee und Eis und gegen mechanische Zerstörungen, sind aber wesentlich teurer. Sie verlangen jedoch nicht, daß der Zug halten muß, damit die Sperre beseitigt wird. Sie haben indes, wie die Kontakteinrich- tungen, den Nachteil, daß die Einwirkung nur an ge- wissen Punkten erfolgt. Sie verlangen einige Über-

Abb. 24
fortlaufende induktive
Zugüberwachung

Relais
Verstärker für den Über-
wachungsstromempfänger
Schl. für den Gleisstrom-
empfänger
Schaltwiderstand
Leistungstransformator
Schwingspule
Zeitrelais
Überwachungstransfor-
mator
Schaltwiderstand
Bremspunkt



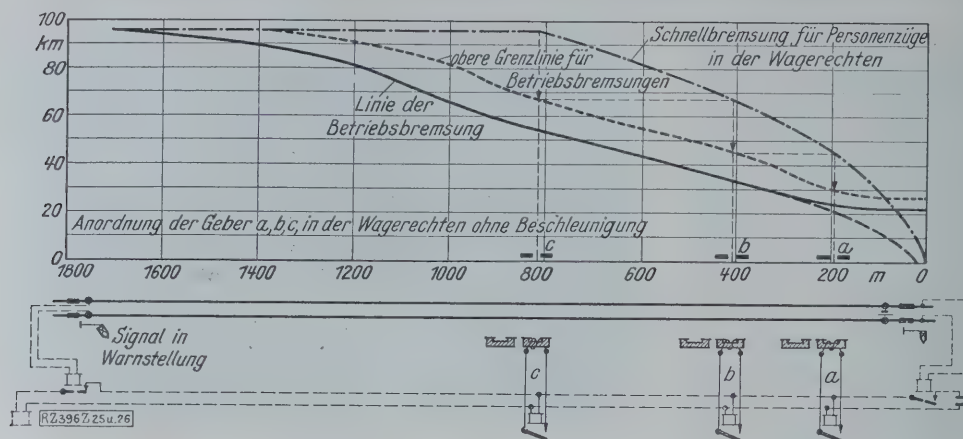


Abb. 25 und 26
Anordnung mit induktiver Punktüberwachung
a, b, c Geber

wachung, damit der Abstand zwischen Geber und Empfänger dauernd gewahrt wird. Der Einbau macht infolge des engen Lichtraumprofils, wenn der Empfänger nicht zwischen den Rädern angebracht wird, Schwierigkeiten. Bei manchen Anordnungen können Fremdströme störend wirken, ebenso können es in der Nähe befindliche Eisenmassen. Änderungen in der Streckenbesetzung werden erst beim nächsten Einwirkungspunkt kenntlich gemacht.

Hingegen bietet die fortlaufende Zugüberwachung (II) erheblich größere Vorteile. Sie arbeitet stets mit Ruhestrom, sie bedarf keiner Anlagen längs oder zwischen den Schienen, sie wird nicht durch fremde Gleichströme beeinflusst. Irgendein Fehler in der Anlage bedeutet stets ein Halten des Zuges. Man kann unter Umständen, wenn Führersignale vorhanden sind, auf ortsfeste Signale verzichten, da alle Änderungen im Zustande der Streckenbesetzung sofort auf die Lokomotive übertragen werden. Leider haben sie den Nachteil der hohen Anlagekosten, sie verlangen nicht nur Wechselstrom-Signalkreise, sondern ganz allgemein Wechselstromanlagen längs der Strecke. Sie können allerdings durch fremde Wechselströme beeinflusst werden, es sei denn, daß die Anlage mit Wechselstrom einer sonst nicht üblichen Frequenz betrieben wird. Ebenso muß auf der Lokomotive Wechselstrom vorhanden sein. Die Unterhaltungskosten sind hoch, besonders die der empfindlichen Verstärkerröhren.

In Deutschland werden jetzt auf einer Reichsbahnstrecke eingehende Versuche mit Einrichtung für induktive Zugüberwachung angestellt, und zwar in zwei Anordnungen der Firmen Siemens & Halske A. Lorenz A.-G. Versuchsergebnisse liegen noch nicht vor, aber es ist anzunehmen, daß sich die Einrichtungen bewähren werden. Ob es jedoch zu einer allgemeinen Einführung kommen wird, ist weniger eine Frage der technischen Vollendung als die der wirtschaftlichen Verhältnisse der Reichsbahn, also eine reine Kostenfrage.

Die Einrichtungen für Zugüberwachung, welche sein mögen, werden in den Fällen, wo das Lokomotivpersonal bei der Beobachtung der Signale versagt, wesentliche Vorteile bieten. Die Gefährdungen von Personen, Gütern, Fahrzeugen und Strecken durch Unachtsamkeiten werden jedoch im allgemeinen dann von schwerwiegenden Folgen sein, wenn es sich um schnellfahrende Personenzüge handelt. Die Vorzüge von Strecken mit langsam fahrenden Zügen werden durch die Bremswege verhältnismäßig kurz sind, einzubauen wegen der hohen Kosten unangebracht sein, da es wahrscheinlich einfachere Mittel gibt, um die Gefahr von Zusammenstößen auf solchen Strecken auszuschließen. Ganz allgemein kann daher gesagt werden, daß die Reichsbahn den richtigen Weg beschritten hat, indem sie sich auf Schnellzugstrecken beschränkt und nur dort Einrichtungen für die Zugüberwachung einbaut. [

Benzin-elektrischer Kraftomnibus

In Newark (Groß-New-York) werden zur Zeit benzin-elektrische Kraftomnibusse in Dienst gestellt, die auf Grund der letzten Betriebserfahrungen einige Neuerungen in der elektrischen Ausrüstung enthalten. Die zweischüssigen Eindeckerwagen mit Hall-Scott Motoren und 30 Sitzplätzen wiegen 5200 kg, wovon auf die elektrische Ausrüstung 1100 kg entfallen. Sie werden von zwei Elektromotoren mit parallelen Achsen angetrieben, die über Schneckengetriebe auf die Hinterachswellen wirken. Dieser bekannte Antrieb ergibt geringe Bauhöhe der Motoren und des Schneckengetriebes und gibt die Möglichkeit, den Fußboden niedrig zu legen.

Die elektrische Ausrüstung besteht aus einer mit der Verbrennungsmaschine über zwei nachgiebige Kupplungen verbundenen Nebenschlußdynamo mit angebauter Erregermaschine, zwei Hauptstrommotoren, dem Führerschalter, einem Batterieschalter und einem Nebenschlußschalter mit Fußbetätigung, einem Abschalte, einem Prüfklemmbrett, Widerständen für das Stromerzeugerfeld und für die elektrische Bremse, sowie den erforderlichen Sicherungen. Der Stromerzeuger von 120 A bei 240 V hat als Neuerung eine besondere Erregerwicklung an der Erregermaschine, die von einer 12 V-Batterie gespeist und mit dem Fuß eingeschaltet wird. Diese Sondererregung erzeugt in der Ankerwicklung der Erregermaschine im Augenblick des Anfahrens schnell Strom und beschleunigt dadurch die Lieferung des Stromerzeugers. Der Fußschalter wird jedesmal beim Anfahren betätigt.

Um höhere Anfahrbeschleunigung oder auf Steigungen höhere Fahrgeschwindigkeit zu erreichen, kann mittels eines zweiten Fußschalters einen Widerstand der Erregermaschine einrücken. Dadurch vermindert den Erregerstrom des Stromerzeugers und erhält Zugkraft an den Triebädern. Der Fahrschalter hat drei Stellungen, eine für Bremsen, eine für Rückwärtsfahrgeschwindigkeit und zwei für Vorwärtsfahrt, wovon eine für Nullstellung und zwei für Vorwärtsfahrt, wovon eine für die Motoren hintereinander, die andere sie parallel schaltet. Die Kontakte sind mit magnetischen Blasspulen aus Kupferblech. Der Stromkreis des Motoranlassers ist über den Fußschalter geführt, so daß man nur in der Nullstellung den Motor anlassen kann.

Die beiden Motoren für 240 V und 78 A laufen auf 1800 Uml./min. Beim Anfahren des Wagens setzt man den Verbrennungsmotor in der Nullstellung des Fußschalters in Gang; dann verbindet man mittels des Fußschalters das Erregerfeld der Erregermaschine mit dem Motoranlasser-Batterie, legt den Fahrschalter auf die Vorwärtsstellung und drückt auf den Gashebel. Der Motor setzt sich dann in Bewegung, wobei die Anfahrbeschleunigung durch die Lage des Gashebels bestimmt wird. Auf der Ebene kann man die Fahrmotoren gleich parallel schalten, während man sonst und auch auf Steigungen die Reihenschaltung benutzt. Außer elektrischer Bremse für die beiden Teile der Hinterachse Druckluft-Bremse für die Vorderachse eine mechanische Bremse vorhanden. [N 845]

Neuerungen auf der Pariser Automobilausstellung 1927

Von Dr. techn. A. Heller, Berlin

Vier- und Sechszylindermotoren — Motoren mit Ladegebläse — Getriebe — Hinterachsantrieb — Beseitigung der üblichen Blattfedern — Vorderachsantrieb — Vierradbremzen — Fahrgestellschmierung.

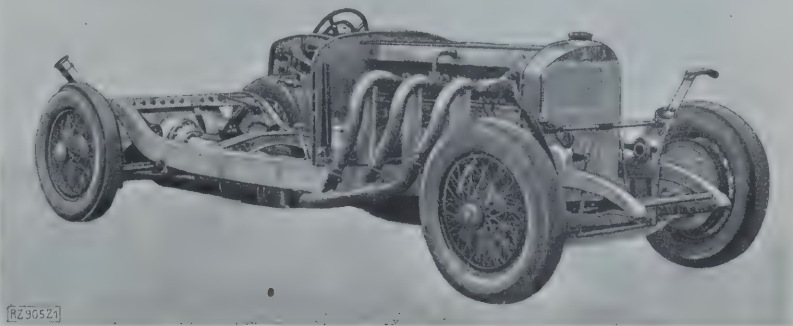
Die diesjährige internationale Kraftwagenschau in Paris, die vom 6. bis 16. Oktober geöffnet war und sich im wesentlichen nur auf Personenwagen und Lieferwagen beschränkte, darf wegen ihrer großen Zahl von Ausstellern (insgesamt rd. 120 Hersteller von Kraftwagen), namentlich aber wegen ihres starken internationalen Einschlags als eine Veranstaltung bezeichnet werden, die der heutigen Bedeutung des Kraftwagens in der Welt Rechnung trägt. Auch die äußere Aufmachung, die einheitliche Kennzeichnung der Stände, die Bemessung der Größe der Stände nach der Größe des Unternehmens und eine große Unparteilichkeit in der Verteilung der Standorte trugen dazu bei, das Ansehen dieser Ausstellung in den Augen der ganzen Welt zu heben.

Für die insbesondere auch aus Deutschland sehr zahlreich erschienenen Besucher bot die Ausstellung als die erste nach dem Kriege, von der kein Land ausgeschlossen war, eine günstige Gelegenheit, den Stand dieser Technik in den wichtigsten für den Kraftwagenbau in Betracht kommenden Ländern zu vergleichen. Man konnte dabei feststellen, daß die Erzeugnisse der deutschen und österreichischen Industrie, namentlich die Kraftwagen der Daimler-Benz-A.-G., der Horchwerke A.-G. und der Leyers-A.-G. von den Besuchern ebenso wie die anderer Fabriken beachtet wurden, daß ferner die französische Industrie gegenüber der besonders zahlreich vertretenen amerikanischen nicht schlecht abschnitt, obschon die Ziele der französischen Fabriken in den letzten Jahren kaum geändert haben und nach wie vor durch den Export, das Streben nach höchster Fahrgeschwindigkeit und die Milderung der dabei auftretenden Gefahren bestimmt werden.

Die Daimler-Benz-A.-G. stellt neben andern Baumustern auch ihre neuesten Sportwagen aus, deren Fahrgestell 1400 mm Radstand und 1430 mm Spurweite, Abb. 1, einen tief gezogenen Rahmen und unter der Hinterachse angeordnete Halbellipsenfedern aufweist. Ihr Motor mit 6 Zylindern von 18 mm Dmr. und 150 mm Hub, Abb. 2, ist mit Doppelvergaser und Ladegebläse bis zu 180 PS. in einem Übersetzungsverhältnis von 1:2,76 des Hintertriebes erreicht der Wagen bis zu 160 km/h Fahrgeschwindigkeit.

Vier- und Sechszylindermotoren

In Rücksicht auf die hohen Steuer- und Brennstoffkosten haben die Franzosen seinerzeit bewogen, bei den Sportwagen wie bei den Gebrauchswagen die Motoren mit kleinem Zylinderinhalt und hohen Drehzahlen einzuführen, was bei uns bis vor kurzer Zeit üblich waren. Während aber bei uns — gestützt durch die Aussicht auf eine Milderung der Lasten der Steuerformel — ernstlich daran geht, mit dem kleinen Vierzylindermotor zugunsten gleichmäßiger und geräuschloser laufenden Sechszylindermotoren mit größerem Zylinderinhalt auch beim kleinen Gebrauchswagen zu brechen, halten die französischen Firmen beim Gebrauchswagen am Vierzylindermotor standhaft; denn auch die neue französische Steuerformel bevorzugt die Motoren mit kleinem Zylinderinhalt. Es scheint, daß die französischen Firmen hierin auch durch die Bestätigung, daß infolge der Zollverhältnisse der Abnehmer Erzeugung im Inlande leichter ist als bei uns. Mit dieser Entwicklung hängt es wohl auch zusammen, daß man in der Vereinheitlichung der Baumuster wohl auch in der Normung in Frankreich bei weitem so weit gegangen ist, wie z. B. bei den deutschen. Nur wenige Firmen mit verhältnismäßig ge-



RZ 30521

Abb. 1
Fahrgestell des neuen Mercedes-Benz-Sportwagens mit 7 l Zylinderinhalt und Ladegebläse

ringem Absatz beschränken sich darauf, ein einziges Baumuster herzustellen oder es wenigstens für Sportzwecke mit etwas geänderter Ventilanordnung des Motors zu liefern; alle größeren Firmen legen dagegen, wie früher auch unsere, Wert darauf, den gesamten Bereich der Motorleistungen, der für ihren Kundenkreis in Frage kommt, mit eigenen Erzeugnissen decken zu können, Renault mit 6, Peugeot mit 6, Panhard mit 5, Delage mit 3 Baumustern. Citroën hatte sich bisher mit einem einzigen Wagen mit Vierzylindermotor begnügt und sich darauf beschränkt, diese Bauart immer weiter zu verbessern, hat aber in neuerer Zeit ebenfalls einen Wagen mit Sechszylindermotor von höherer Leistung auf den Markt gebracht. Es gibt in Frankreich aber auch noch Fabriken, die es als einen Vorzug ihrer Erzeugnisse ansehen, daß sie nicht in Reihen, sondern nach den Sonderwünschen der Besteller gebaut werden, und die dabei wirtschaftlich bestehen können.

Nach dem auf der Ausstellung Gesehenen kann man es trotzdem sozusagen als internationale Norm ansehen, daß der mittlere Personenwagen, etwa von 2 l Zylinderinhalt ab, mit einem Sechszylinder-Einblockmotor ausgerüstet wird. Die meisten größeren Fabriken, auch die französischen, sind für diesen Bereich der Leistungen bereits zu solchen Motoren übergegangen oder haben sie wenigstens ausgestellt. Sehenswert in bezug auf die äußere Gestaltung ist auch der neue Wagen von Fiat mit 6 Zylindern von 68 103 mm. Daneben haben aber auch die Achtzylindermotoren zahlreiche neue Vertreter aufzuweisen; alle sind aber Reihentriebmotoren, wie die der Horchwerke,

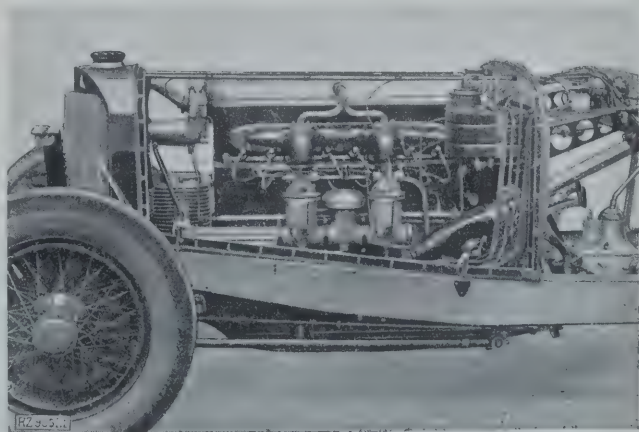
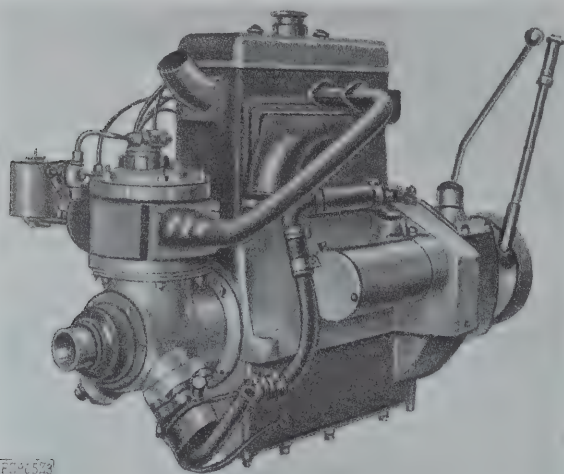


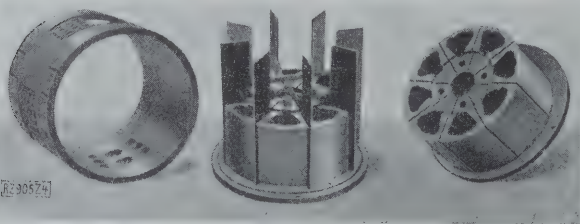
Abb. 2
Sechszylindriger 180 PS-Motor des Mercedes-Benz-Sportwagens



F204523

Abb. 3

Vierzylindermotor von S. C. A. P. mit Cozette-Gebläse



R290574

Abb. 4

Kapselgebläse, Bauart Hanocq-Dewandre

während einige amerikanische Firmen, namentlich die General Motors Corp., an der V-Bauart festhalten.

Zu den bekannten Herstellern von Motoren mit Schiebersteuerung nach Knight, voran Minerva und Panhard & Levassor (neuer Achtzylindermotor von 85/140 mm), ist neuerdings die französische Firma Sizaire getreten, die solche Motoren von der amerikanischen Firma Willys-Knight bezieht. Die Firma Sizaire-Berwick stellte ein Fahrgestell mit Achtzylinder-Reihenmotor der Continental Motors Corp. aus. Im übrigen bevorzugt die Mehrzahl der Fabriken heute seitlich stehende Ventile, wenngleich man vielfach auch noch den hängenden Ventilanordnungen mit oder ohne obenliegende Steuerwelle begegnet.

Die Verwendung der Batteriezündung macht in Verbindung mit der allgemein üblichen elektrischen Licht- und Anlaßanlage Fortschritte, auch bei Motoren von mittlerer Größe, ebenso die Verwendung von Brennstoffsaugern und Luftreinigern. Bei verschiedenen französischen



R290575

Abb. 5

Achtzylinder-Zweitaktmotor mit Ladegebläse, Bauart Hanocq-Dewandre, gebaut von Nagant Frères, Lüttich

Wagen, auch solchen von mittlerer Leistung, h Motoren Thermosyphon-Kühlung, der Motor des de Wagens hat sogar Verdampfkühlung. Bei den Kühlanlagen führt man oft vom Motorkopf zwei Re Kühler, um das heiße Wasser schneller zu verteil das Äußere des Motors zu vereinfachen, setzt ma das Flügelrad der Pumpe auf die Welle des Ve auch wenn sie nur durch einen Keilriemen von der welle angetrieben wird.

Motoren mit Ladegebläse

Motoren mit Ladegebläse waren außer b ler-Benz u. a. auf den Ständen von Amilcar und zu sehen. Das Kapselgebläse der bekannten Cozette¹⁾ wird anscheinend bei Motoren, die aussc für Rennen bestimmt sind, am häufigsten ve s. Abb. 3. Eine Verbesserung dieses Gebläses, d besteht, daß je zwei einander gegenüberliegende Fl Kapselgebläses miteinander so verbunden sind, d ihre Fliehkräfte teilweise ausgleichen, Abb. 4, wa neuen Zweitaktmotor, Bauart Hanocq-Dewandre, z der von der belgischen Firma Nagant Frères au wurde, s. Abb. 5. Die neue Gebläsebauart soll ermä den Reibungswiderstand der Flügelkanten erheblich ringern, ohne daß man den bekannten Entlastungs laufen zu lassen braucht.

Die Arbeitsweise dieses Achtzylinder-Zweitak Abb. 6 bis 9, der bei den ersten Prüfstandversuch gut gearbeitet haben soll, unterscheidet sich von bekannten Zweitaktmotoren mit ähnlichem Auftr allem dadurch, daß man mittels des Regelschiebe den den Einlaß des Gemisches vermittelnden Zyl die Weite der ringsherum angeordneten Einlaßschl ändern kann; diese Regelung soll verhindern, d Drosseln einzelne Zylinder dadurch aussetzen, da vom benachbarten Zylinder das Gemisch weggesau Das Ladegebläse läuft hier nur mit der Drehz Kurbelwelle. Das in die Zylinder *b* eintretende *c* erhält eine kreisende Bewegung, die es, dank der gebung der Kanäle, auch beim Überströmen in d puffzylinder *c* beibehält. Nachdem die Kolben Ein Auslaß geschlossen haben, wird das Gemisch in Zylindergruppen verdichtet und entzündet. Die Z gruppen sind um die Länge der Pleuelstange gegene versetzt.

Wechselgetriebe und Hinterachsantrieb

Daß Kupplung und Wechselgetriebe mit dem M einem Block vereinigt werden, an dem alle Zubehö rungen fest angebaut sind, gilt heute für alle Pe wagen, ausgenommen die ganz großen, als Rege Kegelkupplung kann heute als durch die Einschiebung vollständig verdrängt angesehen werden. Un Wechselgetrieben wären als neu ein Getriebe von zu erwähnen, das mit einem besonderen Gebirgsga sehen ist. Dieser wird mittels eines kleinen Heb Lenkrad durch Verschieben von Kupplungsmuf einem hinter dem Getriebekasten sitzenden besonde räume gesteuert. Zu nennen wäre ferner die La des ganzen Wechselgetriebes auf dem schwingende danrohr bei den neueren Sechszylinderwagen von R Beide Neuerungen scheinen zu verwickelt zu sein, un wirklichen Fortschritt bringen zu können.

Ob man das gleiche von dem Getriebe mit self veränderlicher Übersetzung nach de Lavaud²⁾ sagen das an zwei verschiedenen Erzeugnissen, nämlich der Société d'Expansion Technique und von Bucciali zu sehen war, steht noch dahin. Abb. 10 ist ein durch die neueste Ausführung dieses Antriebes. A Taumelscheibe *a*, die um den gerade geführten Za schwingen kann und durch einen geneigten Kurbel der verlängerten Motorwelle *c* angetrieben wird, g sechs Pleuelstangen *d* an, die auf ebensoviele, durch laufkupplungen mit der ungeteilt durchgehenden achswelle *e* verbundene Scheiben *f* wirken. Die Ne der Taumelscheibe und damit die Geschwindigkei

¹⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 117.

²⁾ s. Z. Bd. 68 (1924) S. 163.

ing der Hinterachse wird mittels der regelbaren Span-
der Federn *g* so bestimmt, daß sich zu jeder Zeit
agewicht zwischen dem Hinterachsschub und der
wirkung des Motordrehmoments einstellen muß.

enkt man sich also den Antrieb mit einer gewissen
windigkeit in Bewegung, so ruft eine Zunahme des
widerstandes, etwa auf einer Steigung, infolge Überens
des Hinterachsschubes ein stärkeres Aufrichten
taumelscheibe, also geringere Umlaufgeschwindigkeit
Hinterachswelle, hervor, wobei sich der Abstand zwi-
Hinterachse und Motor etwas verringert. Bei dem
n von Bucciali Frères, Abb. 11, ist das Getriebe in der
ren Verlängerung des Motors angebracht und treibt
Vorderräder an. Vom Gehäuse des Getriebes führen
Wellen mit je zwei Kreuzgelenken zu den Vorder-
rädern, die getrennt voneinander gelenkt werden und durch
genau über dem Getriebegehäuse gelagerten Gummi-
abgedefert sind. Auch der Wagen der Société d'Ex-
on Technique hat reine Gummifederung, nur wird die
ung der aus Stahl gepreßten, hohlen Vorderachse da-
unterstützt, daß die Achse als Ganzes um die Längs-
des Wagens schwingen kann⁸⁾. Bei diesem Wagen
außerdem der ganze Rahmen aus Leichtmetall her-
lt.

Beseitigung der Blattfedern

berhaupt spielt die Beseitigung der üblichen
tffedern bei den in Paris gezeigten neueren Vor-
gen zur Verbesserung des Verhaltens der Kraftwagen
heller Fahrt eine große Rolle. Man behauptet, heute
narten für diese Zwecke herstellen zu können, die
ang ausreichend elastisch bleiben. Ihre Verwendung
elle von Federn erlaubt, die Härte der Abfederung
e wechselnde Belastung oder an die mit der Fahr-
windigkeit veränderliche Stärke der Stöße in einem
anzupassen, das bei Blattfedern unerreichbar ist.

Vergl. VDI-Nachrichten 1927 Nr. 41.

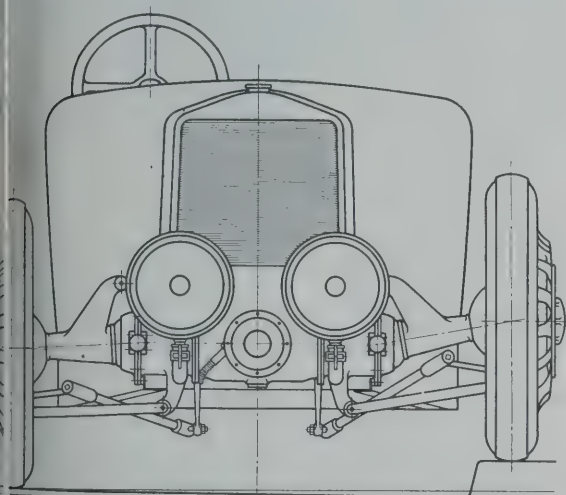
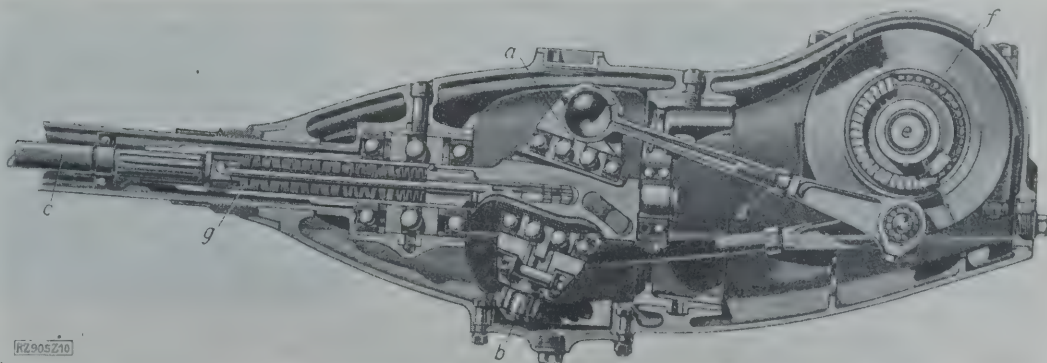


Abb. 11

Bucciali-Wagen mit de Lavaud-Getriebe und Vorder-
radantrieb

Abb. 10
schnitt durch
eue de Lavaud-
Getriebe

umelscheibe
rade geführter
hwingzapfen für a
torwelle
euelstange
nterachswelle
triebscheiben
dern zum Regeln
r Taumelscheiben-
gung



K2905210

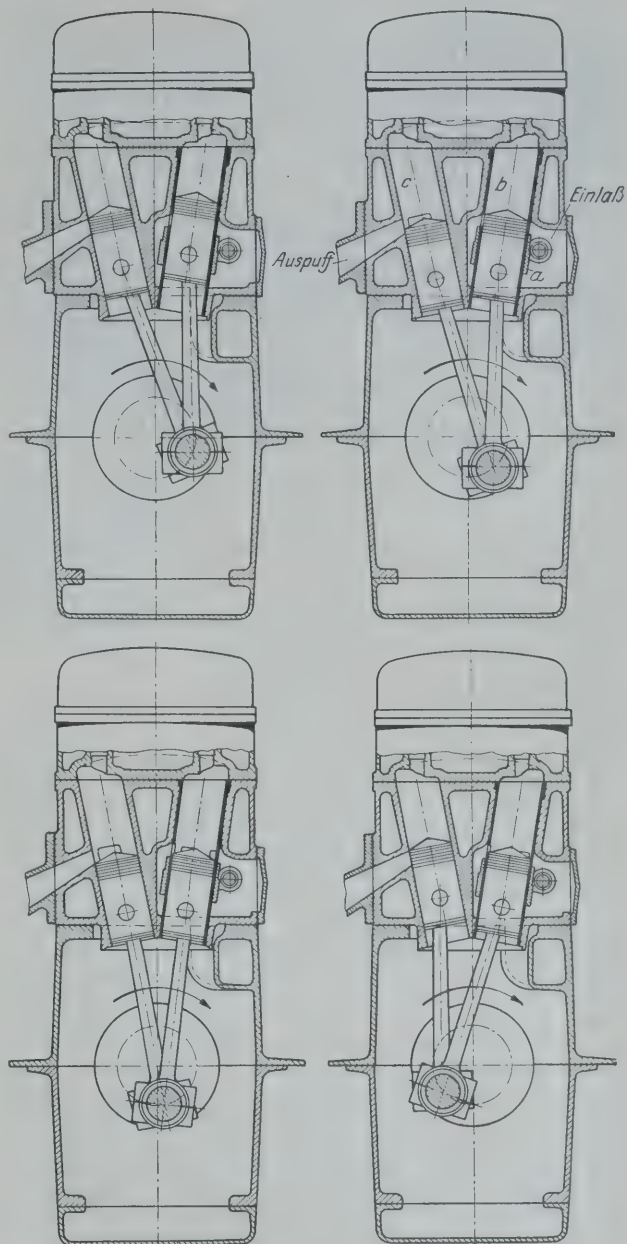


Abb. 6 bis 9

Arbeitsweise des Achtzylindermotors, Bauart
Hanocq-Dewandre

a Regelschieber b Einlaßzylinder für das Gemisch c Auspuffzylinder

Parallel dazu läuft das Bestreben, die Bewegungen der
Räder beim Durchfedern von den Bewegungen der Achsen
möglichst unabhängig zu machen, weil man sich davon
größere Sicherheit des Wagens bei schnellerem Fahren,
d. h. die Beseitigung des seitlichen Flatterns der Vor-

derräder, insbesondere bei Ballonbereifung, und des sogenannten „Schwimmens“ des Wagenhinterteils, verspricht. Vereinzelt findet man daher auch Vorschläge dieser Art, die darauf beruhen, statt der Blattfedern Schraubenfedern zu verwenden. Ein älteres Beispiel dieser Art ist die bekannte Abfederung des Lancia-Wagens.

Auch die immer wieder auftauchenden Vorschläge für Wagen mit Vorderachs Antrieb gehen letzten Endes auf diese Bestrebungen zurück. Ein neues Beispiel dieses Antriebes, das in einigen Zügen an die Ausführung der deutschen „Vorán“-Gesellschaft erinnert, ist der Wagen der Firma Tracta, Abb. 12, dessen Fortschritt auf der Verwendung eines Doppel-Kreuzgelenkes im Drehpunkt des Vorderrades, Abb. 13, außer dem Gelenk am Gehäuse des Getriebes beruhen soll. Allerdings sind bereits einfachere Anordnungen bekannt und auch bei der vorliegenden Lösung Ungleichförmigkeiten des Umlaufs der Vorderräder bei der Fahrt in einem kürzeren Bogen nicht ausgeschlossen.

Von den neueren Vorschlägen auf dem Gebiete der Abfederungen und der Verbesserung der Fahreigenschaften seien noch die der Firma Farman erwähnt, deren neuer Wagen auf der Ausstellung viel Aufsehen erregte. Dieser Wagen, den die Firma als einzigen herstellt, wird von einem Sechszylindermotor von 100 mm Zyl.-Dmr. und 150 mm Hub, Abb. 14 und 15, mit Doppelvergaser und vereinigt Magnet- und Batteriezündung angetrieben. Der Zylinderblock besteht aus Leichtmetall, und die Ventile werden durch eine obenliegende Steuerwelle betätigt. Um die Abfederung allen Veränderungen der Wagenbelastung anzupassen, hat man den Rahmen vorn wie hinten auf langen weichen Querfedern gelagert, Abb. 16 und 17, die nur beim Überschreiten einer bestimmten Höchstlast durch härtere Viertelfedern unterstützt werden. Erhöhte Sicherheit in der Beherrschung der Achsbewegungen wird ferner dadurch erzielt, daß die Schubkräfte der Vorderachse unmittelbar durch Schubstangen auf den Rahmen übertragen werden. Bei der Hinterachse dient dem gleichen Zweck ein Hebelparallelogramm, das die Lage der Hinterachse gegenüber dem Rahmen annähernd unveränderlich erhält. Es leuchtet ein, daß diese Hilfsmittel nebenbei auch erhöhte Sicherheit im Fall eines Bruches der Federn bieten, auf den man bei sehr schnellem Fahren immer gefaßt sein muß.

Zum Schutz gegen das Flattern der Vorderräder verwendet die Firma Farman eine Anordnung, die man schon mehrfach vorgeschlagen, aber wegen ihrer konstruktiven Schwierigkeiten immer wieder abgelehnt hatte: Das Lenkrad am Führersitz verstellt eine wagerecht vor dem Kühler gelagerte Welle, die mittels zweier gelenkiger und ausziehbarer Ansätze auf Schneckenantriebe der Achsschenkel wirkt. Die Übersetzungen dieser Schneckengetriebe, Abb. 18, sind verschieden groß und so berechnet, daß der Wagen, im Gegensatz zum gewöhnlichen Lenkachsantrieb mittels des bekannten Hebeltrapezes, auch beim größten Ausschlag der Vorderräder genau im Bogen läuft, also keine Seitenabweichung erfährt. Der beschriebene Antrieb ist vollkommen selbsthemmend. Ob das ein Vorteil ist,

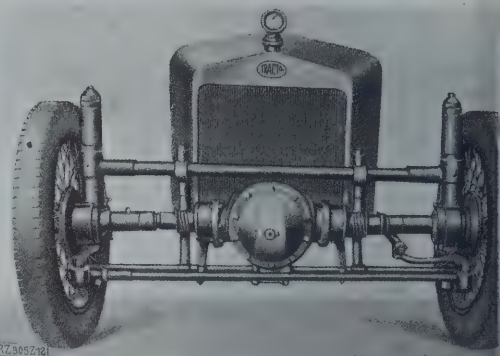


Abb. 12
Tracta-Wagen mit Vorderantrieb



Abb. 13
Doppelpertes Kreuzgelenk des Tracta-Wagens

oder ob nicht gerade diese Eigenschaft schnelle Ab- der Schnecken herbeiführen kann, muß allerdings gestellt bleiben.

Bremsen

Vielleicht sogar in noch höherem Maß als der zylinderblockmotor gilt heute die Vierradb beim Personenwagen als normal. Die dafür übliche Ordnung ist zumeist derart, daß der Fußhebel auf Räder, der mit Feststellvorrichtung versehene Ha auf die Hinterräder wirkt. Für die Bremsen der räder ist die bekannte Anordnung nach Perrot⁴⁾ mit wirkung durch nachgiebige Lagerung der ungleich senen Bremsbacken sehr häufig anzutreffen, obgleich Fabriken auch eigene Bauarten herstellen. Die neu ordnung der Perrot-Bremse, Abb. 19, die im Zus wirken mit der amerikanischen Firma Bendix ent ist, entspringt dem Bedürfnis, die Bremse nach beide tungen hin wirksam zu machen. Die beiden Ba und b, die miteinander durch den Zapfen c gelenk bunden sind, schwingen um den in der Bremstrom lagerten Zapfen d aus, wenn man bei der ange Drehrichtung des Rades den Bremsnocken g verstell bei gelangt zuerst der Backen a zur Anlage und die von der Bremstrommel ausgeübte Rückwirkung un das Anlegen des Backens b. Bei entgegengesetzter d des Rades wird die Reibung der Backen a und b, die man gleichen Druck auf den Bremshebel voraussetz genügen würde, durch die Reibung des Backens e stützt, der bei f an der Bremstrommel gelagert ist

⁴⁾ s. Z. Bd. 69 (1925) S. 714.



Abb. 14
Motorgetriebeblock des Farman-Wagens



Abb. 15
Steuerung des Farman-Motors

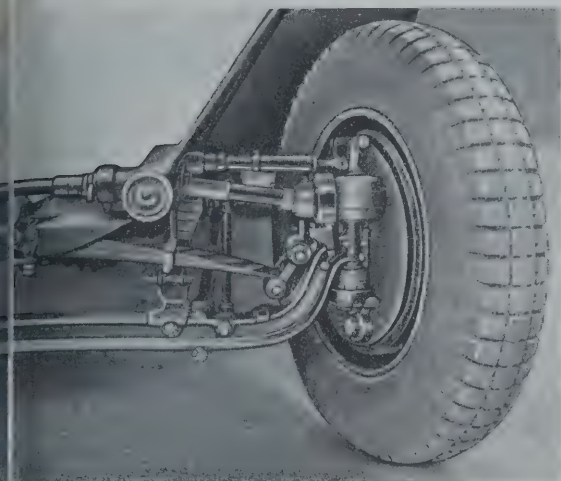


Abb. 16

Vorderachse und Lenkung beim Farman-Wagen

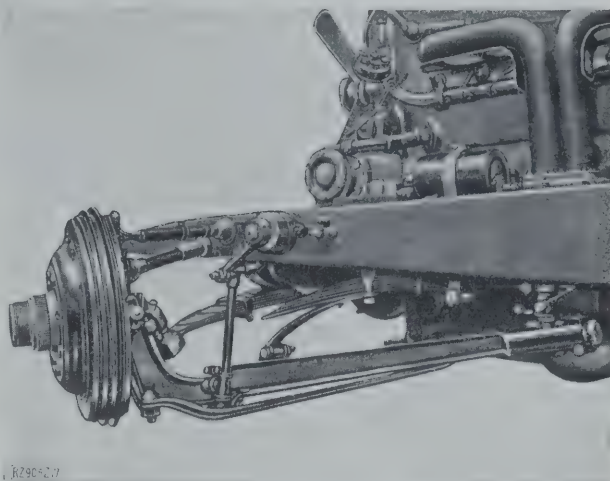


Abb. 17

Vorderachsabfederung beim Farman-Wagen

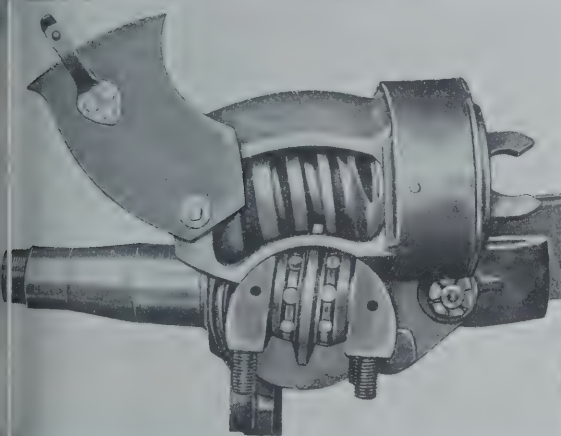


Abb. 18. Schneckenantrieb des Achsschenkelbolzens
beim Farman-Wagen

große Verbreitung hat ferner, namentlich bei französischen und belgischen Kraftwagen, die Unterdruck-Hilfs-
richtung für Bremsen nach Dewandre⁵⁾ erlangt, die in
Ausführung von R. Bosch A.-G. auch an einem Wagen

s. Z. Bd. 71 (1927) S. 115.

der Daimler-Benz-A.-G. zu sehen war. Abb. 20 zeigt die
Anordnung dieser Bremse eines Wagens der Firma Ballot
mit vier Zylindern von 70×130 mm. Der Fußhebel wird so
eingestellt, daß schon ein leichter Druck darauf, ähnlich wie
beim Gashebel, den Unterdruck im Bremszylinder wirksam
macht und die Bremsen sanft anzieht. An dieser Wirkung
der Bremsen ändert sich auch dann nichts, wenn ein un-
geübter Fahrer plötzlich ganz stark auf den Fußhebel tritt,
weil der für den Fall des Motorstillstandes oder eines un-
genügenden Unterdrucks vorhandene Seilantrieb des Brems-
hebels mit einem gewissen Spielraum gegenüber dem An-
trieb durch den Bremszylinder eingestellt wird. Dieses
Spiel muß man allerdings auch beim Nachstellen der Brems-
backen stets einhalten.

Aus dem Bereich der selbsttätigen Fahrgestell-
schmierung sei endlich noch die Einrichtung der Firma
Alcyl erwähnt, bei der zum Fortleiten des Öles an die
entfernte Schmierstelle mit Docht gefüllte Rohre benutzt
werden. Diese Rohre werden aus einem Ölbehälter am
Spritzbrett gespeist, und der geringe hydraulische Über-
druck des Öles genügt in Verbindung mit der Kapillarwir-
kung der Döchte, um das Öl bis an jede beliebige Stelle
des Fahrgestells zu bringen und dabei den Austritt von Öl
aus den Lagern zu verhüten. Gegenüber den bekannten
Einrichtungen, die mit hohen Öldrücken und winzigen
Düsen für die Ölzuleitung arbeiten, stellt diese Einrichtung
eine beachtenswerte Vereinfachung dar. [B 905]

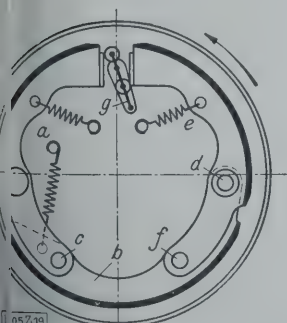
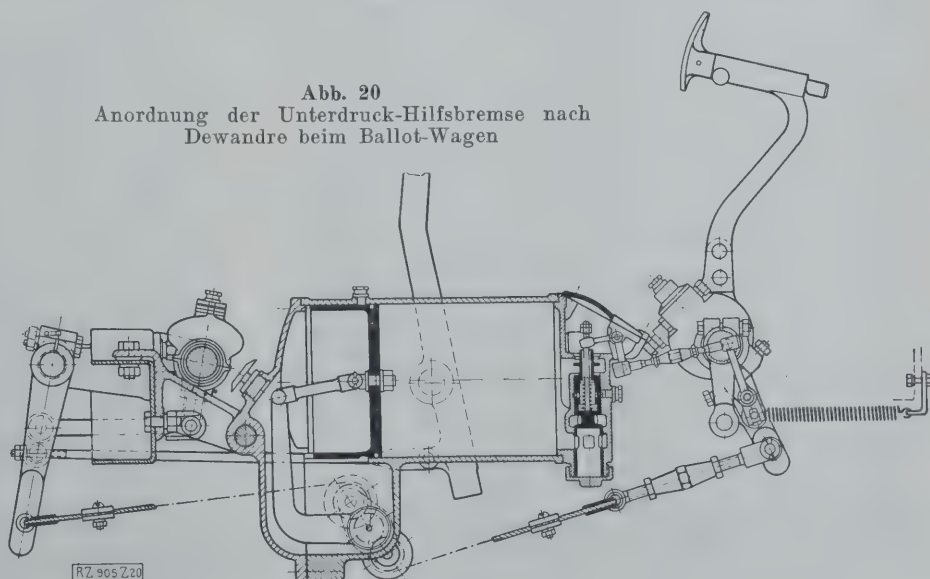


Abb. 19

Neuere Anordnung der
Perrot-Bendix-Bremse
mit drei Bremsbacken

a, b, c Bremsbacken
d, e, f Drezapfen
g Bremsnocken

Abb. 20
Anordnung der Unterdruck-Hilfsbremse nach
Dewandre beim Ballot-Wagen



Der Kugelschlag-Härteprüfer¹⁾

Um die gemeinhin als Härte empfundene Werkstoffeigenschaft auszudrücken, hat sich in der Werkstoffprüfung, ausgehend von Brinell, der Begriff der Kugeldruck- oder Brinellhärte eingeführt, ein Wert, der sich aus dem Verhältnis der Belastung einer Stahlkugel beim Eindringen in den zu prüfenden Werkstoff zu der Größe der kugelförmigen Oberfläche selbst ergibt. Insbesondere in der Eisen- und Stahlindustrie hat sich die Härtezah rasch eingebürgert und als brauchbare Bewertungsziffer der üblichen Baustoffe erwiesen, wenngleich sie, wie die notwendige Normung der Versuchsanordnung ($P=3000$ kg Belastung, $D=10$ mm Kugel-Dmr. und bestimmte Belastungsdauer) zeigt, keinen Werkstoff-Festwert darstellt und auch ihre physikalische Erklärung unzulänglich ist.

War man zur Feststellung der Brinellhärte anfangs ganz an den Standort der Brinellpresse und an bestimmte Abmessungen der Probekörper gebunden, so löste jedoch bald die Steigerung der Bedürfnisse das deutlich zu erkennende Bestreben aus, die erforderliche Versuchseinrichtung möglichst beweglich und klein zu gestalten. Zahlreiche sehr brauchbare Sonderkonstruktionen kommen diesem Wunsche nach. Doch müssen für die übliche Art der Versuchsdurchführung die Pressen für eine Kraftäußerung von immerhin 3 t gebaut sein. Bei der Prüfung größerer Stücke, die nicht, wie z. B. Stangen, umklammert werden können, ist es schwierig, das Prüfgerät festzuspannen. Bei dynamischer Prüfung fällt diese Schwierigkeit jedoch ganz weg. So findet man denn auch den — an sich älteren — Gedanken dynamischer Härteprüfung immer wieder auftauchen.

Neben Fallgeräten, über die z. B. Wüst^{1a)} ausführlich berichtete, die aber wagerechte Prüfflächen verlangen, ist eine glückliche Lösung in den Schlaghärteprüfern gefunden, bei denen die Stahlkugel mittels einer gespannten Feder in das Prüfstück eingetrieben wird. Ein solches, kaum 2 kg wiegendes Gerät der Bauart Prof. Dr.-Ing. E. h. R. Baumann zeigen Abb. 1 und 2, losgelöst vom Schutzmantel. Ein Schlagbolzen *a* trägt die Stahlkugel *b* und bildet die Führung für den Schlaghammer *c*. Dieser treibt, durch die Schraubenfeder *d* beschleunigt, beim Aufschlagen auf den Bund des Schlagbolzens die Kugel in das Prüfstück ein.

Zu Beginn des Spannens, Abb. 1, wird das Gerät senkrecht auf das Prüfstück gesetzt, hierauf wird gegen das Einspannen der Feder gedrückt. Der Hammer wird durch den Sperrhaken *f* festgehalten, da der Sperrhakenhalter *g* an einem Bunde des Schlagbolzens anliegt. Das eingespannte Federende bewegt sich infolge der ausgeübten Druckkraft gegen das Prüfstück zu, wodurch die Feder so lange zusammengedrückt wird, bis die zur Einstellung des Gerätes verstellbare Auslösbüchse *h* auf den Sperrhaken auftrifft und durch ihr kegeliges Ende den Schwanz des Sperrhakens nach innen drückt. Damit wird der Hammer freigegeben. Der Schlag erfolgt, Abb. 2.

Ein zweiter längerer Sperrhaken *i* gibt nur halbe Federspannung (Stufe $\frac{1}{2}$), also ein Viertel der Schlagarbeit bei Benutzung des Hakens *f* (Stufe 1). Noch weitergehende Änderung der Schlagarbeit wurde durch Einlegen besonderer Ringe bei *r*, Abb. 2, unter gleichzeitiger Verstellung der Auslösbüchse *h* ermöglicht.

Nach Herausnahme der Schraubenfeder kann das Gerät in gleicher Weise als Fallhärteprüfer benutzt werden.

Wichtig ist eine möglichst vollständige Ausnutzung der Schlagenergie. Bei größeren Prüfstücken ist dies leicht; kleine Prüfstücke müssen künstlich die erforderliche Massenträgheit erhalten durch Kupplung mit einer größeren Masse (z. B. sattes Auflegen des Prüfstückes auf träger Unterlage). Frühere Versuche Baumanns zeigten, daß für die Schlagstärke $\frac{1}{2}$ und 1 (Sperrhaken *i* und *f*) eine Masse der Unterlage von 5 und 20 kg eben genügt.

Die Frage, ob aus den so erlangten Eindrücken die eingangs erwähnte Brinellhärte festgestellt werden kann, war ebenfalls versuchsmäßig beantwortet und hatte zur Aufstellung einer Eichtafel geführt, Abb. 3. Die zunächst für Eisen und Stahl bestimmte Tafel weist jedem bei gleicher Schlagarbeit erhaltenen Eindruck eine bestimmte Brinellhärte zu; die Genauigkeit reicht für die Bedürfnisse der Praxis aus. Außer der Härte ist auf der Tafel die Zugfestigkeit k_z angegeben.

Die Absicht, die für die Schlagprüfung gültigen Beziehungen, also z. B. die Abhängigkeit der dynamischen Eindruckdurchmesser von der Schlagarbeit bei gleicher und verschiedener Kugelgröße festzustellen, führte infolge der Verwandtschaft von Druck- und Schlagprüfung von selbst

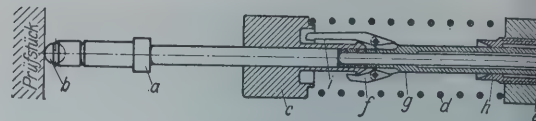


Abb. 1
Schlaghärteprüfer zu Beginn des Spannens

- | | | |
|------------------|--|-----------------------------|
| a Schlagbolzen | e Spannhülse für d (Freie Federwindungszahl verstellbar) | g Sperrhaken |
| b Stahlkugel | | h Auslösbüchse |
| c Schlaghammer | | i Sperrhaken halbe Spannung |
| d Schraubenfeder | f Sperrhaken | |

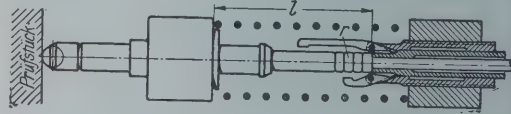


Abb. 2
Schlaghärteprüfer in Schlagstellung
r Einlageringe zum Abstufen der Schlagarbeit

auf den Gedanken, die schon bekannten Verhältnisse des Druckversuches weiter auszubauen und zum Verwendbaren zu machen.

Die Formel $P = a d^n$ gibt den Zusammenhang zwischen Druckkraft P und Eindruckdurchmesser d , wobei a die Kraft zur Erlangung des Eindruckdurchmessers d darstellt, also von der Kugelgröße abhängig ist, der im allgemeinen zwischen 2,0 und 2,5 liegend n unabhängig von der Größe der Kugel (D) ein Stofffestwert²⁾ ist; er nimmt ab mit zunehmender Streckung eines Stoffes.

Unter Zugrundelegung der Ähnlichkeitsätze, im wesentlichen bei geometrisch ähnlichen Eindrücken, Eindrücke gleicher Zentriwinkel φ , die Eindruckflächen A mit den Eindruckflächen, die Eindruckarbeiten A Eindruckvolumen V wachsen, läßt sich für den Druck auf die Flächeneinheit schreiben:

$$p = \frac{a d^n}{\pi d^2} = \frac{4}{\pi} a d^{n-2} = \frac{4}{\pi} a D^{n-2} \sin^{n-2} \frac{\varphi}{2}$$

Der Ausdruck $a D^{n-2}$, der im folgenden mit den Staben K als Kugeldruckhärte abgekürzt ist, stellt den unveränderlichen Teil des von Kugeldurchmesser und Belastung abhängigen mittleren Druckes dar.

Waizenegger hatte als Kennzahl die Größenzahl H_{\max} vorgeschlagen, die den Größtwert des Quotienten aus Kugelbelastung und Kalottenoberfläche darstellt.

$$H_{\max} = K \psi, \text{ wobei } \psi = \frac{\left(\frac{\sqrt{n(n-2)}}{n-1} \right)^n}{\frac{\pi n-2}{2 n-1}} \text{ ist.}$$

²⁾ Die Abhängigkeit der Härtezah überhaupt und a Exponenten n von der Härte der Kugel berührt Mailänder und Eisen" Bd. 43 (1925) S. 1769.

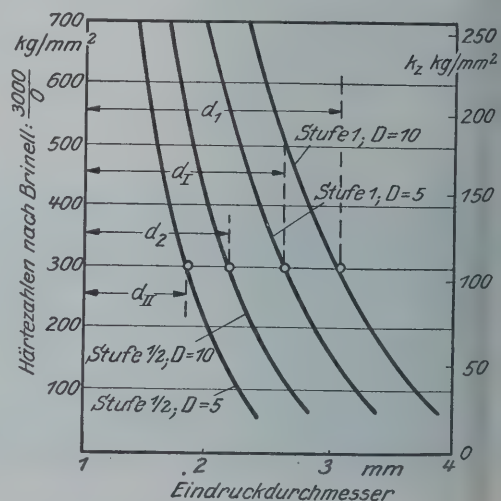
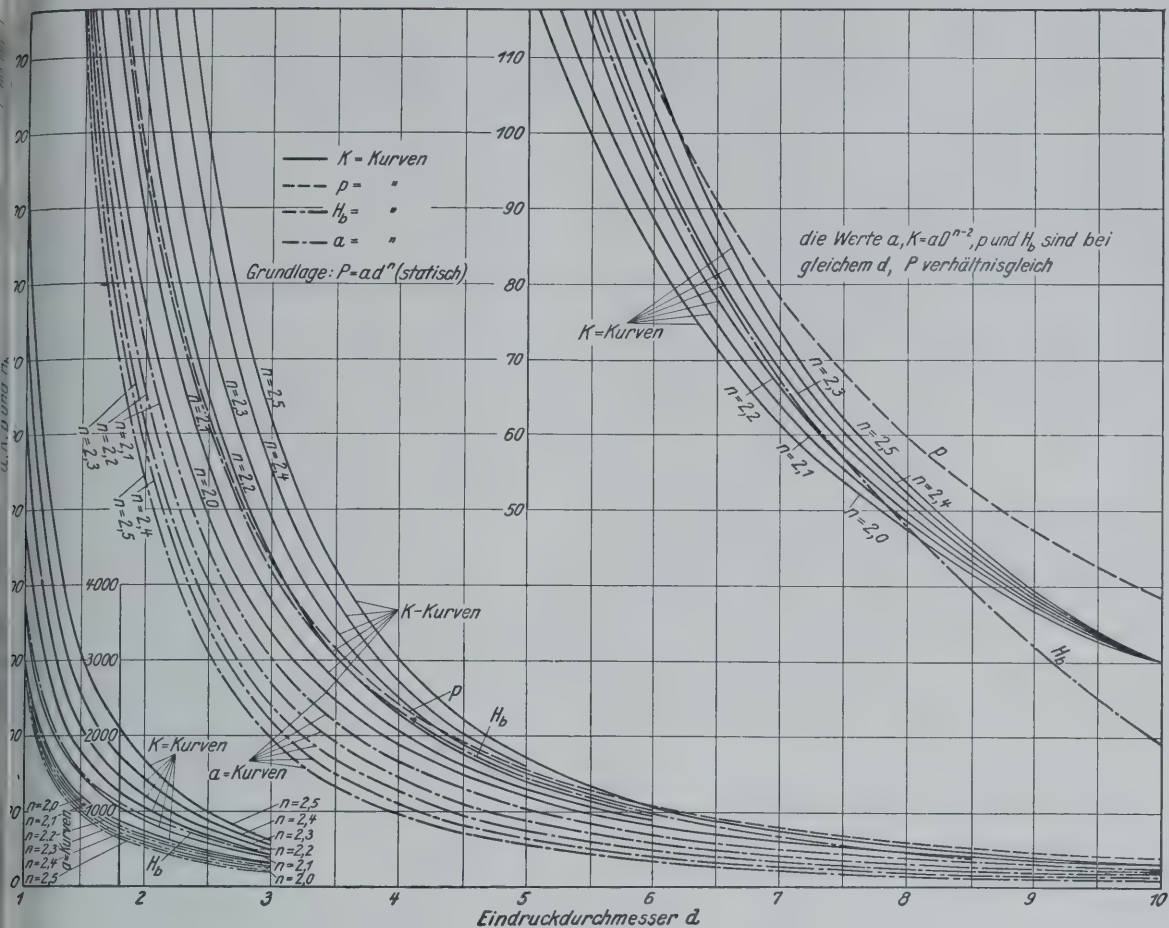


Abb. 3
Eichtafel des Schlaghärteprüfers

¹⁾ Auszug aus Heft 296 der Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure, Berlin 1927.

^{1a)} Mitt. aus dem K. W. Institut f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. 1 (1920) S. 1.



Zusammenhang zwischen Eindruckdurchmesser d und den Härtewerten a, K, p und H_b bei $P=3000$ kg und $D=10$ mm

en Vergleich einiger Härtezahlen (Brinellhärte H_b , r Druck p , Kugeldruckhärte K und Beiwert a) zeigt die Härtezahlen sind dort über den bei 3000 kg ugel von 10 mm Dmr. erreichten Eindruckdurch- aufgetragen. Man erhält je für H_b und p nur eine für K und a dagegen je eine für jeden Wert des n . Die Kurve der Brinellhärten liegt nun gerade

in dem Bereich der K -Kurven, dem die für die üblichen Werkstoffe am häufigsten sich findenden Exponenten n zugrunde liegen. Im allgemeinen (wenn n nicht ausnehmend groß ist) decken sich Brinellhärte H_b und Kugeldruckhärte K fast zahlenmäßig genau; für die Praxis ist aber bedeutungsvoll, daß H_b sich aus einem einzigen Eindrücke feststellen läßt, K dagegen zur Feststellung immerhin zwei verschiedene Eindrücke braucht. Die Brinellhärte ist mithin der einfache Ersatz der Kugeldruckhärte K . Beachtet man hierzu noch die günstige Vergleichsmöglichkeit zwischen Zugfestigkeit und Brinellhärte, so ist verständlich, weshalb diese von Brinell eingeführte Zahl in kurzer Zeit so große Bedeutung erlangen konnte.

Eine Berechnung der Eindruckarbeit A aus dem Potenzgesetz führt auf den Ausdruck:

$$A_1 = K \frac{D^3}{2} \int_0^{\frac{\varphi}{2}} \sin^{n+1} \frac{\varphi}{2} d \frac{\varphi}{2};$$

für kleine Eindruckdurchmesser erhält man angenähert, wenn man $m \equiv n+2$ und $b \equiv \frac{a}{2D(n+2)}$ setzt: $A_2 = b d^m$.

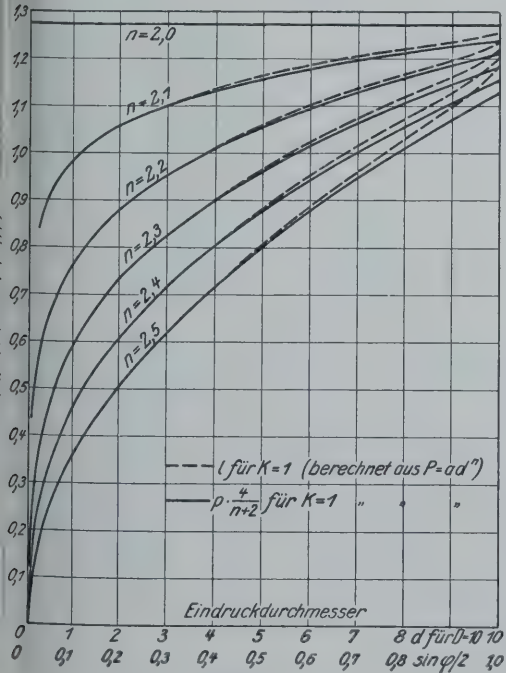
Für das verdrängte Volumen (Kugelkalotte) erhält man

$$V_1 = \frac{\pi D^3}{24} \left(2 - 3 \cos \frac{\varphi}{2} + \cos^3 \frac{\varphi}{2} \right)$$

und angenähert für kleine Eindrücke $V_2 = \frac{\pi d^3}{32 D}$.

Für größere Eindrücke weichen die Werte der angegebenen genauen und Näherungsgleichungen je für A und V erheblich voneinander ab, jedoch ähneln sich die Quotienten $A_1 : V_1$ und $A_2 : V_2$, die als spezifische Verdrängungsarbeit l bezeichnet werden, sehr. Abb. 5 stellt in den gestrichelten Kurven die Quotienten $A_1 : V_1$, in den ausgezogenen die Quotienten $A_2 : V_2$ je für die Härtezahl $K=1$ dar.

Die spezifische Verdrängungsarbeit l hat dieselbe Dimension wie der mittlere Druck p , nämlich kg/mm^2 . Für kleinere Eindruckdurchmesser hat man zwischen beiden das



Zusammenhang zwischen mittlerem Druck und spezifischer Verdrängungsarbeit

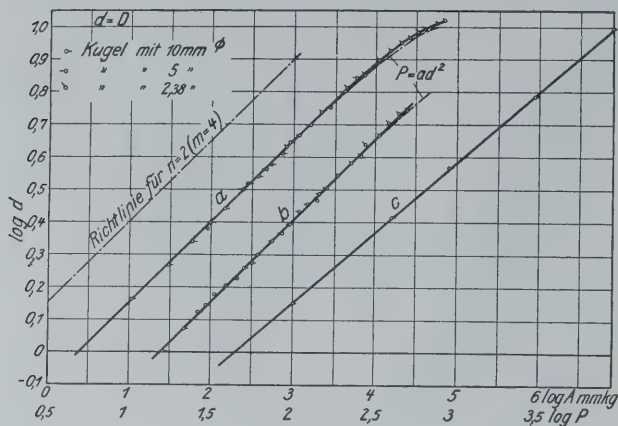


Abb. 6
Versuchswerte von Flußstahl A (bezogen auf die Kugel
von 10 mm Dmr.)

Kurve a: Schlagversuch mit Schraubenfeder
" b: " fallendem Hammer
(Der Übersicht wegen um eine Einheit
nach rechts verschoben)
" c: Kugeldruckversuch

Verhältnis $\frac{p}{l} = \frac{n+2}{4}$ ³⁾, das auch für die größten Eindrücke
brauchbar ist, Abb. 5.

Zur Darstellung der Verhältnisse werden zweckmäßiger-
weise die Werte für P , A , d usw. nach den Ähnlichkeits-
sätzen auf die Einheitskugel $D=10$ mm umgerechnet und
logarithmisch aufgezeichnet.

Um festzustellen, inwieweit die aus dem statischen Ge-
setz berechneten Beziehungen für den Schlagversuch ver-
wertbar sind, wurden mit dem Baumannschen Schlaghärte-
prüfer verschiedene Stoffe geprüft. Für einen weichen
Flußstahl und ein Probestück aus Gußmessing zeigen
Abb. 6 und 7 die Ergebnisse. Daraus geht hervor, was
durch weitere Versuche bestätigt wurde, daß der Zusam-
menhang zwischen Schlagarbeit und Eindruckdurchmesser
mit großer Genauigkeit dem, wie oben angegebenen, aus
dem Potenzgesetze $P = a d^n$ berechneten folgt. Die Zahlen-

³⁾ Der Quotient $A_2 : V_2$ ist gleichzeitig das $\frac{4}{n+2}$ -fache des mittleren
Druckes p .

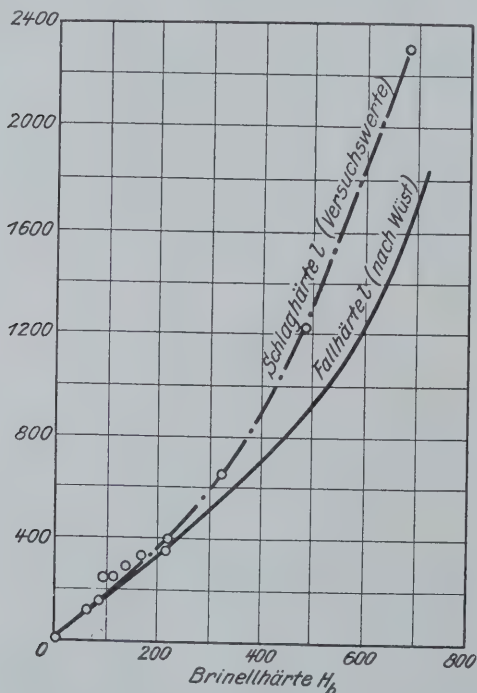


Abb. 8
Gegenüberstellung von Brinellhärte, Fallhärte
und Schlaghärte

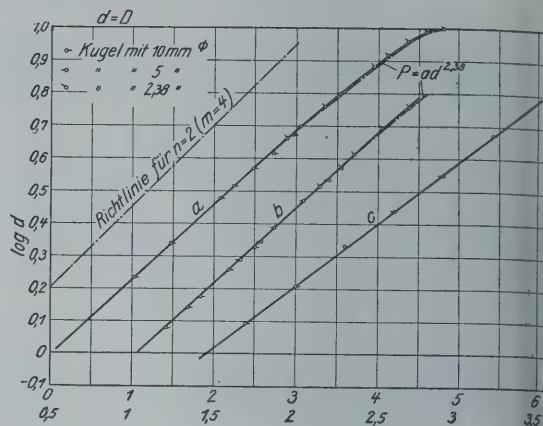


Abb. 7
Versuchswerte von Gußmessing GM 77 bezogen auf die
von 10 mm Dmr.

Kurve a: Schlagversuch mit Schraubenfeder
" b: " fallendem Hammer
(Der Übersicht wegen um eine Einheit
nach rechts verschoben)
" c: Kugeldruckversuch

werte a und n sind jedoch aus verschiedenen Gründen
durch Arbeitsverluste, durch den Einfluß der Gesch-
windigkeit und die verschiedene Form von Eindruck-
Einflußbereich des Eindruckes bei Druck und Sch-
schießen. Der Beiwert a der Schlagprüfung ist a-
wesentlich größer als bei der Druckprüfung; un-
verhalten sich im allgemeinen die Exponenten n .
sind für die Eisengruppe die dynamischen Exponen-
nahe zur Zahl 2 hin zusammengedrängt, daß prak-
Anbetracht aller Versuchungenauigkeiten von ei-
weichung nicht gesprochen werden kann. Die sp-
Verdrängungsarbeit l ist nun aber für $n=2$ unv-
lich, Abb. 5, d. h. unabhängig von Schlagarbeit, Ku-
Eindruckdurchmesser. Sie kann also als Kennzahl
einen einzigen Eindruck bestimmt werden; bei Be-
gleicher Schlagarbeit sind nach obigem diese Hä-
der vierten Potenz der Eindruckdurchmesser umgeke-
hältnisgleich.

Zur praktischen Ermittlung von l empfiehlt sich
hin, die Eindrücke nicht zu klein und nicht zu
wählen, also z. B. durch geeignete Größe der Schl-
die Eindruckdurchmesser in den Bereich zwischen $\frac{1}{2}$
des Kugeldurchmessers zu legen.

Ist nun auch teilweise, besonders für Nichteisen-
der dynamische Exponent n von 2 verschieden, die
spezifische Verdrängungsarbeit veränderlich, so lä-
doch mit dem gleichen Erfolge, wie man bei der
prüfung die Brinellhärte bei gleicher Belastung e-
bei der Schlagprüfung die spezifische Verdrängun-
bei gleicher Schlagarbeit als Schlaghärte angeben.

Abb. 8 zeigt an der Hand einiger Versuchswerte
genüberstellung der Brinellhärte und der spezifisch
drängungsarbeit; letztere ist für die Stoffe, wo n
abweicht, für eine Schlagarbeit $A : D^3 = 1$ angegeb-
Grund von Abb. 8 kann man gleichzeitig unter Be-
einer von Wüst angegebenen Kurve Fall- und Schl-
prüfer vergleichen. Das Verhältnis der statisch
dynamischen Härtezahlen bleibt nicht genau gleich,
ist in geringem Maße von der Härte und teilweise vo-
vom Werkstoff abhängig.

Sofern man auf Angabe einer rein dynamischen
zahl verzichtet, ist die einfachste Nutzbarmachung
Zusammenhänge zwischen Brinellhärte und spez-
Verdrängungsarbeit die in Abb. 3 angegebene,
früher von Baumann ermittelte Eichkurve. Eine
kann noch besonders dienlich sein, wenn man un-
vom dynamischen Eindruckdurchmesser auf die Fe-
zurückschließt, wie dies Baumann schon vor Jahre
bestem Erfolge, z. B. sogar auf Hölzer, getan hat
es durch die Versuche von Wüst u. a. besonders auf
als erfolgversprechend dargestellt worden ist. [M

Essen

Dr.-Ing. I. C

⁴⁾ Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieur-
Heft 231, S. 23.

Chemische Analyse kleinster Mengen

Von Dr.-Ing. H. Dieterle, Berlin

Mikrochemische Wage — Kohlenstoff-Wasserstoff-Bestimmung — Kohlenstoff-Stickstoff-Bestimmung auf nassem Weg — Stickstoffbestimmung nach Dumas

Die Mikroelementaranalyse hat Hand in Hand mit der Mikrochemie in dem letzten Jahrzehnt einen ungeahnten Aufschwung genommen. Dieser Aufschwung war nur dadurch möglich, daß die ursprünglichen Verfahren weiter ausgearbeitet und die Arbeitsinstrumente in weitestgehendem Maße verfeinert wurden, wofür fast alle durch die Apparatur bedingten Fehler ausgemerzt werden konnten. Als der Schöpfer der eigentlichen Mikroelementaranalyse ist Prof. Fritz Pregl¹⁾, Graz, zu nennen, der für diese ausgezeichnete Arbeit den Nobelpreis erhalten hat. Im nachfolgenden werden die wichtigsten bei der Mikroelementaranalyse verwendeten Geräte näher beschrieben.

Mikrochemische Wage

Grundbedingung für die Ausführung von Elementaranalysen mit möglichst kleinen Gewichtsmengen war es unbedingt erforderlich, eine Wage zu schaffen, mit der man bei einer verhältnismäßig hohen Belastung noch Gewichtsmengen genau wägen kann. Es ist wieder das Verdienst Pregls, diese Aufgabe glänzend gelöst zu haben, Abb. 1. Den Anweisungen Pregls folgend, hat Kuhlmann, Hamburg, eine mikrochemische Wage gebaut, die bei nur 70 mm Balkenlänge und einer Höchstbelastung von 20 g im belasteten sowie im unbelasteten Zustand gleichbleibende Empfindlichkeit besitzt. Diese hervorragenden Eigenschaften sind bedingt durch die drei vollkommen geradlinigen Schneiden, die in einer Ebene liegen und untereinander parallel sind und andererseits dadurch, daß die Balkenkonstruktion eine Starrheit aufweist, daß auch bei der Höchstbelastung eine Durchbiegung nicht nachweisbar ist. Die weitere Verfeinerung in der Ausführung, in erster Linie nach der Schneide, ist man in der Lage, mit der Kuhlmannschen Wage bei der zulässigen Höchstbelastung von 20 g das Gewicht mit einer Genauigkeit von 0,1 mg festzustellen. Die Empfindlichkeit dieser Wage beträgt also 10^{-7} .

In Abb. 1 zeigt sich oberhalb des Wagebalkens ein Reiterlineal mit 100 ganz gleichartig gegliederten Kerben. Um am Reiterlineal genau abzuablesen, bedient man sich einer an der Reiterverschiebung angebrachten Lupe. Bei der mikrochemischen Wage wird ein Reiter von 5 mg Gewicht benutzt; die Wage ist so konstruiert, daß sie sich im unbelasteten Zustand auf dem Nullgewicht befindet, wenn der 5 mg-Reiter auf dem Nullpunkt des Reiterlineals, also auf der ersten Kerbe des linken Gehänges liegt. Die Versetzung des Reiters um einen Teilstrich (von „null“ des Reiterlineals aus gerechnet) bedeutet also eine Belastung der Wage auf der rechten Seite von 0,1 mg und die Versetzung des Reiters um 100 Teilstriche eine solche von 10 mg. Nun ist aber die Wage so konstruiert, daß die Ablesung von 0,1 mg auf der durch die Spiegelablesung erhaltenen erscheinenden Skala einen Ausschlagunterschied von einem Teilstrich hervorruft. Hieraus ergibt sich, daß eine Ausschlagdifferenz von einem Skalenteilstrich 0,1 mg entspricht. Bei einiger Übung ist man in der Lage, den Raum zwischen zwei Teilstrichen der Skala in gleiche Teile zu teilen und somit die Tausendstel Milligramme zu schätzen. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß der Kopf des Wägenden nicht zu nahe an die Skala kommt, da sonst, selbst bei geschlossenem Wagebalken, Störungen in der Regelmäßigkeit der Schwingungen auftreten. Die einzelnen Teilstriche der Skala werden nicht mit 1, 2, 3 usw., sondern mit 10, 20, 30 bezeichnet, so daß man die Tausendstel Milligramme besser ablesen kann. Beim Wägen beobachtet man eine Anzahl Schwin-

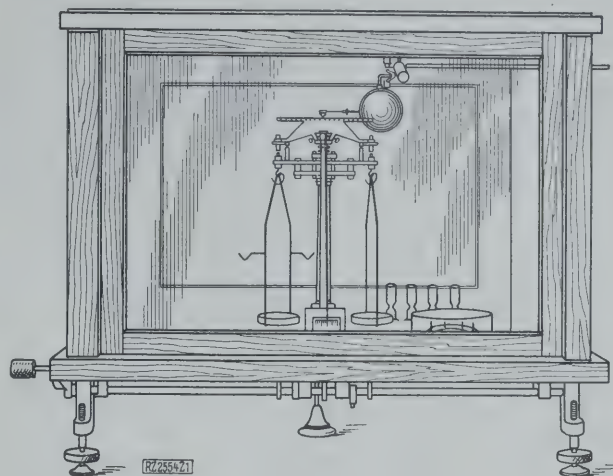


Abb. 1
Mikrochemische Wage nach Pregl

gungen nach links und nach rechts und nimmt alsdann von den verschiedenen Ausschlagunterschieden das Mittel. Ist die Wage nach links ausgeschlagen, dann ist das aufgelegte Gewicht zu schwer, der abgelesene Unterschied muß also von dem Gewicht abgezogen werden, während bei einem Ausschlag nach rechts der abgelesene Unterschied dem Gewicht zugezählt werden muß.

Von den Verfahren der Mikroanalyse kommen für die organische Chemie in erster Linie die quantitative Bestimmung des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs und des Stickstoffs in Betracht, daneben auch noch solche Verfahren, mittels deren größere Gruppen, wie Hydroxylgruppen, Methoxylgruppen, bestimmt werden können.

Für diese Bestimmungen werden 2 bis 5 bis 7 mg in Arbeit genommen.

Kohlenstoff-Wasserstoff-Bestimmung

Für die Kohlenstoff-Wasserstoff-Bestimmung verdanken wir Pregl die erste Einrichtung, Abb. 2 und 3. An Stelle der bei der Makroelementaranalyse verwendeten Quetschhähne bedient sich Pregl bei der Sauerstoffzufuhr eines Druckreglers *a*, durch den unvorhergesehene Druck- und infolgedessen Geschwindigkeitsänderungen der zugeführten Gase so gut wie vollkommen ausgeschaltet sind. Der Druckregler selbst besteht aus zwei Glockengasometern *b* und *c*, von denen der eine für die Zufuhr der Luft, der andere für die Zufuhr des Sauerstoffes dient. Die Glockengasometer sind Glasflaschen mit ungefähr 60 mm äußerem Dmr. und 240 mm Höhe. Sie sind bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt, dem etwas Natronlauge zugefügt ist, die obere Öffnung ist mit einer übergestülpten Holzkappe *d* verschlossen, mit mittlerer Bohrung, durch die die eigentliche Gasometerglocke in der Höhe verstellbar ist.

Die Gasometerglocke besteht aus einer 200 mm langen Glasröhre von 20 mm lichter Weite, in deren Innerem eine enge Glasröhre bis an die untere offene Gasometerglocke reicht. Diese innere Röhre führt zum Vorratgasometer. Der in das Glockengasometer eingetretene Gasstrom wird zur eigentlichen Verbrennungsanlage durch einen Dreiwegehahn abgeleitet. Von ihm führt ein Gummischlauch, (künstlich gealtert, s. unten) zu dem Blasenähler, an den zum Reinigen und Trocknen der durchströmenden Gase ein U-Rohr angeschmolzen ist. Der eine Schenkel des U-Rohrs ist zugeschmolzen, während der andere mit einem eingeschlifften Glasstöpsel verschlossen ist. An dem mit Glasstopfen verschlossenen Schenkel befindet sich der Blasenähler. Das U-Rohr ist in dem geschlossenen

¹⁾ Vergl. Pregl, Die quantitative organische Mikroanalyse. Berlin 1923.

Schenkel ganz, in dem mit einem Glasschliff verschlossenen zu zwei Dritteln mit feingekörntem Chlorkalzium gefüllt, während das letzte Drittel feingekörnten Natronkalk enthält. In den Blasenähler gibt man soviel Kalilauge, daß das verjüngte untere Ende gerade in die Flüssigkeit eintaucht. Das Ansatzröhrchen am geschlossenen Schenkel wird nunmehr mit einer kegelig eingezogenen Thermometerkapillare *h* durch Darüberschieben eines mit geschmolzener Vaseline behandelten gealterten Gummischlauchs verbunden und der kegelige Teil der Röhre durch einen Stopfen gesteckt und mit der eigentlichen Verbrennungsröhre aneinandergefügt.

Das Ankleben des Gummistopfens wird dadurch vermieden, daß man den Gummistopfen selbst und die Bohrung mit einer ganz geringen Spur Glyzerin befeuchtet; es ist selbstverständlich, daß der Überschuß durch Abwischen wieder entfernt werden muß. Nachdem nunmehr das U-Rohr mit dem Blasenähler und der Verbrennungsröhre verbunden ist, muß das Gasvolumen, das in 1 min den Querschnitt der Röhren durchströmt, und die dieser Gasgeschwindigkeit entsprechende Blasenfrequenz bestimmt werden. Dies geschieht nach den Angaben Pregis am zweckmäßigsten nach Verbindung der Mariotteschen Flasche, Abb. 2, mit dem Schnabel der Verbrennungsröhre durch Messen der Wassermenge, die in einem bestimmten Zeitraum in einen Meßzylinder abtropft. Zu gleicher Zeit wird auch die Anzahl von Gasblasen, die den Blasenähler durchperlen, festgestellt. Man kann auf diese Weise die Geschwindigkeit des Gasstromes beliebig regeln.

Die Verbrennungsröhre selbst besteht aus Jenaer Hartglas und hat 9,5 bis 10,5 mm Dmr.; sie ist mindestens 400 mm lang. An dem einen Ende ist die Röhre zu einem Schnabel verjüngt, der mit den Absorptionsgefäßen des durch die Verbrennung entstandenen Kohlendioxys und des Wassers verbunden ist. Für die Röhre benutzt man nach Pregl eine sogenannte Universalfüllung; in derartig gefüllte Röhren lassen sich alle Stoffe, ganz gleichgültig, ob sie außer Stickstoff auch Halogene oder Schwefel oder aber beides zugleich enthalten, vollständig einwandfrei verbrennen.

Die Füllung der Röhre wird folgendermaßen vorgenommen: Ein Bäuschchen Silberwolle wird bis an den Schnabel des Verbrennungsrohres ungefähr 10 mm weit

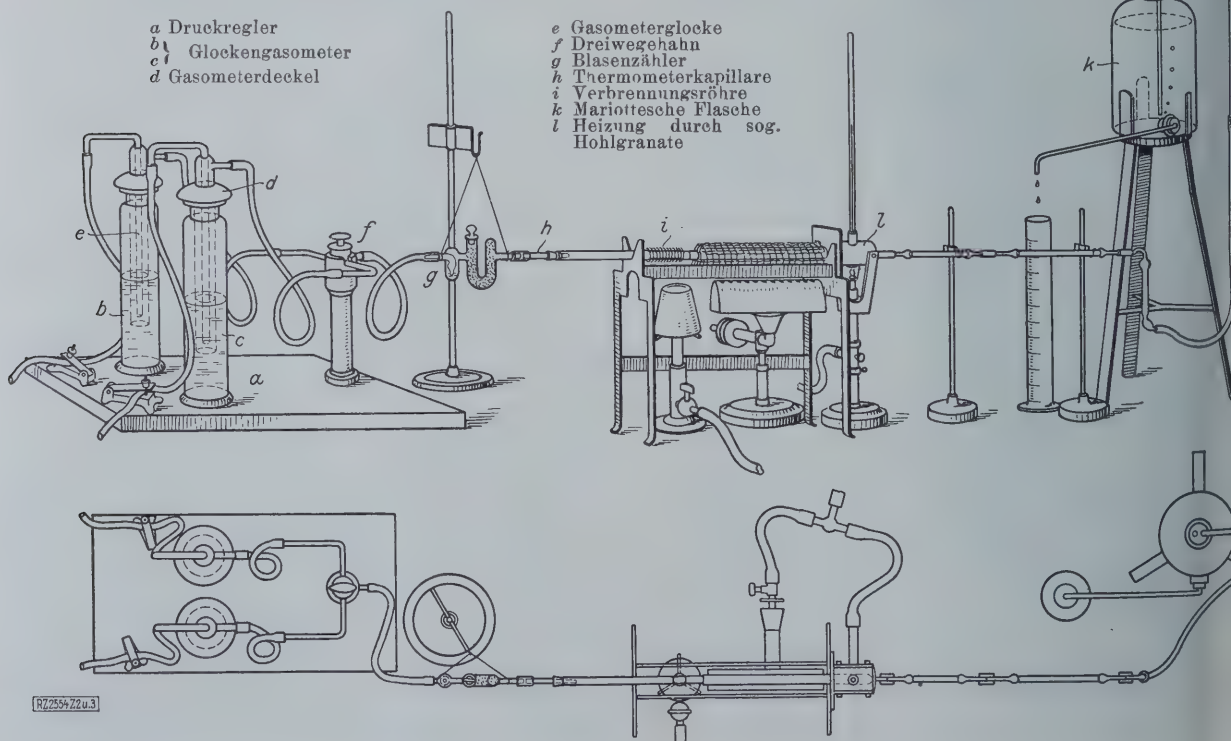
vorgeschoben und mittels eines feinen Pfröpfchens abgeschlossen. Auf diesen Asbestpfropfen trägt man eine 20 bis 25 mm lange Schicht von Bleisuperoxyd-Bleisuperoxydasbest auf. Die Bleisuperoxydschicht ist halb unentbehrlich, weil es sich gezeigt hat, daß das Superoxyd ein ganz zuverlässiges Mittel zur Absorption höherer Oxyde des Stickstoffes darstellt.

Da das Bleisuperoxyd die Eigenschaft hat, gleichbleibender Temperatur gleichbleibende Wassermenge zurückzuhalten, wird der Teil der Röhre, in dem sich die Bleisuperoxydschicht befindet, besonders sorgfältig und zwar mittels einer sogenannten Hohlgranate (Abb. 2, 7. In diese Hohlgranate wird eine bei bestimmter Temperatur siedende Flüssigkeit — man wendet gewöhnlich Cymol — gefüllt und die Röhre durch Umwickeln mit Asbest vollständig fest eingeklemmt. Dadurch wird das Entstehen eines äußeren Luftstromes unterbunden, der naturgemäß Temperaturschwankungen bedingen würde.

Die Bleisuperoxydschicht wird wiederum mit Asbestpfropfen, der ungefähr 7 mm lang ist, abgeschlossen. Die Aufgabe dieses Pfröpfchens ist es, an dieser Stelle die größte Gasreibung in der ganzen Röhre hervorzurufen, wodurch naturgemäß über die ganze Röhre in gleichen Zeiten stets nur gleiche Gasvolumina durchstreichen können. Dann trägt man auf dem Asbestpfropfen eine 30 mm lange Schicht von Tressensilber auf und schließt sie wieder mit einem Asbestpfropfen ab. Nunmehr füllt man die Röhre in einer Länge von ungefähr 140 mm mit einem Gemisch, bestehend aus feingekörntem Kupferoxyd und Bleichromat, das man wiederum mit einem Asbestpfropfen gegen eine ungefähr 30 mm lange Schicht von Tressensilber abschließt. Vor dieser Schicht aus Tressensilber bringt man in einem kleinen Platinblech Porzellanschiffchen die zu verbrennende Substanz ein und verbindet alsdann die Röhre einerseits mit dem Absorptionsgefäß, andererseits mit dem U-Rohr mit Blasenähler, während man den Schnabel der Röhre mit den Absorptionsgefäßen in Verbindung bringt. Abb. 4 zeigt die gefüllte Verbrennungsröhre während der Verbrennung.

Die zur Zeit im Gebrauch befindlichen Absorptionsgeräte sind wesentlich gegenüber den früheren Ausgestaltungen verbessert worden. Während nämlich bei den älteren benutzten Geräten das Füllen große Schwierigkeiten

Abb. 2 und 3
Gesamtanordnung für die Kohlen-Wasserstoff-Bestimmung, rd. $\frac{1}{10}$ der nat. Größe



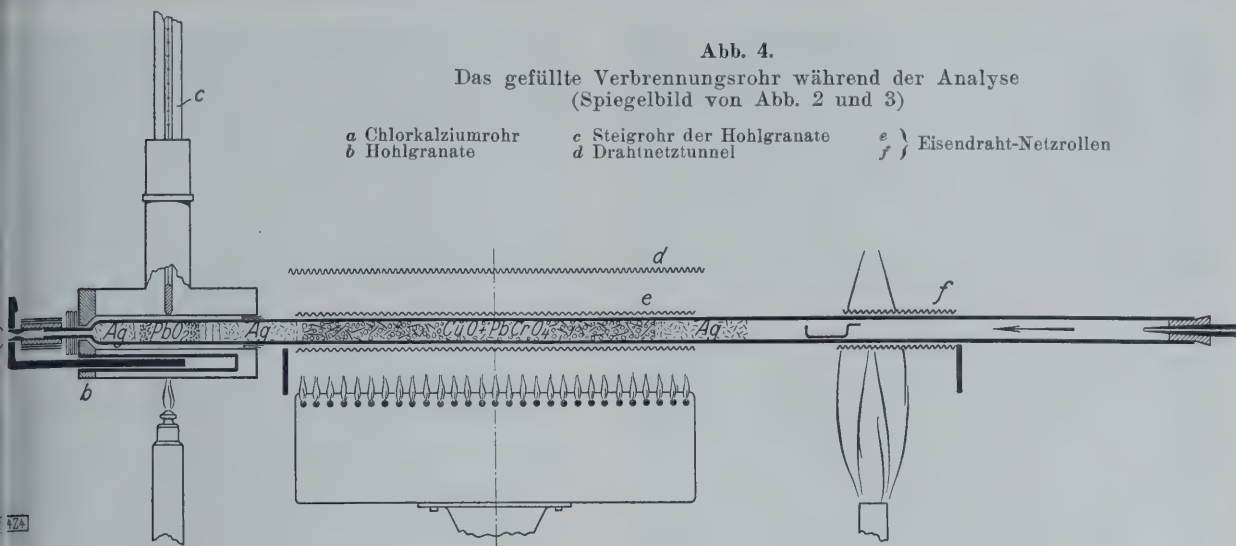


Abb. 4.

Das gefüllte Verbrennungsrohr während der Analyse
 (Spiegelbild von Abb. 2 und 3)

a Chlorkalziumrohr c Steigrohr der Hohlgranate e f Eisendraht-Netzrollen
 b Hohlgranate d Drahtnetz

werden jetzt Absorptionsröhren verwendet, die eines Glasschiffes abgeschlossen sind. Die neuen Absorptionsgeräte, Abb. 5, zeigen röhrenförmige Gestalt; in einem Ende befindet sich eine Vorkammer von 12 mm Länge sowie ein Ansatzröhrchen mit zwei feinen Verjüngungen, während das andre Ende mit einem eingeschliffenen Hohlstopfen verschlossen ist. In der Mitte befindet sich auf der der Röhre zuzuwandenden Seite eine feine Öffnung, wodurch die Verbindung mit der Röhre selbst hergestellt ist, während die gegenüberliegende Seite des Glasstöpsels mit einem ebenfalls zwei feinen Verjüngungen tragenden Ansatzröhrchen versehen ist.

Das erste Absorptionsgefäß wird mit entwässertem, feinkörnigem Chlorkalzium gefüllt und dient zur Aufnahme des entstandenen Wassers, während das zweite Absorptionsgefäß, worin die Kohlensäure aufgenommen werden muß, mit schwach angefeuchtetem, ebenfalls feinkörnigem Natronkalk gefüllt ist. Das letzte Drittel dieses Gefäßes füllt man, nachdem man die Natronkalkschicht mit Watte abgeschlossen hat, nochmals mit feinkörnigem Chlorkalzium. Die auf diese Weise gefüllten Röhren werden in der bei der Makroelementaranalyse üblichen Weise vorbereitet und nach Verschluss mit passenden Hähnen unter Beobachtung besonderer Vorsichtsregeln gewogen und alsdann mit der Verbrennungsapparatur verbunden. Sämtliche Verbindungen bei der oben beschriebenen Apparatur werden mit Gummischläuchen hergestellt, die jedoch einer besonderen Behandlung unterworfen werden müssen. Pregl gibt eine ausführliche Beschreibung dieser Behandlung.

Die eigentliche Ausführung der Analyse beginnt man mit dem Ausglühen der Verbrennungsröhre mittels des Langbrenners; zugleich wird die Hohlgranate angeheizt. Inzwischen nimmt man die Wägung der Substanz (2 bis 6 mg) sowie der nach den Vorschriften gereinigten Absorptionsgefäße vor. Nach dem Zusammenfügen und Verschließen der Absorptionsröhren bringt man sie zugleich mit der sich in einem Exsikkator (Austrockner) befindenden Substanz zur Verbrennungsofen. Hier stellt man zuerst die Verbindung zwischen dem Chlorkalziumrohr und der Verbrennungsröhre her und verbindet alsdann die Natronkalkschicht mit der Mariotteschen Flasche. Nachdem so die Absorptionsapparate eingefügt sind, bringt man die Substanz auf einem Schiffchen ebenfalls in die Verbrennungsofen, und zwar derart, daß zwischen Schiffchen und der Verbrennungsröhre noch ein Zwischenraum von ungefähr 15 mm vorhanden ist. Nachdem man sich noch davon überzeugt hat, daß die ganze Apparatur vollständig dicht ist, schreitet man zur Verbrennung der Substanz.

Zu diesem Zwecke wird das kurze, über dem Verbrennungsrohr verschiebbare Röllchen aus Eisendrahtnetz hergestellt, Abb. 2, i, daß der äußere Rand eben bis zum Schiffchen reicht; nun wird dieses Röllchen mit dem ver-

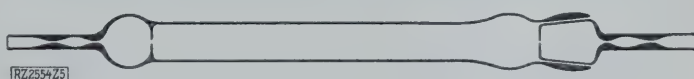


Abb. 5. Neues Absorptionsgerät mit Schliff

schiebbaren Brenner allmählich erhitzt. Als dann wird das Röllchen immer weiter über das Schiffchen gezogen, indem man gleichzeitig auch den Brenner im gleichen Verhältnis mitbewegt. Hierbei ist vor allen Dingen davor zu warnen, das Vorwärtswegbewegen des Röllchens und des Brenners zu überhasten, da sonst der Gasstrom leicht ins Stocken gerät, wodurch die Verbrennungsgase zurückschlagen und Fehler entstehen. Nachdem man mit dem beweglichen Brenner bis zum Langbrenner gekommen ist, läßt man nun an Stelle des bis jetzt verwendeten Sauerstoffes Luft in das Verbrennungsrohr durch entsprechende Umschaltung des Dreiwegehahns eintreten. Das von dieser Zeit ab aus der Mariotteschen Flasche abtropfende Wasser wird in einem Meßzylinder aufgefangen; sobald 100 cm³ abgeflossen sind, kann man annehmen, daß das gesamte Kohlendioxyd und jeglicher Wasserdampf in die Absorptionsröhrchen übergetrieben ist. Man bringt nunmehr, nachdem man den Hebel der Mariotteschen Flasche hochgestellt hat, die Absorptionsgeräte in den Kasten der Waage und reinigt sie nach dem bei der Mikroanalyse allgemein üblichen Verfahren. Nach der Abkühlung werden die Absorptionsgefäße gewogen.

Bei der richtigen Ausführung einer Mikroelementaranalyse nach Pregl spielen die Gummiverbindungen und ihre Vorbereitungen eine sehr große Rolle; zugleich sind sie aber auch eine nicht außer acht zu lassende Fehlerquelle. Ernst Müller und Hertha Willenberg²⁾ haben versucht, sämtliche Gummiverbindungen in der Apparatur vollständig auszuschalten und durch Glasschliffe zu ersetzen. Auch sonst haben diese beiden Forscher verschiedene Änderungen an der Apparatur angebracht, um sie recht handlich zu machen. Auf Grund eines mehrjährigen Arbeitens mit der Müllerschen Apparatur kann ich die von Pregl in seinem Buche, S. 53, gemachten Befürchtungen nicht teilen, zumal da eine Ausbesserung der Apparatur bei eingetretenem Bruch ohne irgendwelche Schwierigkeiten zu bewerkstelligen ist. Die Zusammenstellung der Apparatur ist aus Abb. 6 ersichtlich. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, daß Müller die Absorptionsgefäße mit Sauerstoff sättigt und dann zur Wägung bringt; bei dieser Apparatur fallen also das Glasglockengasometer sowie der Dreiwegehahn weg. Der zur Verbrennung nötige Sauerstoff wird unmittelbar einer Sauerstoffbombe entnommen; er gelangt durch das Rohr a in die Geräte.

Zur Reinigung wird der Sauerstoff durch eine über dem Langbrenner gelegene und mit Kupferoxyd gefüllte Röhre geleitet; er strömt alsdann in das sowohl als Wasch-

²⁾ Journ. f. prakt. Chem. Bd. 99 (1919) S. 34.

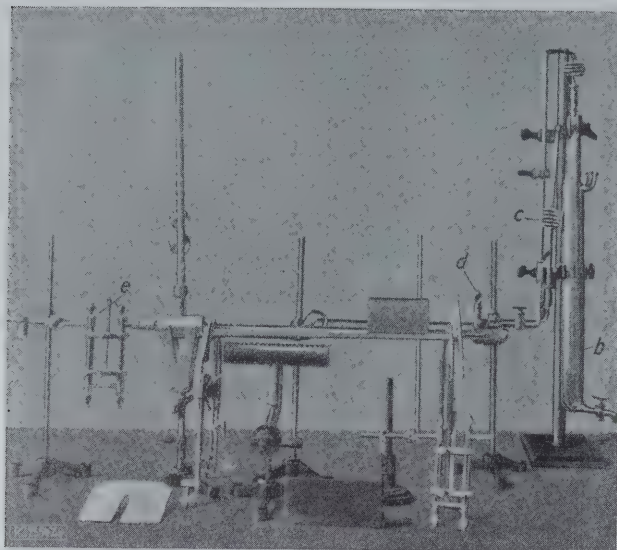


Abb. 6

Apparatur von Ernst Müller und Hertha Willenberg

a Zuleitung für Sauerstoff b Druckrohr c Glasschlange
d Chlorkalziumröhre mit Tropfenzähler e Absorptionsgefäße

flasche wie auch als Druckregler dienende Glasgefäß *b*. Dieser Druckregler besteht aus einem oben offenen, unten mit einer Abflußröhre und Glashahn versehenen Glasmantel, in den ungefähr 5 bis 10 cm oberhalb des Bodens das Zuleitungsrohr für den Sauerstoff mündet. An dem Punkte, wo das Zuleitungsrohr in den Glasmantel einbiegt, ist um das Zuleitungsrohr eine weitere, unten offene Glasröhre angeschmolzen, die mit ihrem offenen Ende in der gleichen Höhe wie das Zuleitungsrohr endigt und oben eine rechtwinklig angeschmolzene Glasröhre trägt. Der äußere Glasmantel wird nun bis zu einer bestimmten Höhe mit Kalilauge gefüllt, womit der Sauerstoff gewaschen wird. Da man aber durch Hinzufügen von Kalilauge in den äußeren Mantel in der Lage ist, den Druck zu erhöhen, so dient dieses Gefäß, wie schon oben erwähnt, zugleich auch als Druckregler. Der so gewaschene Sauerstoff gelangt nunmehr durch die Röhre *c* zu einem mit Kalilauge gefüllten Blasenähler, an dem eine U-förmige, mit einem Glasstöpsel verschlossene und mit Chlorkalzium gefüllte Röhre angeschmolzen ist, und von dort aus durch einen sehr sinnreich konstruierten Verschuß an das eigentliche Verbrennungsrohr.

Die Einrichtung der Verschußkappe der Verbrennungsröhre zeigt Abb. 7. Als Absorptionsgefäße bedienen sich Müller und Willenberg nicht der von Pregl empfohlenen Geräte, sondern sie verwenden dünnwandiges Glasrohr von ungefähr 135 mm Länge, das zur Aufnahme der Füllung dient und an den beiden Enden mittels zweier drehbarer Hahnschliffe verschlossen ist, *a* in Abb. 6. Die Hahnschliffe haben seitlich eine Bohrung, so daß durch entsprechende Drehung eine Verbindung mit den beiden Ansatzröhren hergestellt werden kann. Auch die Verbindung zwischen den beiden Absorptionsröhrchen ist bei der Apparatur nach Müller-Willenberg mittels eines sehr langen Schliffes hergestellt, so daß also auch hier die Gummiverbindung vollständig ausgeschaltet ist. Auf eine sorgfältige Reinigung der Schliffe vor dem Wägen muß natürlich größte Sorgfalt verwendet werden. Mittels einer elastischen Feder werden die beiden Röhrchen auf ein Messingrähmchen aufgespannt, das auf einem Ständer aufgehängt werden kann.

Die Handhabung dieser Verbrennungsapparatur ist im großen und ganzen dieselbe, wie bei der Pregl'schen Anordnung, so daß hier nicht näher auf diesen Punkt eingegangen zu werden braucht.

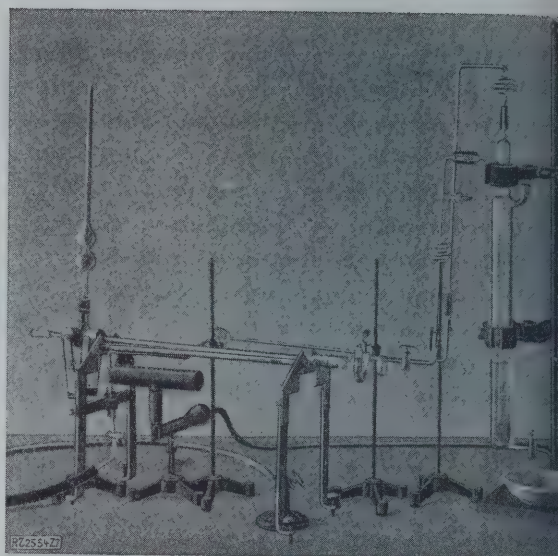


Abb. 7

Einrichtung der Verschußkappe der Verbrennungsröhre

Kohlenstoff-Stickstoff-Bestimmung auf nassem Wege

Eine Anordnung, mittels der man in die Lage setzt ist, mit ein und derselben Menge Substanz Kohlenstoffgehalt einerseits und den Stickstoffgehalt andererseits zu bestimmen, wird in nachfolgendem näher beschrieben.

Die Geräte zur Kohlenstoffbestimmung. Der Kohlenstoff wird durch Oxydation Substanz mit Kaliumdichromat und Schwefelsäure Sauerstoffstrom bestimmt. Abb. 8 zeigt den Aufbau des Gerätes. Der untere Teil der Waschflasche ist mit zentrierter Schwefelsäure ungefähr 1 cm hoch gefüllt. Die Spitze der nach unten gebogenen Röhre muß in die Schwefelsäure eben eintauchen. Ungefähr 7 cm vom Ende entfernt befindet sich an der Waschflasche eine Einschnürung; diese Einschnürung ist von oben mit einem wollebausch verschlossen; der übrige Raum der Waschflasche ist mit einem Gemisch von Natronkalk und Kalzium angefüllt.

Die Kugel des Verbrennungskölchens *d* faßt ungefähr 10 bis 15 cm³. Der Tropfenzähler *e* enthält zentrierte Schwefelsäure, und die Röhre *f* ist mit Kalzium gefüllt. Um dem Gerät größere Haltbarkeit zu verleihen, ist zwischen das Kölbchen *d* und den Tropfenzähler *e* eine Spirale geschaltet. Die 23 cm lange Verbrennungsröhre *g* enthält zwischen zwei Rollen aus Drahtnetz von je 2 cm Länge eine etwa 8 bis 9 cm Schicht eines Gemisches von Kupferoxyd in Stäbchen und gekörntem Bleichromat. Das Rohr selbst ruht auf einer auf der inneren Seite mit dünnem Asbestpapier ausgelegten Rinne aus Eisen, die von zwei Haltern getragen wird. Zum Schutze der beiden Schliffe des

a Gasometer
b Waschflasche
c Verbindungsrohre
d Verbrennungskölbchen
e Tropfenzähler
f Chlorkalziumröhre
g Verbrennungsröhre
h Halter
i U-Röhre
k Absorptionsgefäß
l Tropfenzähler

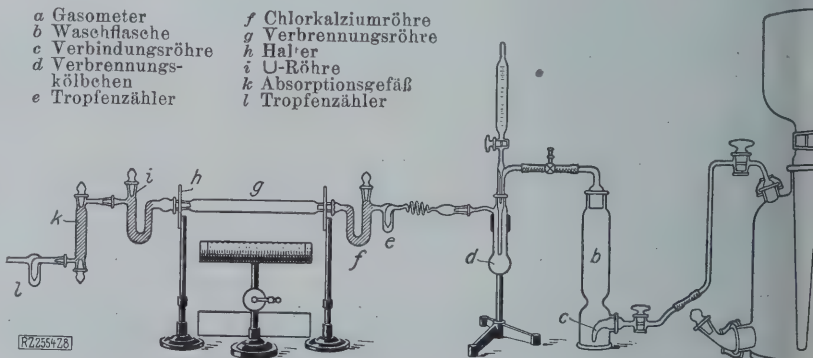


Abb. 8. Gerät zur Kohlenstoffbestimmung auf nassem Wege

gsrohres werden über dieses zwei Asbestscheiben
Zum Heizen der Röhre dient ein Brenner von
änge, der beiderseits mit Schienen, die zum Tragen
it Asbest ausgekleideten Schutzdachens dienen, ver-
t. Die U-förmig gebogene Röhre *i* mündet mittels
igen Schliffes in das eigentliche Absorptionsgefäß *k*.
orptionsröhrchen ist zu zwei Dritteln mit Glaswolle
die man mit 10 bis 12 Tropfen sehr stark kon-
er Kalilauge befeuchtet; das letzte Drittel ist mit
lzium beschickt. Gegen das Chlorkalzium ist die
ilauge getränkte Glaswolle durch einen ziemlich
opten Glaswollpfropfen abgesperrt. Das Röhrchen
dieser Füllung für 4 bis 6 Verbrennungen ohne
zu gebrauchen. Die Kalilauge tropft man mittels
ipette zu, während gleichzeitig mittels der Saug-
esaugt wird. Als Abschluß ist an die Absorptions-
iederum ein mit konzentrierter Schwefelsäure an-
Tropfenzähler angeschlossen.

Analyse wird nun so ausgeführt, daß man in dem
nungskölbchen die Substanz mit Kaliumdichromat
ind durch Zutropfen von konzentrierter Schwefel-
u diesem Gemenge die Substanz oxydiert. Die
entstehende Kohlensäure wird mittels eines Sauer-
mes durch die Apparatur hindurchgetrieben und
Absorptionsgefäß *k* aufgenommen. Aus der Ge-
nahme des Gefäßes *k* wird der Gehalt der Sub-
Kohlenstoff berechnet.

e Geräte zur Stickstoffbestimmung.
kstoffbestimmung wird in dem zur Verbrennung
n Kölbchen ausgeführt, und zwar nach dem Ver-
von Kjeldahl. Die hierzu nötige Einrichtung
Abb. 9 hervor. Das Verbrennungskölbchen *a* ver-
man mit einem Hohlschliff, an den nach der Kugel
bhens zu eine Glasröhre angeschmolzen ist, die
auf den Boden der Kugel reicht, dort umgebogen
Kapillare ausgezogen ist. Die Ausflußröhre des
richterchens reicht bis durch den Hohlschliff. Die
örmige Erweiterung der Röhre *d* ist zur Abdich-
e Glasstopfens während der Bestimmung mit
er gefüllt, damit ein genügender Verschuß
istet ist. Die Röhre *d* selbst führt in ein eine ent-
ende Menge Säure enthaltendes Rundkölbchen aus
r Glas. Die Bestimmung wird nun so vorgenom-
ß die saure Flüssigkeit im Kölbchen *a* durch Zu-
assen von konzentrierter Natronlauge aus dem
richter *c* alkalisch gemacht wird, wodurch das
m vorhandenen Stickstoff gebildete Ammonsulfat
wird. Das nunmehr freigewordene Ammoniak wird
sserdampf, der in *b* erzeugt wird, durch *d* in die
übergetrieben und dort von der vorgelegten Säure
nmen. Durch Zurücktiteren der überschüssi-
säure kann der Stickstoffgehalt berechnet werden³⁾.

Äheres über die Ausführung der Bestimmung vergl. Archiv
nazie Bd. 262 (1924) S. 35.

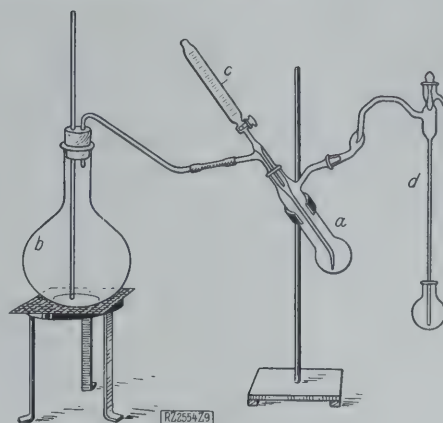


Abb. 9

Gerät zur Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl

a Verbrennungskölbchen *c* Scheidetrichter
b Kochflasche *d* Röhre zum Übertreiben von
Ammoniak in die Vorlage

Stickstoffbestimmung nach Dumas

Zur Bestimmung des Stickstoffes in organi-
schen Körpern hat Pregl ein gasvolumetrisches
Mikroverfahren ausgearbeitet, das sich sehr rasch und
bequem in der Apparatur nach Abb. 10 ausführen läßt.
Die Verbrennung selbst wird im Kohlensäurestrom aus-
geführt; die hierzu nötige Kohlensäure stellt man sich
in einem Kippschen Apparat *a* dar.

Um die in diesem Apparat befindlichen Luftanteile
möglichst bald und vollständig zu entfernen, ist an das in-
nere Ende des Glashahnes, der mittels eines Gummistopfens
in der Tubulatur der mittleren Kugel befestigt wird, eine
hakenförmig gebogene Glasröhre *b* mit einem Gummi-
schlauch angebracht, und zwar derart, daß durch diesen
Ansatz die am höchsten Punkte der Kugel befindlichen
Gase zuerst entfernt werden. Der zur Kohlensäureent-
wicklung dienende Marmor, sowie die Salzsäure werden
besonderen Reinigungsverfahren unterworfen. Sodann
läßt man sehr rasch Salzsäure zu-
strömen und erreicht, daß der
Kippsche Apparat möglichst voll-
ständig von etwa noch vorhandener
Luft befreit wird. Es ist natürlich
unbedingt nötig, daß man mit einem
möglichst von jeglicher Luft be-
freiten Kohlendioxyd arbeitet, da
sonst nicht unbeträchtliche Fehler
entstehen. Das Kohlendioxyd wird
nunmehr durch ein gläsernes Ver-
bindungsstück zum eigentlichen
Verbrennungsröhr *c* weitergeleitet.
Die Verbindung selbst wird nach

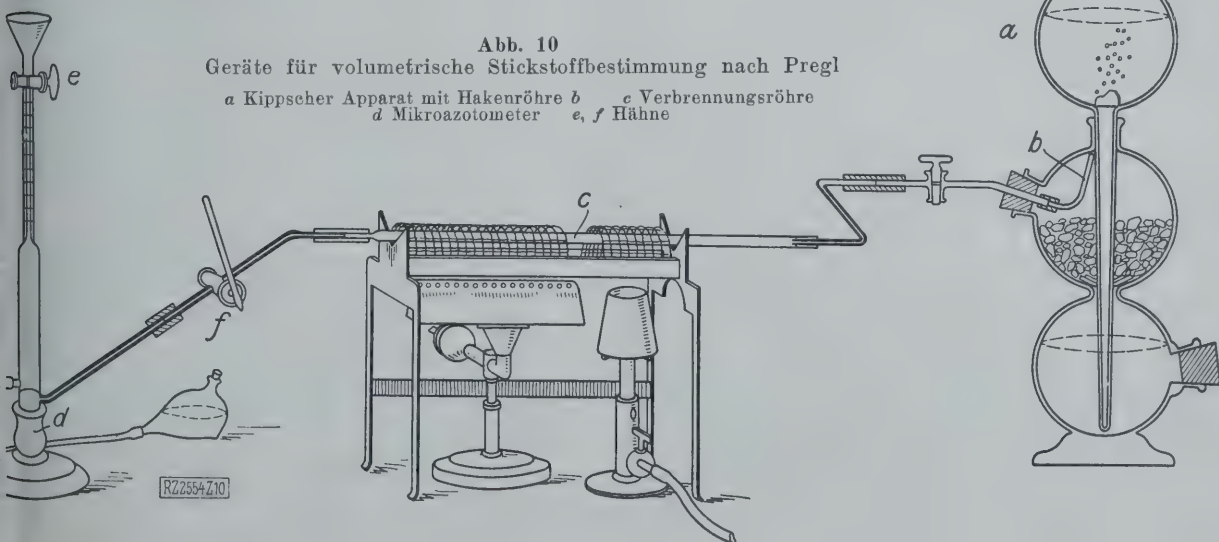


Abb. 10

Geräte für volumetrische Stickstoffbestimmung nach Pregl

a Kippscher Apparat mit Hakenröhre *b* *c* Verbrennungsröhre
d Mikrozotometer *e, f* Hähne

Pregl mittels eines gutschließenden Gummistopfens vorgenommen. Die Verbrennungsröhre *c* hat einen Schnabel und ist rd. 400 mm lang. Der Schnabel wird leicht mit einem kleinen Asbestschlauch verschlossen; auf ihn füllt man in einer Länge von ungefähr 130 mm drahtförmiges Kupferoxyd und schließt diese Füllung wiederum mittels eines Asbestpropfens ab. Man reduziert nunmehr ungefähr 40 mm der Kupferoxydschicht durch Erhitzen im Wasserstoffstrom, und zwar beginnt man an der dem Schnabel entgegengesetzten Seite.

Auf diese in der oben geschilderten Weise vorbereitete Füllung, die für eine große Anzahl von Analysen zu gebrauchen ist, kommt nunmehr die mit Kupferoxyd in einem besonderen Röhrchen vermischte zu untersuchende Substanz. Nachdem das Mischröhrchen mehrmals mit Kupferoxyd nachgespült ist, wird die Verbrennungsröhre auf der einen Seite mit dem Kippschen Apparat verbunden, während der Schnabel mittels eines Gummistückchens mit dem mit einem Hahn versehenen Zwischenstück *f* des Mikroazotometers *d* in Verbindung gebracht wird. Nur der engere Teil des Azotometers ist eingeteilt, und zwar in $\frac{1}{100}$ cm³. Der Nullpunkt der Teilung liegt am Hahn *e*.

Das Azotometer wird zur Analyse mit Kalilauge (50 vH) gefüllt, die unter ganz bestimmten Gesichtspunkten hergestellt ist. Zuerst wird die Luft aus dem Gerät durch Hindurchleiten von Kohlensäure verdrängt. Gleichzeitig heizt man die Verbrennungsröhre langsam bis zur Rotglut an. Um festzustellen, ob alle Luft aus der Versuchsanlage verdrängt ist, füllt man das Azotometer durch Heben der Birne mit Kalilauge und beobachtet die nunmehr aufsteigenden Gasblasen. Der Gasstrom wird durch Stellen des Hahnes *e* so geregelt, daß 1 bis 2 Blasen in 1 s aufsteigen. Wenn wirklich alle Luft verdrängt ist, dann zeigen die aufsteigenden Gasbläschen einen Durchmesser von 0,2 Teilstrichen der Skala. Hat man sich nun davon überzeugt, daß die ganze Anordnung frei von Luft ist, dann beginnt man mit dem langsamen Erhitzen der Mischung von Kupferoxyd mit dem zu untersuchenden Körper, während

man gleichzeitig den Hahn des Kippschen Apparates und den Hahn des Zwischenstückes vollständig öffnet. Brenner unter der Substanz darf erst dann wegschoben werden, wenn die Blasenbildung erlahmt. Dem auf diese Art die ganze Mischung durchgeschickt, schließt man den Hahn des Zwischenstückes vollständig, öffnet zugleich den Hahn des Kippschen Apparates. Mehr stellt man den Hahn des Zwischenstückes so, daß eine Blase in 2 s hindurchstreichen kann. Nach kurzer Zeit kann man bemerken, daß die in dem Azotometer eintretenden Gasblasen plötzlich kleiner zu werden beginnen, um dann allmählich wieder auf die oben erwähnte Größe der sogenannten Mikrobläschen herabzusinken. Bald dies der Fall ist, wird der Hahn *f* des Zwischenstückes geschlossen, das Azotometer aus der Anordnung herausgenommen und das Gasvolumen in der bekannten Art und Weise abgelesen. Bei der Berechnung ist zu berücksichtigen, daß 2 vH des abgelesenen Volumens in Abzug gebracht werden müssen⁴⁾.

Auch für die Stickstoffbestimmung haben Mit Willenberg ein Gerät geschaffen, bei dem an Stelle der Gummiverbindung nur Schiffe verwendet werden. Die Zerbrechlichkeit dieses Gerätes und auch jenes Kohlenstoff-Wasserstoff-Bestimmung herabzusetzen, die zur Verwendung gelangenden Glasröhren stellenweise zu federnden Spiralen ausgezogen, ein Verfahren, in der Praxis als recht zweckmäßig erwiesen hat (Abb. 8).

Die für die Bestimmung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff gebräuchlichsten Mikroverfahren, die in vorstehenden Ausführungen einer kurzen, aber keineswegs erschöpfenden Besprechung unterzogen worden. Eine ganze Anzahl anderer Bestimmungen sind gut durchführbare Mikroverfahren im Gebrauch, z. B. für Halogenbestimmung, Methoxylgruppen u. a. m., auf die aber nicht hingewiesen werden kann.

⁴⁾ Vergl. a. a. O. S. 87

Mit Netzstrom geheizte Röhren

Der Wunsch nach Kathodenröhren, die unmittelbar aus dem Netz geheizt werden können, ist fast so alt, wie die Rundfunktechnik überhaupt. Nicht nur das Ausland, sondern auch das Inland, in Deutschland die Firma Telefunken, hat sich schon seit langem mit der Konstruktion netzgeheizter Röhren beschäftigt. Erst den Firmen Radioröhren-Laboratorium Dr. Nickel und Dr. G. O. Spanner (Delta-Valve) ist es gelungen, netzgeheizte Röhren herauszubringen, die den Ansprüchen der großen Masse genügen. Der Verbraucher verlangt, daß eine netzgeheizte Röhre keinerlei Umänderungen im Empfänger und andre Umständlichkeiten mit sich bringt. Den beiden genannten Firmen ist es gelungen, netzgeheizte Röhren zu konstruieren, die sich ohne weiteres an der Stelle von Normalröhren in einen Empfänger einsetzen und wie diese bedienen lassen. Die Ultra-Sinus A und E (Dr. Nickel) eignet sich für Empfänger von fast beliebiger Röhrenzahl, während die Deltaröhre in Empfängern bis vier Röhren ohne weiteres benutzt werden kann.

Während bei der Ultraröhre von Dr. Nickel die Elektronenemission nicht vom eigentlichen Heizfaden, sondern von einem Glühkörper ausgeht, der durch Wärmeübertragung vom eigentlichen Glühfaden geheizt wird, benutzt die Deltaröhre als Elektronenerzeuger den eigentlichen Glühfaden, bemißt ihn aber äußerst lang und dick, so daß er eine große Wärmekapazität hat und gegen die Schwankungen des Wechselstromes bis zu einem gewissen Grade unempfindlich ist. Die Deltaröhre entspricht demnach völlig einer gewöhnlichen Röhre.

Es ist ohne weiteres einzusehen, daß die Ultraröhre wegen der indirekten Heizung gewisse Vorteile gegenüber der Deltaröhre aufweist. Da der Elektronenerzeuger mit einem neutralen Punkte des Heizkreises verbunden werden muß, ist bei der Ultraröhre der Elektronenerzeuger mit einem Kontaktstift versehen, der sich in der Mitte zwischen

den vier gewöhnlichen Steckerstiften befindet. Dieser kann durch eine kleine Schelle mit dem einen oder dem anderen Heizfadenstift verbunden werden, je nachdem, welcher der beiden Heizfadenstifte das geringste Wechselstrompotential durchläßt. Über den mittleren Kontaktstift des Elektronenerzeugers kann auch ein fünfter Stecker gesteckt werden, nach die Röhre auch in fünfpoligen Röhrensockeln verwendet werden.

Neverdings baut die Firma Dr. G. O. Spanner auch eine mittelbar geheizte Röhre, ähnlich der Ultraröhre, nur die Sockelanordnung insofern, als der Elektronenerzeuger an die normalen Heizstecker des vierpoligen Sockels und der eigentliche Heizfaden an zwei Klemmschrauben angeschaltet wird, die sich in der Höhe des Röhrensockels befinden. Mittelbar geheizte Röhren bei denen der Elektronenerzeuger an einen fünften Pol angeschlossen ist, und die nur mit fünfpoligem, also an einem Sockel ausgerüstet sind, stellen die Firmen Telefunken, deutsche Telefon- und Kabelwerke (TeKaDe) und die Röhrenfabrik Hamburg (Valvo) her. Allerdings lassen sich diese Röhren in Empfängern mit höchster Röhrenzahl nicht nutzen, sofern man die bestehenden vierpoligen Sockel gegen fünfpolige umtauscht und den fünften Pol mit einem bestimmten Punkte der Empfängerschaltung verbindet.

Die Akkumulatoren werden durch kleine Transformatoren ersetzt, die die für die Röhren vorgeschriebene Spannung unmittelbar liefern, so daß Heizwiderstände nicht flüssig werden. Für das Gleichstromnetz sind die netzgeheizten Röhren praktisch nicht brauchbar, da zu viel Spannung durch den Vorschaltwiderstand vernichtet werden müßte. Die netzgeheizten Röhren machen keine Schwierigkeiten, für netzgeheizte Röhren Heizfaden von beliebiger Oberfläche zu benutzen, die netzgeheizten Röhren viel größere Steilheit und nach eine höhere Verstärkungszahl auf als die gewöhnlichen Röhren.

Berlin-Schlachtensee [N 858]

Dr. N. O.

R U N D S C H A U

Wissenschaftliche Tagungen

Kongreß für Heizung und Lüftung
in Wiesbaden

Über 700 Vertreter des Heizungsfaches, darunter eine große Zahl aus dem Ausland, hatten sich vom 8. bis 12. September in Wiesbaden zu dem 12. Kongreß für Heizung und Lüftung zusammengefunden. Neben 12 mitunter reichhaltigen Vorträgen und einer Besichtigung war dafür Sorge getragen, daß der gesellschaftliche Teil der Veranstaltungen im Rahmen der schönen Kurstadt nicht zu kurz kam.

Nach einer Begrüßung durch den Oberbürgermeister versammelte sich die Stadt Wiesbaden und den 1. Vorsitzenden des Kongreß-Ausschusses, Geh.-Rat Prof. Dr. Hartmann, Göttingen, sprach Dr.-Ing. E. h. Schiele, Hamburg, über allgemeine und wirtschaftliche Fragen aus dem Heizungsfach. An der Hand umfangreicher Statistiken wies er auf die große Belastung der deutschen Industrie durch die äußeren Verpflichtungen des Reichs und die soziale Gebelung hin. Die Entwicklung des Heizungsfaches wurde in der Wohnungszwangswirtschaft noch sehr gehemmt. Das Pfuschertum hat in den Nachkriegsjahren sehr ungesund überhand genommen.

Dr. med. Pfeiffer, Präsident des Gesundheitsamtes, Hamburg, berichtete darauf über die Arbeiten des Lüftungsausschusses. Er mußte zugeben, noch keine festen Richtlinien für die zweckmäßige Gestaltung von Lüftanlagen, namentlich für Krankenhäuser angeben zu können. Eine Aufgabe bei den bedeutenden deutschen Krankenhäusern ist die Erfahrungsmitte mit vorhandenen Lüfteinrichtungen und die Notwendigkeit solcher Anlagen brachte keine Lösung. Zum großen Teil wird künstliche Lüftung verwendet und die Fensterlüftung als ausreichend erachtet. Wird noch eingehender Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren und Hygienikern bedürfen, um sichere Grundlagen für den Aufbau von Lüftanlagen zu schaffen. Es wurde empfohlen, einen befähigten Ingenieur mit der Durchführung von Versuchen auf diesem Gebiet zu betrauen.

Die Lüftung in Fabrikbetrieben mit den zugehörigen umfangreichen technischen Einrichtungen behandelte Prof. Hartmann, Göttingen, unter dem Titel: Reine Luft in Arbeitsräumen. Aus seinen Darlegungen sei nur die Führung eines Gerätes, des sogenannten Katathermometers, herausgegriffen. Es zeigt schnell den gleichzeitigen Einfluß der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Bewegung der Luft auf die „Entwärmung“ des menschlichen Körpers damit auf das Wohlbefinden des Arbeiters an.

Über die Arbeiten des Bauausschusses berichtete Min.-Rat Huber, München, über die Beziehungen zwischen Architektur und Heizungsfach. Prof. Schachner, München. Durch zweckmäßige Anordnung und wärmedichte Herstellung der Umfassen kann der Wärmebedarf eines Hauses wesentlich verringert werden. Verständnissvolle Zusammenarbeit von Heizungsfachingenieur und Architekt scheint daher schon bei der Planung von Gebäuden wichtig. Bereits in den beiden letzten Jahren, und noch mehr in der folgenden Aussprache über die Notwendigkeit oder Entbehrlichkeit von Sachverständigen für die Beratung der Architekten zur Behandlung dieser Angelegenheiten.

Hier stehen sich die Ansichten der Heizungsfirmen, Zivilingenieure und der Architekten noch teilweise gegenüber. Betont wurde, daß der Architekt so viel von der Heizung verstehen solle, um die grundsätzlichen Entscheidungen selbst zu entscheiden; doch dürfte das nur für einfache und einfache mittlere Anlagen zutreffen. Für größere Anlagen ist der Rat des Heizungsfachingenieurs für den Architekten unentbehrlich. Ob nun der Architekt diesen Rat besser bei einer ihm vertrauten Heizungsfirma oder bei einem unabhängigen Sachverständigen sucht, kann man allgemein beantworten. Auch auf die unabhängigen Sachverständigen, die teilweise den Dampfkessel-Überwachungsvereinen angegliedert sind, wurde hingewiesen. Der Wert der Bildung einer Arbeitsgemeinschaft von Heizungsfachingenieuren, Architekten und Vertretern der Hochschulen zur Begutachtung und gegebenenfalls Ausarbeitung von Entwürfen das Wort gesprochen. Ähnliche Einrichtungen haben sich im Ofensetzergewerbe gut bewährt.

Am 1. Verhandlungstag fand auch die Verleihung der Ehrenplakette für hervorragende Leistungen im Heizungsfach und Lüftungsfach statt, und zwar an Prof. Dr. Noblauch, München, Prof. H. Pfützner, Dresden, und Fabrikbesitzer A. W. Reck, Kopenhagen.

Am 2. Vortragstag erstattete Stadtbaurat Wahl, Wiesbaden, einen Bericht über die Arbeiten des Heizungsaus-

schusses. Nach seiner Ansicht ist durch die Heizung mit Gas, selbst wenn es vom Ruhrgebiet kommen sollte, keine Verbilligung zu erwarten. Auch über die mit der Städteheizung zusammenhängenden Fragen wurden wertvolle Mitteilungen gebracht. Über die Grundlagen der Städteheizung machte Dipl.-Ing. Margolis, Hamburg, eingehende Angaben. Er schilderte zunächst, wie sich das Hamburger Fernheizwerk aus einem alten Elektrizitätswerk in der Mitte der Stadt nach Angliederung eines mehr am Umfang der Stadt gelegenen größeren Elektrizitätswerks bis zu der großen Neuanlage weit außerhalb der Stadt entwickelt hat. Der Anschlußwert beträgt zur Zeit 52 Mill. kcal und soll um weitere 80 Mill. kcal erhöht werden. Zur Heizung wird Abdampf von nur 0,4 at verwendet, der im alten Werk von den Dampfmaschinen und in dem neueren Werk von einer Gegendruck-Dampfturbine geliefert wird.

Das wirksamste Mittel zur Verminderung der Kosten der gelieferten Wärme sei die Kupplung von Kraft- und Heizbetrieb. Es liege allerdings eine gewisse Tragik in der Entwicklung des Kraft-Heiz-Betriebs, weil der Kohlenverbrauch in reinen Kondensationsanlagen mit der Steigerung des Dampfdrucks und der sonstigen Vervollkommenung großer Dampfanlagen immer geringer werde und in der letzten Zeit von rd. 1 kg/kWh in ganz neuzeitlichen Anlagen auf nahezu die Hälfte zurückgegangen sei. Dadurch werde die Spanne gegenüber dem Kohlenverbrauch von Anlagen mit vollständiger Abdampfverwertung, der rd. 0,2 kg/kWh betrage, immer geringer.

Der Vortragende empfiehlt, niedrigen Dampfdruck in der Verteilung, bzw. geringe Temperaturunterschiede zwischen Vor- und Rücklauf bei Warmwasserheizung, weil damit die Leistung der Maschine wächst, während die Zunahme der Leitungsdurchmesser die Herstellung der Fernleitung nur in mäßigem Umfang verteuert. Die Kosten der Wärmeverteilung werden weniger durch die Weite der Leitung als durch die Herstellung der Fernkanäle bestimmt. Ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit der Städteheizung ist die „Wärmedichte“ des zu versorgenden Gebiets. Bei allen Vorteilen, die man der Städteheizung zugestehen muß, scheint jedoch die Forderung, die Elektrizitätsversorgung der Städte nach Möglichkeit auf die Fernheizwerke aufzubauen, zu weitgehend. Hier dürften auch die Elektrizitätswerke ein Wort mitzusprechen haben.

Eine Fernheizung von geringerem Umfang, die in der letzten Zeit in Wiesbaden für eine Reihe von Klein- und Mittelwohnungen errichtet wurde, führte Mag.-Baurat Berlitz, Wiesbaden, vor. Vorerst sind 250 Wohnungen mit je 2 bis 4 Zimmern an die Anlage angeschlossen; die doppelte Anzahl von Wohnungen soll noch folgen. Die Warmwasserheizung mit Pumpenbetrieb ist mit einer Warmwasserversorgung verbunden. Die Wärme wird in Dampfkesseln erzeugt und in großen stehenden Vorwärmern umgeformt. Zum Ausgleich der Kesselbelastung dienen Wärmespeicher, die mit Heißwasser aufgeladen werden. Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit einer solchen Heizung muß auch berücksichtigt werden, daß der Fortfall der Kamine und Öfen bei den kleinen Zimmern eine verhältnismäßig große Platzersparnis bedeutet. Die Räume sind also höher zu bewerten.

Der 3. Tag brachte den mit Spannung erwarteten Vortrag von Prof. Dr. Brabbée, Direktor des Brabbée-Laboratoriums der American Radiator Co. in New York, mit dem Titel

„Neues aus der amerikanischen Heiz- und Lüftungstechnik“.

Bei seinen Forschungsarbeiten in Amerika ging der Vortragende von dem Gedanken aus, daß der Zweck einer Heizung nicht der sei, möglichst viel Wärme an einen Raum abzuliefern, sondern den Aufenthalt in ihm möglichst behaglich zu gestalten. Also nicht der Heizkörper sei der beste, der bei gegebenem Aufwand das meiste Kondensat ergibt, sondern der, der bei geringster Kondensatmenge das beste Wohlbefinden sichert. Es zeigt sich, daß bei zweckmäßiger Aufstellung des Heizkörpers im Raum und richtiger Formgebung an Wärme gegenüber den bisher üblichen Ausführungsformen bedeutend gespart werden kann.

Brabbée kommt auf schmale, plattenähnliche, unter den Fensterflächen gelegene Heizkörper, die eine kräftige Strahlung ausüben. Die Heizkörper bekommen dabei ein sehr gefälliges Aussehen, so daß keine Verkleidungen notwendig sind. Er berichtete weiter über seine Erfolge mit der Rauchbeseitigung an Zimmeröfen und sonstigen Feuerstellen bei Verbrennung einer sehr gashaltigen Kohle. Bemer-

kenswert war die Mitteilung, daß alle größeren Wolkenkratzer mit Vakuum-Dampfheizungen ausgerüstet sind, die man sehr leicht regeln kann, und daß der Entwurf solcher Riesenanlagen in wenigen Wochen fertig ist, während wir viele Monate dazu brauchen würden.

Für die Anlage von Fernheizwerken wende der Amerikaner nicht gern Kapital auf, weil er dies wo anders nutzbarer anlegen kann. Daher dürfte die Fernheizung bald der Ferngasversorgung Platz machen. Wie großzügig die Amerikaner Forschungsarbeiten unterstützen, zeigt die Tatsache, daß nach Errichtung des ersten Forschungslaboratoriums nunmehr ein zweites erbaut werden soll, das gleichzeitig für Vorlesungen dienen und die verschiedensten technischen Neuerungen auf den verwandten Gebieten aufnehmen soll. Hierzu seien dem Vortragenden nicht weniger als 17 Mill. \mathcal{M} zur Verfügung gestellt worden.

Prof. Dr.-Ing. Gröber, Berlin, behandelte dann Wärmetransport und Wärmeschutz. An Beispielen zeigte er die Berechnung des günstigsten Rohrdurchmessers der Hauptleitung und der Verteilleitungen.

In einem Vortrag über praktische Ausgestaltung von Fernheizleitungen teilte Dipl.-Ing. Vocke, Dresden, wertvolle Erfahrungen mit. Beachtenswert scheint die Forderung, die Fernleitungen vor dem Schließen der Kanäle mit Wasser abzudrücken, dann einige Zeit mit Dampf oder Warmwasser zu betreiben und darauf mit Dampf kräftig durchzublasen oder mit Wasser durchzuspülen, damit alle Schweißperlen und sonstigen Verunreinigungen entfernt werden. Sonst werden Kondensstöpfe und Ventile schon kurze Zeit nach Inbetriebnahme verdorben.

Über Messung der Nutzwärme und Meßinstrumente sprach Stadtbaumeister Schilling, Barmen. Bei Dampfheizwerken biete die Messung der Wärme keine Schwierigkeiten mehr; insbesondere gestalte sich die Messung des Kondensats mit Hilfe des Trommel-Wassermessers sehr einfach. Ein ebenso sicheres Gerät für die Wärmessung in Warmwasserheizungen sei noch nicht in allgemeiner Verwendung.

In einer Schlußbemerkung wies Stadtbaurat Wahl, Dresden, auf die riesigen Belastungsspitzen hin, die durch den Anschluß vieler Heizanlagen an ein Gaswerk entstehen. Abgesehen davon, daß solche Spitzen den auf eine gleichmäßige Gaserzeugung eingestellten Gasbetrieb äußerst ungünstig beeinflussen, sind unsere Gaswerke solchen Belastungen gar nicht gewachsen. Ein Film zeigte ferner den Bau der Fernkanäle und die Verlegung der Rohrleitungen für die neue, für Warmwasserbetrieb eingerichtete Fernheizanlage in Dresden. Man mußte dem Vortragenden recht geben, daß auch die Amerikaner eine Fernleitung nicht rascher bauen können, als es hier geschehen ist.

Mit der Ernennung Prof. Dr. Hartmanns zum Ehrenvorsitzenden des Ständigen Kongreß-Ausschusses und einer Schlußansprache des Geehrten endete die erfolgreiche Tagung. [N 866]

Nürnberg

Kaiser

Baumaschinen

Eine neue Kabelverlegemaschine

Auf eine Anregung vom Elektrizitätsverband Weissenfels-Zeitz hat die Firma Eisenwerk Weserhütte, A.-G., Bad Oeynhausens i. W., eine Kabelverlegemaschine gebaut, die seit einiger Zeit in der Nähe von Zeitz erfolgreich in Betrieb ist.

Da die Weserhütte, A.-G., bereits mit ihren Dränagebaggern Erfahrungen gesammelt hatte im Bau von Maschinen, die Gräben ausheben, lag es nahe, unter Verwendung dieser Erfahrungen und unter Ausnutzung aller Verbesserungsmöglichkeiten, die in langjährigem Betriebe bei solchen Baggern erforscht waren, eine Maschine zu bauen, die nicht nur den Graben baggert, sondern auch in dem durch den Bagger ausgehobenen Graben das Kabel verlegt, den Graben zuschüttet, das aufgeworfene Erdreich festwalzt und ebnet. Es ist ein Verdienst des Direktors Schramm vom Elektrizitätsverband Weissenfels-Zeitz, hierfür grundlegende Anregungen gegeben zu haben.

Die Maschine besteht aus vier Hauptteilen: Dem Grabenbagger, der den 45 cm breiten

und bis 1,6 m tiefen Graben aushebt, dem Gurtförderer mit drehbarer Endschurre das ausgehobene Erdreich dem Grabenbagger wieder in den Graben wirft, dem Bagger gezogenen Kabelwagen, der die Kabeltrommel und gleichzeitig das aufgelockerte Erdreich festwalzt und schließlich dem Zuführgerät, das das Kabel in dem o. Teil des Grabens hinter den Bagger verlegt, Abb. 1.

Für die Ausführung der Maschine war maßgebend, daß sie über jedes Gelände fahren muß. Es kam daher für den Bagger wie für den Kabelwagen nur die Fortbewegung auf Raupenketten in Frage. Beide Fahrzeuge mußten während des Betriebes als auch auf dem Marsche leicht und sicher lenkbar sein.

Der Grabenbagger ruht auf zwei seitlichen Raupenketten, von denen, wie bei fast allen Raupenfahrzeugen, eine oder die andre festgehalten wird, wenn eine Ablenkung aus der Fahrtrichtung erfolgen soll. Ein besonderes Merkmal des Baggers ist, daß der Unterwagen aus kräftiger Konstruktion auf gefederten Achsen ruht, die beiderseits in der Raupenkette rollenden Laufrollen in einem pendelnd aufgehängten Rollenwagen aus Stahlguß tragen. Durch Sonderausführung der Weserhütte wird eine vollkommene Anpassung an Unebenheiten des Geländes sowie eine gleichmäßige Verteilung des Bodendruckes, der nur 0,35 kg/cm² beträgt, erreicht. Sämtliche Getriebeteile des Baggers sind in Kisten eingekapselt und zum großen Teil aus gehärtetem Chromnickelstahl oder Stahl höchster Festigkeit bei großer Dehnung hergestellt. Mittels verschiedener Schaltungen wird die Geschwindigkeit des Baggers in acht Stufen regelbar, denen vier Fahrgeschwindigkeiten während des Baggers und Kabelverlegens und vier auf den Märschen eingezeichnet werden können. Diese Anpassfähigkeit ist unbedingt erforderlich, damit trotz verschiedener Grabentiefe, Bodenbeschaffenheit und bei Steigungen Überbeanspruchungen der Getriebe usw. vermieden werden. Infolgedessen kann der Bagger und damit die ganze Kabelverlegemaschine während des Arbeitsvorganges je nach der Schaltung mit 62, 80 oder 93 m/h vor oder erreicht auf dem Marsch mit einer Geschwindigkeit von 2,6, 2,8 oder 3,2 km/h; bei Rückwärtsfahrt beträgt die Arbeitsgeschwindigkeit 58 m/h, die Marschgeschwindigkeit 2,4 km/h. Es ist also möglich, an einem achtstündigen Arbeitstag bis zu 740 m Kabel zu verlegen.

Das durch die Baggerschaukeln ausgehobene Erdreich wird auf einen kurzen, umschaltbaren Querförderer geschüttet, der es einem nach rückwärts ragenden, am Baggeraufbau aufgehängten, rd. 12 m langen Gurtförderer zuführt. Dieser schüttet den Boden mittels einer drehbaren Schurre aus Aluminium wieder in den Graben. Das Erdreich, das von der Kabeltrommel des nachgezogenen Kabelwagens abrollt, wird durch eine Rollenbahn, die an dem rückwärts ragenden Ausleger des Baggers und am anderen Ende an einem Ausleger des Kabelwagens hängt, unmittelbar hinter den Baggerschaukeln in den Graben geführt, so daß zwischen dem in den Graben hinabhängenden Teil des Kabels und dem weiter rückwärts bereits wieder zugeführten Teile des Grabens etwa 4 bis 5 m freibleiben, die genügend Platz bieten, das Kabel mit Ziegelsteinen oder sonstigen Schuttmitteln zu bedecken, Abb. 2.

Während bei dem Grabenbagger zum Steuern in gewöhnlicher Weise das eine oder das andre Raupenband festgehalten wird, wurden für die Lenkbarkeit des Kabelwagens völlig neue Wege beschritten. Der ebenfalls aus kräftig ausgeführten Kabelwagen ruht auf drei Raupenbändern. Die beiden hinteren, die die Hauptlast tragen, liegen seitlich, während das dritte, vordere, in der Mitte liegt. Bei jedem Raupenbande sind die in der Kette rollenden Laufrollen in einem einzigen Rollenwagen aus Eisenkonstruktion gelagert, der in der Mitte pendelnd auf



Abb. 1. Kabelverlegemaschine

hse sitzt. Das vordere Raupenband ist außerdem um
nkrechte Achse drehbar in einer Lenkgabel gelagert;
nimmt somit die Lenkung des ganzen Wagens. Seine
ng um die senkrechte Achse erfolgt durch Handrad
hneckengetriebe vom Führerstand des Kabelwagens.
Bremsen an den beiden seitlichen Raupenbändern
ützen die Lenkung; sie sind auch für Fahrten bei
1 Gefälle zu verwenden, Abb. 3. Die Kabeltrommel
wa 2,5 m Dmr. wird vom Führer des Kabelwagens
einer Handkurbel gedreht.
s Kabel wird nun folgendermaßen verlegt: Der Bag-
llt zuerst, langsam vorrückend, einen rd. 6 m langen
Graben her, bis der Kabelwagen an den Graben
, ist. Das hierbei ausgehobene Erdreich wird durch
schaltbaren Querförderer neben den Grabenbagger
tet, dann wird die volle Kabeltrommel mit Hilfe
eingebauten Winde auf den Kabelwagen gehoben.
abel wird durch die Zuführrollen hindurchgezogen
rz hinter den Baggerschaukeln in den Graben gelegt.
esem Zeitpunkt ab erfolgen alle obengenannten Vor-
selbsttätig beim Vorrücken des Baggers.
e Betriebs- und sonstigen Kosten für 1000 m fertige
recke sind unter der Annahme, daß der Bagger diese
in 11,8 h verlegt, im nachstehenden zusammengestellt:



Abb. 2
Bagger mit Gurtförderer und Kabelzuführung

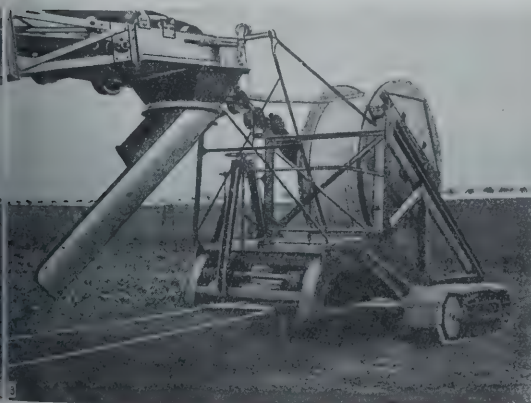


Abb. 3. Drehbare Schurre und Kabelwagen

I. Betriebskosten:

Brennstoffverbrauch	6,25 kg/h
Brennstoffpreis	0,15 \mathcal{M} /kg
Brennstoffkosten	$6,25 \times 0,15 = 0,94 \mathcal{M}/h$, für
1000 m oder 11,8 h also	11,— \mathcal{M}
Schmierölkosten in 11,8 h	4,50 „
Putzwolle	2,— „
Baggermeister (1,50 \mathcal{M}/h)	17,60 „
Baggerführer (0,95 \mathcal{M}/h)	11,20 „
Drei Begleitleute (0,80 \mathcal{M}/h)	28,10 „
Nachtwächter	11,— „
	85,40 \mathcal{M}

II. Kapitalkosten:

Es sei angenommen, daß das Gerät bereits nach	
350 km fertig verlegter Kabelstrecke ab-	
geschrieben sein soll. Der Anschaffungs-	
preis des Gerätes beträgt	58 000,— \mathcal{M}
Es wären demnach für 1000 m abzuschreiben	
58 000	166,— „
350	32,— „
Verzinsung für je 1000 m	
Gesamt	198,— \mathcal{M}

Betriebs- und Kapitalkosten für je 1000 m be-	
tragen daher zusammen	283,40 „
Für Instandhaltung und Ausbesserungen sowie	
für Zeitverlust bei schlechten Bodenver-	
hältnissen (Überquerung von Hindernissen,	
wie tiefen Gräben oder Hohlwegen, die	
einen gewissen Aufenthalt verursachen)	
soll ein Zuschlag gemacht werden von	36,60 „

Die Gesamtkosten der Kabelverlegung mit der
Maschine betragen demnach für je 1000 m 320,— \mathcal{M} ,
während die Verlegung mit der Hand 1800 bis 2000 \mathcal{M}
kostet. Zur Kabelverlegung mit der Maschine werden fünf
Mann gebraucht, während zur Verlegung derselben Strecke
in der gleichen Zeit mit der Hand mehr als 150 Mann er-
forderlich wären. [M 941]

Bad Oeynhausen i. W.

Dipl.-Ing. H. Ehrich

Werkstoffe

Über das Nico-Metall

Allgemein strebte man danach, mit einer Veredelung
der Hochblei-Legierungen des ternären Systems Blei-Anti-
mon-Zinn durch Zusätze von hochschmelzenden Metallen der
Zentralreihe des periodischen Systems Blei-Lagermetalle zu
konstruieren, die an Gleiteigenschaften und Lebensdauer den
bisherigen Hochzinn-Weißmetallen überlegen, im Preise da-
bei aber weit billiger sind. Aus diesem Bestreben entstand
das nickelvergütete NICO-Metall, das hohe Betriebswirt-
schaftlichkeit und -sicherheit aufweisen soll. Der Konstruk-
tionsgrundsatz dieser Lagermetalle besteht darin, in einer
plastischen Bleigrundmasse durch einen möglichst hohen
Zusatz von Nickel gut ausgebildete Nickelphasen regelmäßig
einzulagern, die als Achsträger den Verschleiß bei den
Gleitbeanspruchungen weitestgehend vermindern.

Im antimongehärteten Grundsystem Blei-Zinn werden
hohe Härtezahlen und effektive Druckfestigkeiten¹⁾ nur auf
Kosten der Zähigkeit des Werkstoffes erreicht, d. h. daß
harte Bleilagermetalle stets spröde sind und bei ungleich-
mäßigen Beanspruchungen im Lager oder bei zufälligem
Hohlliegen in der Schale bei den bis heute für Bleimetall-
Eingüsse ganz allgemein zu schwach bemessenen Futter-
durchschlagen und Warmläufe nach sich ziehen müssen. So
muß das Hauptgewicht auf die Konstruktion einer Legie-
rung gelegt werden, die bei hoher Härte gleichzeitig eine
Plastizität bis an die Grenze der Hochzinnlegierungen auf-
weist. Zahlentafel 1 und Abb. 4 und 5 zeigen die Schlag-
festigkeiten von NICO-Legierungen, die auf diesen Grund-
sätzen aufgebaut sind, verglichen mit Hochzinn-Weißmetall.

¹⁾ D. h. bezogen auf den Bruchquerschnitt.

Zahlentafel 1

Schlagfestigkeiten von Nico-Legierungen
verglichen mit Hochzinn-Weißmetall

Bezeichnung	Härte: 10/500 kg/mm ²	Spezif. Schlag- festigkeit bei Be- ginn der Rißbildung cmkg/cm ²	Stanch- barkeit bei Rißbeginn vH
80 vH Weißmetall mit 12 vH Sb, 7 vH Cu	33 34	1110	24,0
Nico II	30 31	999 bis 1110	34,5
Nico III	25	999 „ 1110	34,6

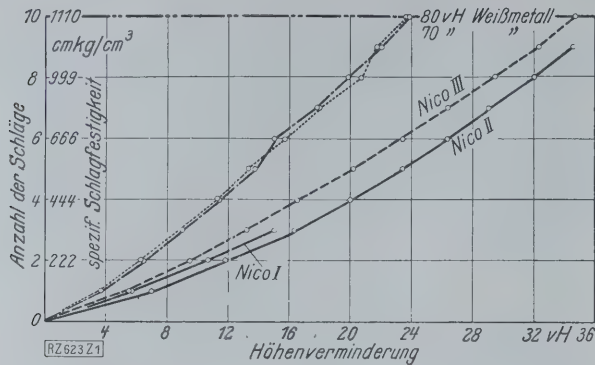


Abb. 4
Schlagfestigkeitsprüfung an den Legierungen Nico I, II und III
im Vergleich zu 80 und 70 vH-Hochzinn-Weißmetallen bis zum
Beginn der Rißbildung

Die äußerst günstigen Werte für die Schlagfestigkeit werden einmal dadurch erreicht, daß lediglich eine Verfestigung der feinkristallinen porphyrischen Grundmasse angestrebt worden ist ohne Vermehrung der Tragkristalle mit ihren sprödigkeitsfördernden Spaltflächen und dann durch ein besonderes Desoxydations- und Vergütungsverfahren, wodurch alle oxydischen Einschlüsse restlos beseitigt und bei allen Umschmelzungen hintangehalten werden. Nico II liegt mit rd. 10 vH Zinn und 10 vH Antimon im rein eutektischen Punkte des ternären Systems Blei-Antimon-Zinn, so daß die Grundmasse das reine $Pb + \beta$ -Gefüge aufweist, verfestigt durch wenige Hundertteile besonderer Zusätze wie Arsen, Phosphor u. a. Die Tragkristalle bestehen dabei aus der widerstandsfähigen reinen Ni_2Sb_3 -Phase, indem der Nickелеinsatz bis zu 10 vH des Antimongehaltes beträgt, Abb. 6. Nico III als Sondermetall für besonders stark ausgeprägte Schlag- und Stoßbeanspruchungen ist so legiert, daß dessen Kennpunkt²⁾ mit bis zu 20 vH Zinn in das Gebiet der noch plastischeren Eutektika $Pb + \beta$, $Pb + \alpha$ mit obigen Zusätzen fällt, während neben den für Nico II kennzeichnenden Ni_2Sb_3 -Kristallen noch die $\beta-Sb(Sn)$ -Polyeder auftreten und der Legierung ein für Lagermetalle vorbildliches Strukturbild verleihen, Abb. 7.

Für hohe gleichmäßige und stoßfreie Beanspruchungen bis zu $p v = 350$ entsprechend 125 kg/cm² Flächenndruck wird das härtere Nico I verwendet mit 33/34 Brinell und einer 2 vH-Druckgrenze von über 800 kg/cm², das infolge eines wesentlich höheren Nickelgehaltes sehr gut ausgeprägte Tragkristalle aufweist mit hervorragenden Gleiteigenschaften. Bei dieser Legierung ist aller Wert auf die Härtekristalle gelegt im Gegensatz zu den beiden andern Legierungen, so daß Nico I mit nur 333 cmkg/cm³ spezifischer Schlagfestigkeit dort versagt, wo Nico II und III zuverlässig arbeiten. Demzufolge muß den spezifischen Eigenheiten der einzelnen Sondermarken entsprechend eine reinliche Scheidung für die jeweiligen Anwendungsgebiete durchgehalten werden. Zur hervorragenden Ausbildung der Härtekristalle ohne Rücksicht auf die Grundmasse ist in Nico I bei einem hohen Antimongehalte bis zu 23 vH neben Arsen und Phosphor die Zinnkonzentration bis auf 4 bis 5 vH erniedrigt, während der Nickelgehalt dem hohen Antimoneinsatz entsprechend auf 2 bis 3 vH gesteigert ist. Dadurch wird erreicht, daß die primären $\delta-Sb(Sn)$ - und die spezifisch vergütenden Ni_2Sb_3 -Kristalle in reichlicher Anzahl das Gefügebild beherrschen, Abb. 8; somit ist die Endlegierung den hohen Beanspruchungsmomenten gewachsen. Die Versuchsergebnisse beim Gleitvergleich von Nico- und Hochzinn-Weißmetall nach dem Verfahren von Prof. Kammerer mit ganzen Lagerschalen, ausgeführt im Versuchsfelde für Ma-

²⁾ Im ternären Grundsystem Blei-Antimon-Zinn.

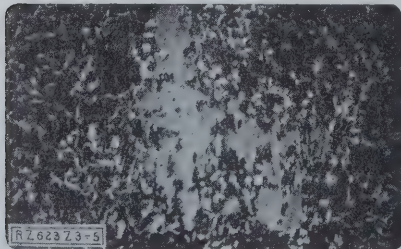


Abb. 6. Nico II

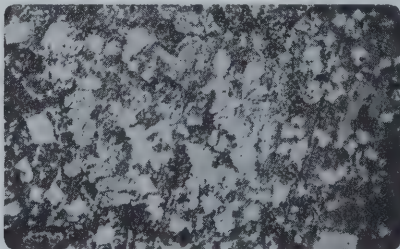


Abb. 7. Nico III

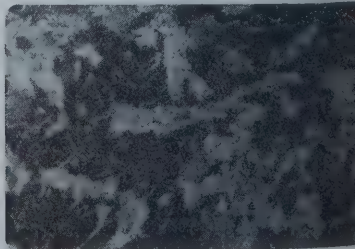


Abb. 8. Nico I

Abb. 6 bis 8. Schliffbilder von Nico-Metallegierungen

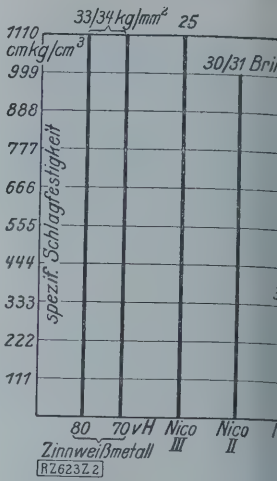


Abb. 5
Vergleich der Zähigkeit
(Schlagfestigkeit) von
Nico-Legierungen und
Zinnweißmetall

schinenelemente, Technische Hochschule Charlott sind in Zahlentafel 2 und Abb. 9 und nach dem Bl verfahren von v. Hanffstengel in Zahlentafel Abb. 10 zusammengestellt.

Die Gießtemperatur der neuen Lagermetalle betr gefahr 500 °C. Der Erweichungspunkt für Nico I liegt bei 245 °C. Das Zinnweißmetall beginnt ber 185 °C zu schmelzen. Das Nico-Metall verträgt son rd 30 vH höhere Temperatureinwirkung, bevor ei laufen des Lagers zu befürchten ist. Unter der fü

Zahlentafel 2
Versuchsergebnisse beim Gleitvergl von Nico- und Hochzinn-Weißmetall dem Verfahren von Kammerer (Hierzu Abb. 9)

n	v	p	p v	Nico °C	Zinnw
Uml./min	m/s	kg/cm²			
300	0,63	47,8	30	35,5	3
500	1,05	"	50	44,0	4
1000	2,10	"	100	58,0	6
1500	2,72	"	130	71,5	7
300	0,63	50	31	29,5	3
500	1,05	"	52	39,0	4
1000	2,10	"	105	54,5	5
1500	2,72	"	136	60,0	6
300	0,63	75	47	30,0	3
500	1,05	"	76	39,0	4
1000	2,10	"	158	55,0	6
1500	2,72	"	204	67,5	7
300	0,63	100	63	34,5	4
500	1,05	"	105	43,5	4
1000	2,10	"	210	58,5	7
1500	2,72	"	272	72,5	8
300	0,63	115	72	34,5	Heiß u Vers
500	1,05	"	121	44,0	
1000	2,10	"	241	61,0	
300	0,63	125	79	40,0	
500	1,05	"	131	52,5	
1000	2,10	"	262	75,0	
1500	2,72	"	340	100,0	

³⁾ Lagertemperaturen, abgelesen jeweils nach erreichten ratur-Beharrungszustand, bezogen auf 20 °C Raumtemperatur. rung: Loser Ölring in Bamag-Lager 90,40 mm.

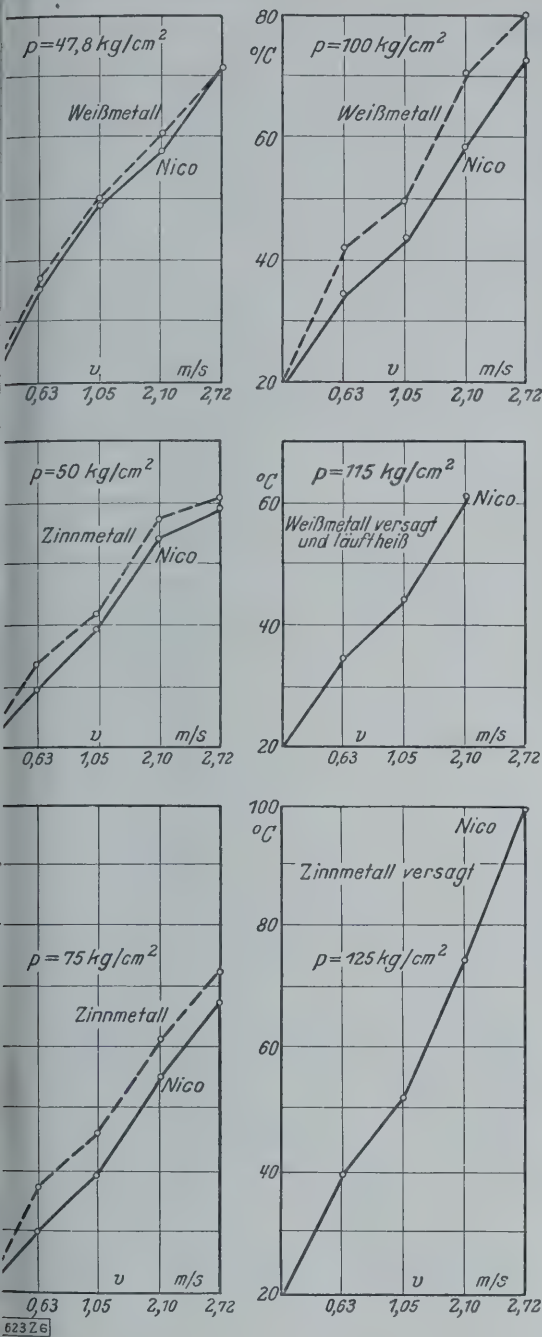
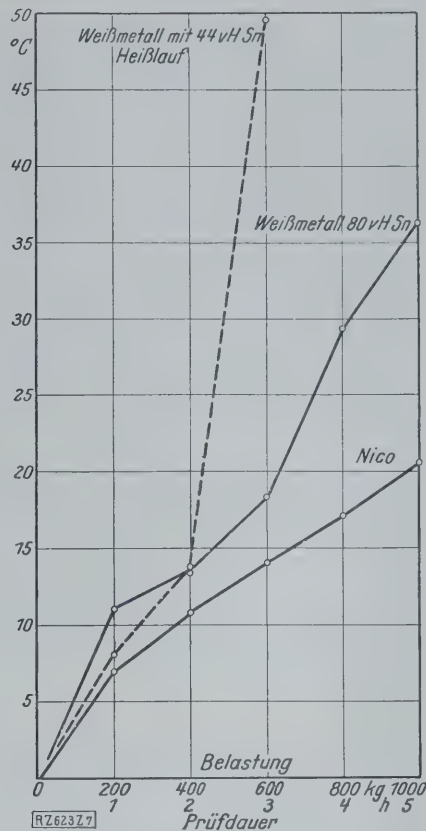


Abb. 9
Ergebnisse der Gleitprüfung von Nico- und Hochzinn-Weißmetall nach Kammerer an ganzen Lagerschalen.
Charakteristisch ist, daß die Überlegenheit des Nico-Metall gegenüber gerade bei den höchsten Beanspruchungen ausgeprägt hervortritt

Die allgemein üblichen Holzkohlendecke lassen sich die Lagerungen beliebig oft umschmelzen ohne Gefahr der Gefüge- und physikalischen Veränderungen und lassen sich ihren vorteilhaften Härtewerten gut bearbeiten, ohne zu verformen. Die Weiterverarbeitung und Ausbildung der For-Lagerschalen, Schmiernuten usw.) weichen in keinem von den üblichen Gieß- und Arbeitsverfahren mit Hochzinn-Weißmetallen ab. Das Schwindmaß liegt zwischen 0,4 und 0,5 vH. An Stelle des allgemein üblichen Verzinnens von Schmiedestücken mit Zinnmetall gegenüber gerade bei den höchsten Beanspruchungen ausgeprägt hervortritt

Ackermann

Abb. 10
Übertemperaturen bei der vergleichenden Glühprobe von Nico-Metall und Hochzinn-Weißmetall nach dem Blöckchenverfahren von v. Hanffstengel



Zahlentafel 3
Gleitwerte für Nico im Vergleich zu Hochzinn-Weißmetallen nach dem Blöckchenverfahren von v. Hanffstengel (Hierzu Abb. 10)

Material	n = 325 min, v = 0,67 m/s				
	p kg	Prüfzeit min	Temperatur bezogen auf 20° °C	Abnutzungsfläche cm²	Verhältniszahl bei Nico = 100
Nico	200	60	6,9	0,37	—
	400	„	10,7	0,60	—
	600	„	14,0	0,87	—
	800	„	17,2	1,11	—
	1000	„	20,6	1,26	—
Weißmetall mit 80 vH Sn . . .	200	60	10,9	0,51	140
	400	„	13,5	0,69	115
	600	„	18,4	0,78	90
	800	„	29,3	1,20	108
	1000	„	36,2	1,53	121
Weißmetall mit 45 vH Sn . . .	200	60	8,0	0,60	162
	400	„	13,8	1,05	175
	600	„	49,6	1,89	217
	800	sofort Heißlauf und Versagen			

Frage an unsre Leser

Ein Fachgenosse in Norwegen bittet um Auskunft auf folgende Fragen auf Grund praktischer Erfahrungen:

Wieviel von im Freien lagernden Stoffen werden in einem Jahr auf 1 m² Oberfläche verweht, und zwar

1. von Koksgrus mit etwa 60 vH Teilchen in der Größe von Sandkörnern und Staub (Abrieb),
2. von Steinkohlengrüs?

An der Lagerstelle weht meistens Südwestwind von 5 bis 25 m/s Windgeschwindigkeit; windschwache Tage unter 5 m/s kommen nur zu kaum 40 vH vor.

Antworten auch unter Anführung einschlägiger Werke des Schrifttums erbeten.

[N 976]

Die Schriftleitung

Kleine Mitteilungen

Bedeutende Erweiterung des Huntley-Kraftwerkes

Obwohl das Charles R. Huntley-Kraftwerk der Buffalo General Electric Co. erst 1926 durch Aufstellung einer 60 000 kW-Turbodynamo um mehr als 60 vH erweitert worden war, ist der Stromverbrauch im Laufe des letzten Jahres wiederum so stark gestiegen, daß eine neue bedeutende Erweiterung notwendig wird. Bei der General Electric Co. wurde daher vor kurzem eine 75 000 kW leistende Turbodynamo in Auftrag gegeben, die für 18 at abs. Anfangsdruck, 320 ° Anfangstemperatur und 0,033 at abs. Kondensatordruck vorgesehen ist. Die Gesamtleistung des Kraftwerkes wird nunmehr 230 000 kW betragen; die beiden neuen Maschinen von insgesamt 135 000 kW sollen die Grundlast übernehmen, die vier älteren Maschinen von zusammen 95 000 kW die Spitzenlast. („Power“ 25. Oktober 1927 S. 650)

[N 977 a]

Pt.

Eine neue Ljungström-Turbodynamo

Im St. Pancras-Kraftwerk in London wurde eine neue Ljungström-Turbine mit 10 000 kW Leistung, überlastbar um 25 vH, aufgestellt, die zwei Stromerzeuger mit einer Scheinleistung von zusammen 12 500 kVA bei 5050 bis 5300 V antreibt. Der Anfangsdampfdruck der Turbine beträgt 14 at, die Überhitzung 365 °, der Unterdruck im Kondensator rd. 0,05 at. Die Stromerzeuger haben Umlaufkühlung, wofür zwei getrennte Lüfter und Kühler vorhanden sind. Die Lüfter laufen mit 1100 Uml./min und liefern je 708 m³/min Luft. Die Turbine soll die größte Ljungström-Turbine in England sein. („The Engineer“ 11. November 1927 S. 527) [N 977 b]

Pa.

Londoner Omnibusse

Die Leyland Motors, Ltd., in England haben den Bau von neuen Omnibussen nach anderthalbjähriger Versuchsarbeit aufgenommen. Es handelt sich um Fahrzeuge mit niedrigem Rahmen und Sechszylindermotor, bei denen Motor und Triebwerkteile außerhalb der Mittellinie liegen. Der Motor mit 101,5 mm Zyl.-Dmr. und 140 mm Hub hat 6,8 l Hubvolumen. Er soll sehr elastisch sein und bei 200 bis 2500 Uml./min eine Geschwindigkeit von 4,8 bis 80 km/h ergeben. Bei 2500 Uml./min leistet er 105 PS. Eine auf Kugellagern laufende Einscheibenkupplung gibt das vom Motor aufgenommene Drehmoment an ein Vierganggetriebe mit 4,42, 2,77, 1,6 und 1 : 1 Übersetzung weiter. Die Bremsen wirken auf die Laufräder; außerdem ist noch eine Servowandrer-Fußbremse vorgesehen. Die Übersetzung auf die Treibachse hat das Verhältnis 5,5 : 1 für Eindeck- und 6,5 : 1 für Doppeldeckomnibusse. Die Ballonreifen haben nur einen Druck von 3,15 kg/cm² und unterstützen so die Arbeit der Chrom-Vanadiumfedern in wirksamer Weise. Im Winter wird der Omnibus durch die Abgase geheizt. („The Engineer“ 11. November 1927 S. 535*) [N 977 c]

Krs.

Amerikanische Handelsluftfahrt

In den Vereinigten Staaten von Amerika bestanden im Jahre 1926 433 Luftverkehrsgesellschaften, die in 1144 Verkehrsflugzeugen 387 852 Fluggäste und rd. 360 t Fracht beförderten; 1200 Flugzeugführer wurden ausgebildet. 66 Fir-

men beschäftigen sich mit dem Bau von Flugzeugen. 23 Gesellschaften stellen die hierzu notwendigen Werkstätten her. Da die Luftverkehrsgesellschaften auch andere Arbeiten übernehmen, war eine Unterteilung nach Sonderzwängen notwendig. Zur Zeit befördern 300 Gesellschaften Fracht und Passagiere. In 186 Fliegerschulen werden Flugzeugführer ausgebildet. 53 Gesellschaften beschäftigen sich mit der Überwachung und den photographischen Aufnahmen von Gelände. 22 Gesellschaften führen Schauflüge und Messflüge aus.

Bisher sind mehr als 500 Flughäfen nach bestimmten Richtlinien ausgebaut worden, wobei man die Hallen nicht mehr in Holz-, sondern in Eisenkonstruktion ausführt. Auf den Flughäfen hat man neben den Flughallen Werkstätten, unterirdische Triebstoffbehälter, die Nachrichtenanlagen eingerichtet und sie mit Nachtbeleuchtung und beleuchteten Windrichtungszeigern ausgestattet. Dem Verwaltungsgebäude sind Räume für die Abfertigung von Fluggästen und Fracht sowie Erfrischungsraum angeschlossen. („The Iron Age“ 27. Oktober 1927 S. 114) [N 977 d]

Mit Druckluft betätigte Schraubstößer

Die Zeitersparnisse bei der Verwendung von Schraubstößern mit Druckluftbetätigung haben die Marmon Automatic Co. veranlaßt, auch ihre Schraubstöße mit Druckluft zu betreiben. Der Luftzylinder wird hinter dem Schraubstößerkörper auf einer Platte befestigt; er verschiebt die Schraubstößerkolben durch die Kolbenstange. Zur Steuerung der Fußtrittthebel. („American Machinist“ 5. November 1927 S. 505*) [N 977 e]

Eisenbahn-Hubbrücke mit neuartiger Antriebsart

Die Brücke ist als Parallelträgerbrücke ausgeführt und besteht aus einer mittleren aufziehbaren Öffnung von 55 m Spannweite, zwei daran anschließenden Öffnungen je rd. 45 m Spannweite, die die Hubgerüste mit den zugehörigen Maschinenanlagen tragen, sowie zwei äußeren Öffnungen. Die aufziehbare Öffnung wiegt rd. 32 t und hängt mit ihren vier Eckpunkten an je acht Stahlseilen, die rd. 40 mm Dmr. bei 154 kg/mm² Festigkeit. Die Seile führen oben über Rollen von 3,35 m Dmr. und tragen am anderen Ende zu je 16 auf jeder Brückenseite die Gegengewichte von je 112,5 t.

Zum Heben und Senken der Brücke werden die Rollen über Stirn- und Kegelradgetriebe von insgesamt je 25 PS leistenden Motoren getrieben. Die Hälfte der Seile dient als Aushilfe. Zum Ausgleich der Seillängen sind an der Brücke acht Seile jedes Eckpunktes an ihren Enden der Gegengewichtseite mit Kolben verbunden, die in den mittels Druckköles betätigt werden können. Die Zylinder sind Teile eines Gußstückes, das am Gegengewicht befestigt ist. Insgesamt sind also vier solcher Längsträger vorhanden, an jedem Gegengewicht zweifach. Die Brücke führt über den White River und verbindet Mund und Little Rock, zwei Haltepunkte der Chicago, Rock Island & Pacific-Eisenbahn, miteinander. („Engineering Record“ 3. November 1927 S. 705*) [N 977 f]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Von G. Klein. 3. Aufl. 1. Bd. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 511 S. m. 404 Abb. u. 16 Taf. Preis 43 M.

Der Braunkohlenbergbau hat sich erst in den letzten 25 Jahren in bedeutenderem Umfang entwickelt, so daß es vollauf erklärlich ist, daß das Handbuch für den deutschen Braunkohlenbergbau in kurzer Zeit in drei jeweils verbesserten und erweiterten Auflagen erscheinen mußte. War die zweite Auflage gegenüber der ersten im wesentlichen nach der wissenschaftlichen und technischen Seite hin erweitert worden, weil die Kenntnisse von den Braunkohlenvorkommen bedeutend vertieft und die Abbaufahrten verbessert worden waren, so ist die dritte Auflage, deren erster Band jetzt vorliegt, vor allem nach den Gesichtspunkten der Systematik umgearbeitet worden. Sie ist nicht mehr wie die früheren Auflagen in einen Text- und einen Tafelband geteilt, sondern der erste Band enthält den wissenschaftlichen Teil mit den geologischen Angaben über die zahlreichen Braunkohlenvorkommen und den technischen

Teil, der sich hauptsächlich mit dem Tiefbaubetrieb sowie auch die zu diesen beiden Teilen gehörenden Zeichnungsblätter. Ein systematisches Inhaltsverzeichnis schließt den Inhalt dieses Buches auf. Um seiner als Nachschlagewerk zu erhöhen, könnte vielleicht bei folgenden Auflage oder am Ende des zweiten Bandes ein Stichwortverzeichnis angehängt werden.

Die einzelnen Abschnitte umfassen in stärkerem Maße als in den früheren Auflagen die einzelnen Zweige des Braunkohlenbergbaus, wie z. B. die Entstehung, Klassifikation, Eigenschaften der tertiären Braunkohlen, die geologische Skizzen der Vorkommen, die rechtlichen Verhältnisse im deutschen Braunkohlenbergbau, das Aufschließen und Abbauen im Tiefbaubetrieb usw. Der erste Band bearbeitet, geben sie die Möglichkeit sich jeder, der mit dem Braunkohlenbergbau irgend etwas zu tun hat, einen genauen Überblick über verschaffen kann.

[E 954]

Oil Industry. Von Ernest Raymond Lilley. New York 1925, D. van Nostrand Company, 548 S. m. versch.

Die steigende Bedeutung des Erdöls für die Weltwirtschaft, namentlich für die Volkswirtschaft der Vereinigten Staaten von Amerika, findet auch in der reichen amerikanischen Erdöl-Fachliteratur ihren Niederschlag. Das vorliegende Buch füllt demnach nicht gerade Lücken aus, doch es wird wegen seiner logischen, übersichten und klaren Gliederung des Stoffes sowohl dem Mann wie dem Laien willkommen sein. Dem Fachmann weil es außer den eigenen Ausführungen des Verfassers auch einen umfangreichen Schrifttumnachweis nach Abschnitten und ein sorgfältig zusammengestelltes Sachverzeichnis bietet, dem Laien, weil es in leicht verständlicher Darstellung und in der vom Umfang des Werkes bedingten Kürze alles das bringt, was zur Übersicht über den Industriezweig notwendig ist.

Von der Mutung des Erdöls bis zum Verkauf des verarbeiteten Rohstoffes werden alle Stufen der Erdöltechnik abgehandelt. Die Darstellungen erstrecken sich erfreulicherweise nicht nur auf die amerikanische Praxis, sondern auch auf die in anderen Ländern üblichen Verfahren. Ohne daß, was an sich auch schlechthin unmöglich ist, ein Werturteil für das eine oder andere gefällt wird. Abschnitte über die Technologie des Bohrens und Förderens sind am stiefmütterlichsten behandelt, die wachsende Bedeutung der elektrischen Antriebe nicht genügend betont. Fortbildungen lassen mitunter zu wünschen übrig. Dennoch kann das Buch empfohlen werden. [E 879] Steiner

Welding and Soldering. Von Ernest Raymond Lilley. New York 1925, D. van Nostrand Company, 548 S. m. versch.

Im ersten Teile des Buches wird die Versuchseinrichtung mit besonderer Berücksichtigung der sorgfältigen Ausführung des Gasverbrauches, der Arbeitstische für Schweiß- und Schneidversuche, der Prüfstoffe und der verwendeten Gase beschrieben, und es wird kurz über die Vorarbeiten berichtet.

Der zweite Teil umfaßt die eigentlichen Schweiß- und Schneidversuche. Die untersuchten Brenner wurden je vier Proben an 13 mm-Blech und einer Probe an 20 mm-Blech unterzogen. Neben den Fragen der Wirtschaftlichkeit hierbei der Einfluß des schwankenden Druckes auf die Arbeitsgenauigkeit festgestellt werden. Mit den Schneidversuchen wurden je acht Versuche ausgeführt. Sowohl bei Schweiß- als auch bei den Schneidversuchen stellte sich heraus, daß in vielen Fällen der Gasverbrauch mit dem von den Firmen angegebenen Wert nicht übereinstimmte, auch der angegebene Druck erwies sich häufig als zu hoch. Um möglichst neutrale Grundlagen zur Beurteilung zu gewinnen, wurden die gleichen Versuche von verschiedenen Schweißern ausgeführt.

Von den Versuchen auch in Amerika ausgeführt sind die dortigen Gas- und Lohnpreise zur Grundlage haben, werten sie doch auch für den deutschen Schweißer von Bedeutung sein, um so mehr als der Übersetzer die Ergebnisse teilweise auf deutsche Verhältnisse umgerechnet hat. Das Buch ist ein bemerkenswerter Beitrag zur Frage der Bewertung und Beurteilung der Brenner und wird für die ähnlichen Versuche manche Anregung für Ausbau und Ergänzung der Versuche enthalten. Ob dagegen auch die Schweißpraktiker unmittelbar damit gedient ist, scheint die Frage. [E 912] Thomson

Die Bau und Bedienung von Destillier- und Rektifizierungsapparaten. Von H. Nöbbele. Berlin 1927, Maetzig & Co. 2. Aufl. 548 S. m. 250 Abb. Preis 24 M.

Das Werk ist die einzige Veröffentlichung, die bisher diesen Gegenstand einigermaßen erschöpfend auskunftreich. Nach einer Einleitung, die einen geschichtlichen Rückblick und die Grundlagen der Destillation und Rektifikation enthält, behandelt der Verfasser die Blasenapparate, sodann die unterbrochen arbeitenden Destillierapparate, die Beheizung der Destillierapparate, die Rektifizierapparate, die Reinigung des Rohspiritus durch Filtern über Kohle, die Frage des absoluten Alkohols und des Baustoffes der Apparate. Überall stehen die praktischen Erfahrungen des Verfassers im Vordergrund, während die Berechnungen der Apparate stark zurücktritt. Es wäre wünschenswert, wenn bei einer weiteren Auflage diesem Buch über die einzelnen Berechnungen hinaus auch eine umfassendere Würdigung der theoretischen Verhältnisse beigegeben würde, wie z. B. die grundlegenden Schriften Hausbrands enthalten.

Leider konnten auch die wertvollen Ausführungen von v. Keußler über „Technische Herstellung von wasserfreiem Alkohol durch Druckdestillation“¹⁾ noch nicht berücksichtigt werden.

Dennoch ist das Buch außerordentlich wertvoll für alle, die mit dem chemischen Apparatebau irgendwie zu tun haben. [E 892] Gsl.

Verhandlungen des 2. internationalen Kongresses für technische Mechanik. Zürich, 12. bis 17. September 1926. Herausgegeben von Ernst Meißner. Zürich und Leipzig 1927, Orell Füßli. 546 S. m. zahlr. Abb. Preis 65 Fr.

Über den Kongreß im September 1926 ist in dieser Zeitschrift 1927 S. 69 berichtet worden. Im Auftrage des Organisationskomitees hat Prof. Meißner, Zürich, jetzt in einem stattlichen Bande die auf dem Kongreß gehaltenen Vorträge herausgegeben, insgesamt über achtzig. Wegen Begrenzung des Stoffes sind die Beiträge zur Aussprache über die Vorträge nicht mitveröffentlicht, was zum Teil auch auf die Dreisprachigkeit der Verhandlungen zurückzuführen ist. Ein Blick auf das Inhaltsverzeichnis zeigt sofort, daß Mechanik in des Wortes weitestem Sinne zur Darstellung kommt. Den Arbeiten sind viele Abbildungen beigegeben, auf deren Wiedergabe große Sorgfalt verwendet worden ist. Das Werk ist in allen Fachkreisen weitgehender Beachtung sicher. [E 837] Dr. A.

Die Brikett-Industrie und die Brennmaterialien. Von Friedrich Jünemann. Wien und Leipzig 1927, A. Hartleben. 212 S. m. 34 Abb. 3. Aufl. Preis 5,50 M.

Arbeiterschutz-Vorschriften im Deutschen Reiche. Herausgeg. von der Deutschen Gesellschaft für Gewerbehygiene. Bearb. von Leymann. Berlin 1927, Reimar Hobbing. 441 S. Preis 16 M.

Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur, 2. R. 4. H.: Die Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Von A. Gärtner. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 23 S. m. 3 Abb. Preis 3,60 M.

Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur, 2. R. 5. H.: Benzolabscheider. Von Leopold Richter. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 11 S. m. 20 Abb. Preis 1,80 M.

Prüfung und Unterscheidung pflanzlicher Öle durch das neue Fließverfahren. Von Paul Jaeger. Stuttgart 1927, Forschungs- und Lehrinstitut für Anstrichtechnik G. m. b. H. 26 S. m. 22 Abb. Preis 1,60 M.

Siemens-Handbücher. Herausgeg. von Siemens & Halske, A.-G., und den Siemens-Schuckertwerken A.-G. XII. Bd.: **Elektrizität in der Landwirtschaft.** Bearb. von C. Buschkiel. 171 S. m. 185 Abb. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. Preis 5,40 M.

Sammlung Götschen, Nr. 965: Wehr- und Stauanlagen. Von Paul Böß. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 132 S. m. 59 Abb. und 5 Berechnungsbeispielen. Preis 1,50 M.

Sammlung Götschen, Nr. 969: Tarife für den Verkauf elektrischer Arbeit. Von Paul Munk. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 97 S. m. 26 Abb. Preis 1,50 M.

Betriebsstatistik in Maschinenfabriken. Von Hartwig Machts. Herausgeg. vom Verein Deutscher Maschinenbauanstalten, Berlin-Charlottenburg. 16 S. Preis 2,50 M.

Vereinigung der Elektrizitätswerke E. V. Statistik für das Jahr 1926. Dortmund 1927, W. Crüwell. 577 S. Preis 45 M.

Das Schriftgießergewerbe in Süddeutschland und den angrenzenden Ländern. Ein Abschnitt aus der Geschichte des Deutschen Schriftgießergewerbes. Von Gustav Mori. Stuttgart 1924, gedruckt auf Veranlassung der Schriftgießerei Bauer & Co. 76 S. m. 19 Tafeln. Preis 40 M.

Fischer von Erlach der Ältere. Von Hans Sedlmayr. München 1925, R. Piper & Co. 69 S. u. 95 S. m. 111 Abb. Preis 18 M.

Cornelis Drebbel. En Zijne Tijdgenooten. Von F. M. Jaeger. Groningen 1922, P. Noordhoff. Preis 2,90 Fl.

Uhlands Ingenieur-Kalender 1928. Begründet von Wilhelm Heinrich Uhland. Bearbeitet von R. Stücker. In zwei Teilen. Erster Teil: Taschenbuch. Zweiter Teil: Für den Konstruktionstisch. Leipzig 1927, Alfred Kröner. 54. Jg. I. Teil 226 S. II. Teil 578 S. Preis 4 M.

Das internationale Patentrecht. Von Robert Jungmann. Berlin 1927, Carl Heymann. 36 S. Preis 1 M.

J. Robert Mayer und das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Von Bernhard Hell. Stuttgart 1925, Fr. Frommanns Verlag (H. Kurtz). 165 S. Preis 5 M.

¹⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 925.

ZUSCHRIFTEN AN DIE SCHRIFTLEITUNG

Reibungsverhältnisse trockener Automobilkupplungen

In dem Bericht über die Dissertation von Dr.-Ing. Florig, Z. Bd. 71 (1927) S. 7, ist die in Abb. 4 dargestellte Abhängigkeit der Reibungszahl von dem Schlupf nicht ohne weiteres einleuchtend. Entsprechend dieser Abbildung heißt es in der ausführlicheren Veröffentlichung („Autotechnik“ Bd. 15 (1926) Nr. 11) bezüglich der Einscheibenkupplung mit Asbestbelag: „Der sogenannte Reibungskoeffizient der Ruhe muß daher im vorliegenden Falle $= 0$ angenommen werden“. An einer Kegelpupplung mit Baumwollbelag ist dagegen nach dem Verlauf der hierfür gültigen Linie in Abb. 4 des oben erwähnten Berichtes ein endlicher Wert der Reibungszahl der Ruhe zu erwarten und nach Abb. 2 das gleiche Ergebnis auch bei Asbest- und Lederbelag der Kegelpupplung.

Die Erscheinung, daß die Reibungszahl der Ruhe null ist, wurde zwar für feste Körper, die mit physikalischen und chemischen Mitteln peinlichst gereinigt waren, durch Jacob¹⁾ festgestellt. Nach der alltäglichen Beobachtung ist jedoch zwischen festen Körpern eine merkliche Reibung der Ruhe vorhanden, und Versuche, die vor einigen Jahren bei dem Lehrstuhl für Maschinenelemente der Technischen Hochschule Danzig²⁾ angestellt wurden, zeigten bei technisch sauberen Oberflächen einwandfrei das Auftreten einer Reibung der Ruhe (Haftreibung), die merklich höher war als die Gleitreibung bei geringer Geschwindigkeit. Bei diesen Versuchen wurden Treibriemen über glatte Gußeisenscheiben und Stahlbänder über Gußeisenscheiben, die mit Kork belegt waren, mit Geschwindigkeiten $w = 0,02$ bis 5 cm/s gezogen, wobei die Scheiben feststanden. In beiden Fällen ergab sich der hier in Abb. 1 dargestellte Verlauf der Abhängigkeit der Reibungszahl von der Gleitgeschwindigkeit. Bei trockener Reibung von Stahlband auf glatter Gußeisenscheibe war keine Veränderlichkeit der Gleitreibung zu erkennen, jedoch war für $w = 0$ der Wert μ merklich größer als bei Beginn der Bewegung. Nickel³⁾ erhielt bei der Untersuchung der Reibung von gußeisernen Bremsbacken auf gußeiserner Scheibe eine Bestätigung des in Abb. 1 dargestellten Verlaufes von $\mu = f(w)$.

Die hiervon abweichenden Ergebnisse von Florig erklären sich vermutlich daraus, daß bei schnell umlaufenden Einscheiben-Automobilkupplungen überhaupt keine wirkliche Reibung der Ruhe eintreten kann, da die Kupplungshälften infolge der Erschütterungen der Umlaufbewegung niemals ohne Relativbewegung aneinander liegen. Bei der Kegelpupplung liegen die Verhältnisse insofern anders, als sich infolge der Form der Reibungsflächen die beiden Kupplungshälften gegeneinander verspannen, wodurch die das Auftreten der Haftreibung störenden Bewegungen quer zur Schlupfrichtung verringert werden; doch erscheint es fraglich, ob die Reibung der Ruhe in voller Größe auftritt.

Der Satz, daß die Reibungszahl der Ruhe stets kleiner ist als die der Bewegung, sollte daher so abgeändert werden, daß statt „Reibungszahl der Ruhe“ etwa „Reibungs-

¹⁾ Jacob, Über gleitende Reibung. Diss. Königsberg 1911.

²⁾ Mohr, Die Reibungsziffern für Treibriemen und Stahlbänder bei kleinen Gleitgeschwindigkeiten. Diss. Danzig 1921.

³⁾ Nickel, Beitrag zur Kenntnis der Reibungsziffern für Reibungskupplungen mit gußeisernen zylindrischen Gleitflächen. Diss. Danzig 1924.

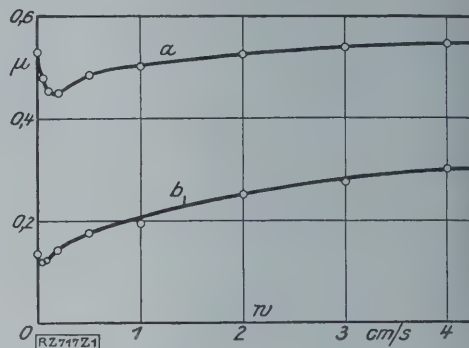


Abb. 1
Reibungszahlen in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit w (Flächendruck $p = 0,2$ kg/cm²)
a Stahlband auf Gußeisenscheibe mit Korkbelag
b Lederriemen auf Gußeisenscheibe

zahl bei dem Schlupf null“ gesagt wird. Andernfalls ist Gefahr einer unzulässigen Anwendung der gewonnenen Ergebnisse auf die allgemeine Theorie der Reibung vorhanden.
Dr.-Ing. M. Mohr

Erwiderung

Abb. 4 meines Berichtes zeigt wie Abb. 2 den Verlauf der Reibungswerte mit zunehmendem Schlupf bei konstantem Anpressungsdruck, wobei die Werte in Abb. 4 mit verschiedenen Kupplungen (einer Kegel- und einer Einscheibenkupplung) unter Verwendung des Federdruckes ermittelt wurden. Abb. 4 und Abb. 2 ergeben, daß die Reibungszahl der Ruhe kleiner als diejenigen der Bewegung sind; ferner, daß die Reibung der Ruhe je nach dem Stoff der Oberfläche und dem spezifischen Anpressungsdruck verschieden groß sein kann. Sie kann auch null sein, wie die Werte der Einscheibenkupplung in Abb. 4 zeigen. Die Reibung der Ruhe bei Einscheibenkupplungen braucht nicht immer null zu sein, wie Dr.-Ing. Mohr irrtümlicherweise annimmt. Entsprechende Beispiele hierfür sind in meiner Veröffentlichung in der „Auto-Technik“ angegeben.

Meine Versuche haben alle ergeben, daß die Reibungszahl der Ruhe in trockenlaufenden Automobilkupplungen kleiner als die der Bewegung ist. Dasselbe Ergebnis wurde auch durch zahlreiche, allgemein bekannte Versuche mit Riemen gewonnen. Wenn Dr. Mohr und Dr. Nickel das Gegenteil ermittelt haben, so liegt der Grund darin, daß der Schlupf nicht bis zu kleinsten Werten bestimmt wurde, oder, sofern dies der Fall war, daß andere Verhältnisse als in Kupplungen vorgelegen haben.

Die vorgeschlagene Unterscheidung zwischen Reibungszahl der Ruhe und Reibungszahl bei dem Schlupf kann nach m. E. nicht gut möglich, da beide Bezeichnungen völlig dasselbe sagen. Wenn sich die von mir an Reibungskupplungen gewonnenen Ergebnisse auf die „allgemeine Theorie der Reibung“ nicht anwenden lassen, so zeigt dies, daß die Möglichkeit einer anderen Theorie der Reibung als die von Mohr angeführte „allgemeine Theorie“ besteht. (Dr. Ing. Florig)

Dresden

Dr.-Ing. Florig

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

	Seite
Selbsttätige Zugüberwachung. Von C. Wolff	1665
Benzin-elektrischer Kraftomnibus	1674
Neuerungen auf der Pariser Automobilausstellung 1927. Von A. Heller	1675
Der Kugelschlag-Härteprüfer	1680
Chemische Analyse kleinster Mengen. Von H. Dieterle	1683
Mit Netzstrom geheizte Röhren	1688
Rundschau: 12. Kongreß für Heizung und Lüftung in Wiesbaden — Eine neue Kabelverlegemaschine	

— Über das Nico-Metall — Frage an unsre Leser
— Kleine Mitteilungen
Bücherschau: Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Von G. Klein — The Oil Industry. Von E. R. Lilley — Azetylen-Sauerstoff-Schweiß- und Schneidbrenner — Über den Bau und Bedienung von Destillier- und Rektifizierapparaten. Von H. Nehbel — Verhandlungen des 2. Internationalen Kongresses für technische Mechanik. Von E. Meißner — Eingänge
Zuschriften: Reibungsverhältnisse trockener Automobilkupplungen

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS



71

SONNABEND, 3. DEZEMBER 1927

Nr. 49

Die Ausstellung der Deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft in Dortmund 1927

Von Prof. Dr.-Ing. Vormfelde, Bonn-Poppelsdorf

Die Bedeutung der Landwirtschaft in der deutschen Volkswirtschaft — Die Mithilfe der Industrie an den landwirtschaftlichen Mehrerträgen der letzten Jahrzehnte durch Lieferung von Düngemitteln, durch Lieferung geeigneter Maschinen zur Bodenbearbeitung, Saatgutbereitung usw.; die Mithilfe der Industrie an der Güteverbesserung der Lebens- und Futtermittel und beim Schutz vor ihrem Verderben.

Allgemeines

Die neuzeitliche Landwirtschaft ist in höchstem Maße auf die Mitwirkung der Industrie angewiesen. Aber auch umgekehrt ist die Industrie von der Landwirtschaft abhängig. Man muß sich darüber klar sein, was es bedeutet, daß die deutsche Landwirtschaft mit 13 bis 14 Milliarden \mathcal{M} neuer Güter erzeugt, die mehr als alle Industrien einschließlich Berg- und Hüttenwesen hervorbringen. Allein die Milchwirtschaft hat einen Produktionswert von 4 Milliarden \mathcal{M} , das heißt, als aus der gesamten deutschen Eisen- und Stahlindustrie hervorgeht.

Die Zusammenhänge zwischen Industrie und Landwirtschaft werden also bei weitem nicht durch die 3- bis 4-fache Eisenproduktion ausgedrückt, die der deutsche Landmaschinenbau verbraucht, auch wenn der sicherlich nicht zu vernachlässigende Anteil der vielen Dorf- und Gutsschmieden hinzugerechnet wird; sondern der Zusammenhang wird durch die hohen Produktionswerte in der Landwirtschaft gekennzeichnet, wenn er auch nicht so sichtbar tritt. Die Werterzeugung und dadurch die Kaufkraft der Landwirtschaft spielen daher eine ungeheure Rolle für unser Wirtschaftsleben, und die Industrie hat den größten Vorteil von guten Ernten, die sie, wie man gemeinhin annimmt, in vielen Beziehungen fördern kann. Am offensichtlichsten ist dies, abgesehen von der Landmaschinenindustrie, bei der chemischen, besonders der Düngemittelindustrie der Fall. Wenn in den letzten Jahren auf 1 ha mehr als 19 Doppelzentner Getreide (Weizen, Gerste, Hafer, Weizen) geerntet worden sind, so hat die Düngemittelindustrie mit etwa 50 vH an den Mehrerträgen Anteil an der besseren Ernährung der Pflanzen durch Phosphorsäure und Stickstoff beigetragen. Etwa 50 vH der Mehrerträge sind auf die Züchtung besonders reicher Sorten und die restlichen 20 vH auf die Maßnahmen der Kulturmaßnahmen, wie Bodenbearbeitung usw. zurückzuführen.

Der Stickstoffbedarf ist dabei so beträchtlich, daß die im Kriege für den Heeresbedarf verbrauchten synthetischen Stickstoffes später ohne Weiteres von der Landwirtschaft aufgenommen werden konnten, ohne daß damit der Riesenbedarf an diesem Düngemittel gedeckt war. Inzwischen hat die Düngemittelindustrie entsprechend größeren Umfang angenommen, aber damit sind wir für Deutschland noch nicht am Ziel der Entwicklung angelangt. Optimisten glauben, daß Deutschland sich selbst ernähren könnte, wenn in der richtigen Belehrung besonders in den mittleren und kleineren Landwirtschaftsbetrieben Kunstdünger in erhöhtem Maße verwendet würde. Denn unsere gut geleiteten Betriebe, vielleicht abgesehen vom weniger ertragreichen Osten, erzielen ja doch tatsächlich nicht nur 19 Doppelzentner sondern das Doppelte auf 1 ha. Es muß daher auch weiterhin das Ziel der führenden landwirtschaftlichen Organisationen und der in Frage

kommenden Industrien sein, durch Belehrung und vor allem durch den Betrieb von Musterwirtschaften die bereits gewonnene Erfahrung in der richtigen Düngung und der damit eng zusammenhängenden besseren Bodenbearbeitung usw. in alle Kreise der Landwirtschaft hineinzutragen. Bei der außerordentlichen Wichtigkeit der Düngungsfrage für die gesamte Volkswirtschaft möchte man manchmal gesetzlichen Zwang wünschen, der gleichzeitig in geeigneter Weise die notwendige geldliche Unterstützung regeln würde.

Bei vielen Kunstdüngerarten bleibt ein Säurerest im Boden zurück, der den in ihm enthaltenen Kalk zu seiner Sättigung verbraucht. Ohne Kalkzusatz würde der Boden versauern, aber da springt die Kalkindustrie ein, die große Mengen an Ätzkalk für schwere Böden, an kohlen-saurem Kalk für die leichten Böden zu liefern hat.

Mit der Maschinen-, Düngungs- und Kalkfrage ist aber der Anteil der Arbeit, den die Industrie der Landwirtschaft zu leisten hat, bei weitem noch nicht erschöpft.

Die aus dem Weinbau heraus entstandene Schädlings- und Krankheitsbekämpfung erstreckt sich heute immer mehr auf die gesamte große Land- und Forstwirtschaft, verkümmert doch in jedem Jahr eine ungeheure Menge von Pflanzen durch Krankheiten und Schädlinge. Wenn auch der im letzten Jahre so stark aufgetretene Rostbefall nicht durch technische Mittel bekämpft werden kann, sondern nur durch Züchtung rostbeständiger Pflanzen, ebenso Kartoffelkrebs und Reb-laus, so ist der Kampf gegen den schädlichen Steinbrand beim Weizen und gegen den Schneeschimmel beim Roggen eine Frage der Beizung. Hierzu liefert die Industrie Beizmittel und Beizapparate. Die Krautfäule der Kartoffel muß in ähnlicher Weise bekämpft werden.

Vom Weinbau ist der technische Pflanzenschutz, die Schädlingsbekämpfung, besonders auf den Obstbau übergegangen, wo sie allerdings bei weitem noch nicht den infolge des Wettbewerbes ausländischen Obstes notwendigen Umfang angenommen hat. Das Aroma des deutschen Obstes ist besser, während z. B. das kalifornische Obst besser aussieht, dem Auge also besser gefällt und dementsprechend vom Käufer vorgezogen wird. Hier muß also die Industrie wieder helfen durch Lieferung von Mitteln gegen Mehltau, gegen die Schorffkrankheit, Fuselcladium usw., die gerade das Obst unansehnlich machen. Schwefel- und Kupferpräparate mit Arsen gemischt, die ja besonders im Weinbau eine große Rolle spielen, werden auch in manchen Obstkulturen zum Vernichten tierischer und pflanzlicher Schädlinge angewendet. Hierzu kommt noch eine gute gefällige Verpackung der geernteten Früchte, etwa so, wie sie als Einheitsverpackung von der Hauptlandwirtschaftskammer in Dortmund ausgestellt wurde.

Ein weiteres Betätigungsgebiet der Industrie erstreckt sich auf die Schaffung von Einrichtungen, die das leichte Verderben der landwirtschaftlichen Ware verhindern, oder bei großen Ernteerträgen den

nicht absetzbaren Überschuß in eine haltbare Form überführen sollen, damit wir von den ausländischen Lebens- und Futtermitteln unabhängiger werden. Das ist ein ungeheuer großes Gebiet, müssen doch allein die mehr oder weniger vollkommenen Kühlanlagen für Milch und Milcherzeugnisse für eine Jahreserzeugung ausreichen, die, wie bereits gesagt war, die der gesamten deutschen Eisen- und Stahlindustrie übertrifft. Dabei ist die Milcherzeugung bei gleichbleibendem Viehstand durch genügende und zweckmäßigere Fütterung neben Zuchtmaßnahmen noch über das Doppelte steigerungsfähig. In manchen Viehställen ist der mittlere Milchertrag für eine Kuh auf 5000 l im Jahr gestiegen, während der Durchschnittswert für ganz Deutschland 1800 l beträgt.

Um hierin weitere Fortschritte zu erreichen, müssen wir einen möglichst großen Grünfutterertrag erhalten, mit Hilfe von Düngung, Bewässerung usw. sowie von bestem Saatgut, dessen Auslese sehr vollkommene Maschinen verlangt. Ferner müssen wir aber auch die gesamte Viehfutterernte sicher bergen und verfüttern können, was bei den oft sehr mißlichen Witterungsverhältnissen ohne technische Hilfsmittel nicht möglich ist. In den letzten Jahren kommen daher die in Amerika bereits seit Jahrzehnten üblichen Grünfuttersilos mehr und mehr in Aufnahme, und es ist zu hoffen, daß auch bei uns selbst regennasses Grünfutter zu einem sehr bekömmlichen und gern gefressenen Speichergrünfutter mit völliger Sicherheit eingesäuert werden kann. Jedenfalls wird die Industrie auch in der Viehwirtschaft, wo sie bisher nicht so stark wie im Ackerbau an den Mehrerträgen mitgewirkt hatte, mehr und mehr herangezogen werden, wie zu diesen Silobauten, sowie auch zu andern Einrichtungen, die die Erhöhung der Erträge oder Herabsetzung der Betriebskosten bewirken sollen.

Daß es sich bei allen technischen Maßnahmen um ausgedehnte Aufgaben für die Industrie handelt, die großen Absatz versprochen, zeigt die folgende Zusammenstellung des deutschen landwirtschaftlichen Besitzstandes.

Betriebsgröße	Anzahl der Betriebe (abgerundet)	vH	Landwirtschaftlich genutzte Flächen	
			Mill. ha	vH
5 a bis 2 ha Zwergbetriebe	3 000 000	60	1,6	6,2
2 bis 5 ha Kleinbetriebe	900 000	17,5	2,9	11,5
5 bis 20 ha mittlere Betriebe	950 000	18,7	9,15	35,8
20 bis 50 ha großbäuerliche Betr. . .	175 000	3,4	5	19,8
50 bis 200 ha Großgüter	34 000	0,7	3	11,5
über 200 ha Großgrundbesitz	9 770	0,2	3,92	15,3
insgesamt (genaue Zahl)	5 068 770		25,57	

Für die Errichtung größerer technischer Anlagen kommen nur die Güter über 20 ha Grundbesitz in Frage. Andererseits ist aber infolge der großen Anzahl der kleineren Betriebe der Gesamtbedarf an Kleingeräten und Anlagen ebenfalls außerordentlich groß und kann durch genossenschaftliche Zusammenfassung auch für größere Anlagen in Betracht kommen.

Neben der Schaffung der Silobauten, die Grünfutter genießbar erhalten sollen, müßte auch die Kartoffel vor dem Verderben geschützt werden. Es würde den deutschen Kartoffelbau außerordentlich fördern, wenn es der Industrie gelänge, die Kartoffeln in wirtschaftlicher Weise in eine trockene, leicht versendbare und preiswerte Dauerware überzuführen, die als heimisches Massenfutter den Wettbewerb mit Mais und ausländischer Futtergerste aufnehmen kann. Da die bisherigen Verfahren, bei denen der Wassergehalt der Kartoffeln durch Wärme entfernt wurde, zu teuer waren, hat das Reichsernährungsministerium kurz vor der Eröffnung der Dortmunder Ausstellung in einem Ausschreiben Preise von insgesamt 175 000 M für solche Einrich-

tungen zum Trocknen von Kartoffeln ausgesetzt, bei denen die Gesamttrockenkosten für 1 Zentner Rohkartoffel nicht überschreiten.

Damit habe ich einige Punkte der gemeinsamen zwischen Industrie und Landwirtschaft gekennzeichneter, wobei ich die eigentliche Landmaschinenindustrie nicht berücksichtigt habe, ebenso wenig, wie die Beziehung dieser zu den deutschen Werkzeugmaschinen usw. Auch auf die große Bedeutung der Elektrizitätserzeugung für die Landwirtschaft und die damit verbundenen abhängigen Industrien bin ich nicht weiter eingegangen, aber es ist ja doch schon zu sehen, daß die Deutsche Landwirtschaft-Gesellschaft mit Recht durch eine Ausstellung mitten im Industriegebiet in sozusagen handgreiflicher Weise auf diese Zusammenhänge hinweisen mußte, wie sie auch im Volksempfinden mehr und mehr einzuwirken zu lassen. Die große Zahl von 335 000 Besuchern, denen ein sehr großer Teil der Industriebevölkerung angehört, zeigt, daß andererseits auch dem Wirken der Landwirtschaft von den Angehörigen der Industrie große Aufmerksamkeit entgegengebracht wurde.

Die Ausstellung in Dortmund

Diese jährlich wiederkehrenden, von Max Baumbach ins Leben gerufenen DLG-Ausstellungen sind in der außerordentlichen Bedeutung geworden. Dem Ingenieur und Landwirt zeigen sich jetzt neue Bilder, neue Entwicklungen und neue Aufgaben. Neben Maschinen und Einzelteilen, die reif zur Anwendung sind, wie Pflüge, Drillmaschinen, Mähmaschinen, Dreschmaschinen, Mühlen usw. sind andere technische Erfindungen, die z. T. überhaupt noch keine feste Gestalt angenommen haben, wie in diesem Jahre die bereits erwähnte Lösung der wirtschaftlich arbeitenden Kulturen, der Trocknerei, oder gar die Entwässerung ganz beschwemmter plastischer Böden durch Maulwurfdrainage, die in England und Holland bereits mit Erfolg angewendet wurde. Außerordentlich groß ist das Gebiet der Landmaschinen, die noch in der Entwicklung stehen und deshalb in mannigfaltigsten Formen und Ausführungen auftreten werden, und jedes Jahr noch große Wandlungen durchmachen werden.

Ich möchte an dieser Stelle ausdrücklich darauf hinweisen, daß sich bisher abseits stehende Industrien, die leicht augenblicklich an Beschäftigungsmangel leiden, ohne weiteres an der Lösung dieser Fragen beteiligen können. Wir haben eine große Menge Beispiele, wo ohne Einarbeit in nicht-landwirtschaftliche Maschinenfabriken an den Bau von Landmaschinen herangeführt sind und dabei Geldverluste erlitten und ihre großen Abbruch getan haben. Die Schwierigkeiten beim Bau von Landmaschinen werden immer unter Umgehung gelöst. Diese Maschinen lassen sich nicht so leicht erfassen, wie andere, sagen wir einmal, eine Werkzeugmaschine, die man in der Fabrik oder dergl., die bereits eine lange Überlieferung hat, und bei denen die in Frage kommenden Fragen gründlichst untersucht und die Arbeitsbedingungen möglichst gleichförmig sind. Jeder Ingenieur, der sich mit Landmaschinen befaßt, sollte mindestens ein Jahr auf einem Landgute praktisch gearbeitet und landwirtschaftliche Luft geatmet haben, um das richtige Gefühl für die dauernd wechselnden Verhältnisse des Bodens, des Wetters und des Erntescheiters zu bekommen sowie ein Gefühl für Zug- und Lastverhältnisse und besonders für die Verhältnisse der Landmaschinen, die unsere Maschinen bedienen sollen.

Pflüge

Wie schon anfangs erwähnt, ist ein Teil der landwirtschaftlichen Mehrerzeugung gegenüber den früheren Zeiten auf bessere Bodenbearbeitung durch Vertiefung und bessere Krümelung der Kulturschicht zurückzuführen. Hier wird heute von Seiten der landwirtschaftlichen Bodenforscher gewünscht, daß der Boden in gewissen Zeiträumen durch Untergrundpflüge tief bearbeitet wird, und zwar so, daß der Pflug nur die obere Schicht wendet, dagegen den unteren, härteren Boden, den Untergrund, nur lockert, also nicht toten Boden nicht nach oben bringt. Hier scheitert für manche Fälle das geteilte Streichblech, Abb. 1,

zen, wie es z. B. von der Firma Klausing in
er bei Osnabrück ausgeführt wird. Besonders bei
Bodenbearbeitung mit Dampfpflügen und solchen
ppern, die nicht in der aufgelockerten Furche
en, sondern daneben auf festem Lande, ist ein sol-
Streichblech am Platze.

m übrigen ließ die Ausstellung ein Überhandnehmen
ogenannten Kehrpfüge erkennen, die im Gegensatz
en im Kreise herum arbeitenden Beetpflügen im Hin-
Hergang arbeiten und eine Furche neben die andre

Es ist allerdings möglich, daß hierbei die Nähe
heinlandes eine Rolle gespielt hat, wo diese Art zu
en üblich ist, wie übrigens auch in fast ganz Frank-
und Belgien. Man verwendet hierfür entweder
pflüge, bei denen die für die Hin- und Rückfahrt
- oder linkswendenden, spiegelbildlich gleichen
körper angebracht sind und am Ende der Furche
eine in Furchenrichtung liegende Achse gedreht wer-
damit der andre Pflugkörper in Arbeitsstellung
t, oder Kipppfüge, bei denen vom Mittelfahrgestell
nach vorn und hinten in einem Winkel zu einander
vollständiger nach einer Seite arbeitender Pflug
bracht ist. Am Ende der Furche wird hier der
um die quer zur Fahrtrichtung stehende Achse
Mittelfahrgestelles gekippt, damit der nach der an-
Seite wendende Pflugkörper in Arbeitsstellung

t.
Die Anzahl der neu aufgenommenen Drehpfüge
zog in Dortmund, obwohl nach den Erfahrungen im
land in den letzten Jahren die Kipppfüge die Dreh-
etwas verdrängen. Auch hinter dem Schlepper
ht der Rheinländer einen Kippflug, der bisher aller-
noch einen besonderen Bedienungsmann erfordert.
wird bei dem im vorigen Jahr in Breslau gezeigten
1) „Novus“ der Firma Eberhardt, Ulm, vermie-
ler im Laufe des letzten Jahres weitere Verbesse-
n aus dem praktischen Betrieb heraus erhalten hat.
der bereits in Breslau gezeigte, ebenfalls in
Zeitschrift beschriebene Drehflug der Firma
Leipzig, der „Huckepack“, Abb. 2, hat sich seit
vorigen Jahre recht beträchtlich zu seinen Gunsten
ert. Aus dem damaligen Sterzflug, der beim Über-
n von flachen Gräben leicht in den Boden schlug,
durch, daß zwei Führungsrollen dicht hinter dem
gepunkt angebracht wurden, ein durch ein beweg-
Verbindungsstück zwischen Schlepper und Pflug
ings sehr kurz angehängtes, selbständiges An-
gerät geworden.

Fräsen

att den Boden mit Scharen umzuwenden und zu
n, werden seit 1910 in beachtenswerter Weise Ver-
gemacht, durch umlaufende Hauen den Boden zu
en. Die Aufgabe ist recht schwierig und hat sich
für die allgemeine Bodenbearbeitung nicht als
haftlich erwiesen, nur für Moorboden und in Gärt-
n mit sehr viel Spatenarbeit ist das Verfahren
brauchbar. Die Union-Gießerei in Königs-
sowie Dürkopp, Bielefeld, zeigten neue Mo-
Mit außerordentlicher Zähigkeit haben die Sie-
s-Schuckertwerke die Fräsen weiter ent-
t, wobei sie statt der starren Hauen die nach den

Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 41.

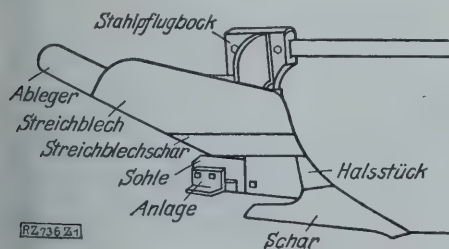


Abb. 1

Pflugkörper für gleichzeitiges Wenden
der Scholle und Lockern des Unter-
grundes (ausgeschnittenes Streichblech)
von Klausing in Rabber bei Osnabrück

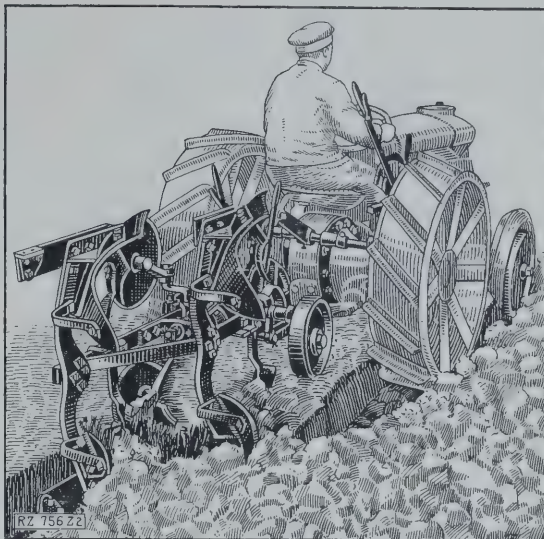


Abb. 2

Anhänge-Drehpflug „Huckepack“ von Rud. Sack,
Leipzig

von v. Meyenburgschen Patenten federnden be-
nutzten. Die Maschinen werden sowohl für den Groß-
betrieb, als auch in kleiner Ausführung zum Ersatz von
Spatenarbeit für Gärtnereien, Obstpflanzungen usw. ge-
liefert. Wenn sich die Firmen m. E. besonders auf die
kleineren Betriebe einstellen würden und, indem sie die
Versuche für die großen Maschinen unterließen, den Preis
der kleinen herabsetzen könnten, würde sich diese Ma-
schine meines Erachtens ein großes Feld erobern können.
Es gibt heute schon größere Obstgüter, Gemüsegewirt-
schaften usw., die den Pflug nicht mehr benutzen, sondern nur
die Fräse.

Während sich die mechanische Bodenbearbeitung des
FräSENS als Ersatz für die Pflugarbeit außer
bei den genannten Betrieben kaum nennenswert verbreit-
tet hat, wendet man das motorische Pflügen auch bis in
kleinere Besitzstände in großem Umfang an, obwohl die
Entwicklung der verschiedenen Motorpflüge, die auch
heute noch nicht abgeschlossen ist, von Industrie und
Landwirtschaft schwere geldliche Opfer gefordert hat.
Die schweren Kolosse der ersten Zeit sind verschwunden,
die Zwei-Maschinen-Motorpflüge in Deutschland beinahe;
in England ist es allerdings, wie die letzte Ausstellung
der Royal Agricultural Society in Newport bei Bristol
zeigte, deutschen Dieselmotoren der Firmen Benz und
MAN gelungen, die Dampfmaschinen aus den Zwei-Maschi-
nen-Dampfpflugsätzen der klassischen Dampfpflug-Loko-
motivenfabrik von John Fowler sowie der von McLaren
teilweise zu verdrängen und so in das Gebiet der schwer-
sten landwirtschaftlichen Kraftmaschinen nach der Zwei-
Maschinen-Anordnung einzudringen.

Schlepper

Die in der kurzen Zeit der letzten Jahre aber so
außerordentlich stark einsetzende Verbreitung der moto-
rischen Ackerbestellung ist unbedingt auf die vielseitige
Verwendbarkeit der Schlepper zurückzuführen, denen
gegenüber selbst die an und für sich geniale Erfindung
von Robert Stock, der Tragflug, an Boden ver-
liert. In Deutschland hat die schnelle Entwicklung der
Motorschlepper, das dürfen wir nicht verkennen, sehr
viel dem Fordson-Schlepper zu verdanken. Es bestand
aber auch die große Gefahr, daß die deutsche Schlepper-
industrie durch diesen Schlepper völlig zugrunde ge-
richtet wurde, wie das z. B. bei der englischen Schlepper-
industrie schon eingetreten ist. In Deutschland ist aber für
viele Verhältnisse der Fordson-Schlepper zu schwach,
für uns sind zugkräftigere Schlepper vorteilhafter, mit
denen auch Tiefkultur auszuführen ist. Würde der
schwächere Fordson-Schlepper gegenüber den zugkräfti-
geren Schleppern mehr Verbreitung finden, so würde dann
tiefere Bodenbearbeitung in geringerem Umfang in Deutsch-

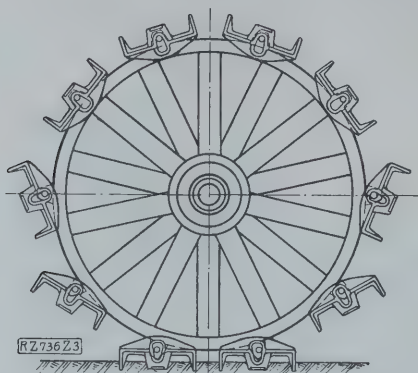


Abb. 3

Guerini-Greifer für Schlepperräder der Firma „Auto- und Traktoren-Ausrüstungs G. m. b. H. (ATRAG)“, Berlin

land ausgeführt werden, was jahrzehntelang an Mindererträgen zu merken wäre.

Für uns in Deutschland ist jedenfalls die Tiefkultur unerlässlich, nachdem jahrzehntelange Versuche erwiesen haben, daß durch diese bessere Bodenbearbeitung bis zu 20 vH Mehrerträge erreichbar sind. Dies erfordert aber größere Zugkraft, die von den Motoren an sich in den meisten Fällen zwar ohne weiteres geleistet werden kann. Aber die Abstützung dieser Kräfte durch die Antriebsräder gegen den Boden macht vielfach noch erhebliche Schwierigkeiten. Besonders wichtig ist hierbei für die Radschlepper, daß ein möglichst großer Teil des Gewichtes wegen der besseren Adhäsion und daher der größeren Zugkraft auf den Antriebsrädern, den Hinterrädern, ruht, natürlich nur so viel, daß der Schlepper vorn nicht aufbäumt. Das soll nun nicht heißen, daß der Schlepper möglichst schwer gebaut werden soll. Für die Motoren, Getriebe usw. kommen natürlich die Grundsätze des Leichtbaues in Frage, schon wegen des teuren Maschinengewichtes dieser Teile, aber das für die jeweilige Motorenstärke notwendige Abstützgewicht kann ja als billiger un bearbeiteter Guß in die Hinterräder gelegt werden. Für die Fahrt über den Acker müssen die Hinterräder möglichst groß sein, da dadurch die Wühlverluste der Greifer vermieden und den Felgen größere Auflageflächen geboten werden. Dasselbe erreicht man allerdings auch mit den sogenannten Guerini-Greifern, Abb. 3.

Doch die Adhäsion kann nicht nur durch größeres Gewicht erzielt werden, sie ist auch abhängig von der Bauart der Greifer oder ähnlicher Einrichtungen. Auf diesem Gebiet ist die letzte Lösung noch nicht gefunden, und es sind daher für die verschiedenen Böden immer noch viele Versuche im Gange. Soviel steht aber bereits fest, daß die bisher fast ausschließlich übliche senkrechte Stellung der Spatangreifer nicht die günstigste ist.

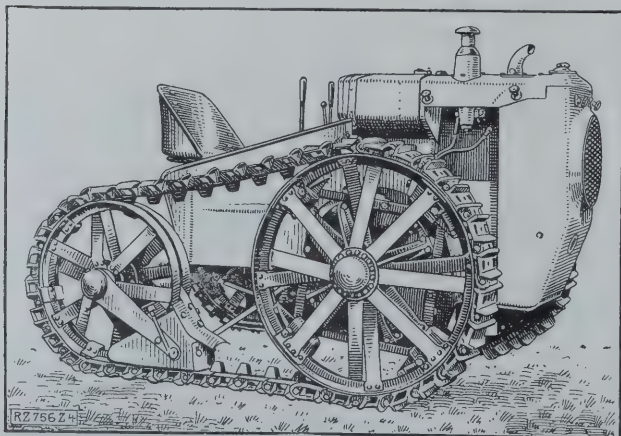


Abb. 4

„Stock-Raupe“ der Stock-Motoren-A.-G., Berlin; 28 PS-Raupenschlepper.

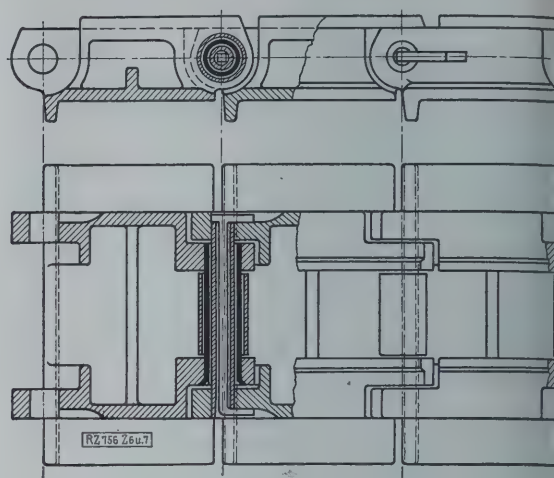


Abb. 6 und 7

Bauliche Einzelheiten der Raupenkette der Moorbauer Trecker-Werke

Große Fortschritte haben im letzten Jahre die oder Raupenschlepper gemacht. Einer der Nachteile dieser grundsätzlich doch sehr glücklichen Lösung des Schleppens über weichen Boden war der Preis dieser Maschinen und der Ersatzteile, was wegen starken Verschleißes der Raupen für die Verbreitung besonders hemmend war. In dem SHW-Raupenschlepper (Schwäbischen Hüttenwerke, der übrigens ohne innere Rollenkette gebaut wird²⁾), hatte man schon im letzten Jahr einen billigen Kleinschlepper, in der 50 PS-Kategorie, den Stumpf-Raupe der Linke-Hofmann-Werke in Breslau, einen billigen Großschlepper. In diesem Jahr kamen in den gebräuchlichen Mittelgrößen um 25 PS Le die Stock-Motorenflug-A.-G. mit der Stock-Raupe, Abb. 4, in derselben Preislage wie entsprechend der Radschlepper, und die Moorbauer Treckerwerke mit der MTW-Anbaupraupe, die statt der Hinterräder Radschlepper (Fordson und neuerdings wohl auch V. H. Anomag) angebaut wird, und wohl als eine sehr preiswerte Lösung angesehen werden kann, Abb. 5.

Die Stockraupe wirkt infolge der fehlenden Greifkraft auf der Raupe zwischen den beiden Rädern ähnlich wie ein Schlepper mit verlängertem Vierradantrieb. Außerdem ist die Raupe wegen des Vorderradantriebes ihrer ganzen Länge gespannt. Von der MTW-Anbaupraupe möchte man wünschen, daß sie in Zukunft besonders den deutschen Radschleppern zugute komme. Abgesehen von der hervorragenden Zugwirkung ist bei dieser Bauart die Frage des Wendens, die bei den Kettenschleppern Schwierigkeiten macht, in sehr guter Weise gelöst. Immerhin die Möglichkeit einer größeren Verbreitung von Kettenschleppern in dieser Form auch gegenüber dem Radschlepper besteht.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 40.

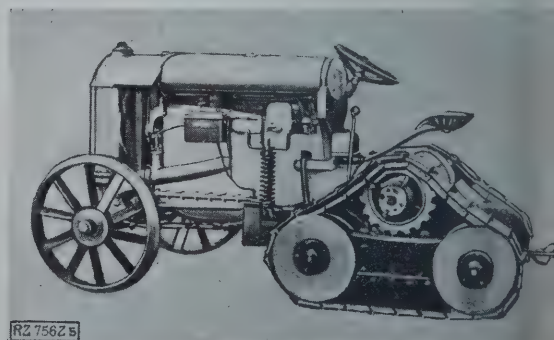


Abb. 5

Anordnung der MTW-Anbaupraupe der Moorbauer Trecker-Werke am Fordsonschlepper



Bad Kreuznach



Einzylinder-Glühkopfmotor

Für die Bearbeitung steiler Weinberge kommen keine
 4pper, sondern Seilwinden in Frage, die in Dortmund
 5erstermal auf einer DLG-Ausstellung gezeigt wur-
 6Hier leisten die Firma C l e m e n s Söhne, Kreuznach,
 7Scherf, Saarburg, wertvolle Pionierarbeit, gilt es
 8in den meisten Fällen, äußerst mühsame und teure
 9arbeit durch Maschinenarbeit abzulösen und darüber
 0us die Güte der Weinbergbearbeitung zu verbessern.
 18 läßt die Arbeitsweise dieser Maschinen ohne weitere
 2kennen*).

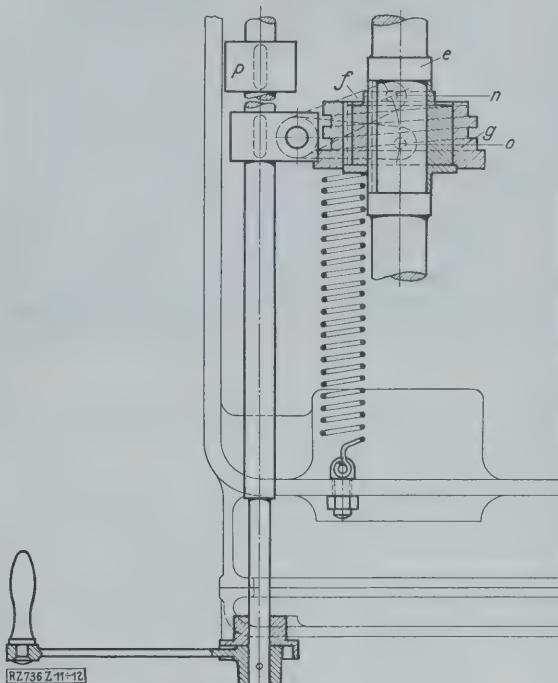


Abb. 11 und 12

<i>a</i>	Anlaßhebel	<i>d</i>	Hebelrolle	<i>f</i>	Sperrhebel
<i>b</i>	Exzenter	<i>e</i>	Nocken	<i>g</i>	Gewinde
<i>c</i>	Winkelhebel			<i>h</i>	Feder
<i>i</i>	Hebelrolle	<i>d</i>	in Druckminderstellung (Anlaßstellung)		
<i>k</i>			Betriebstellung		
<i>l</i>	Hebel	<i>f</i>	in Betriebstellung		
<i>m</i>	"	"	Druckminderstellung (Anlaßstellung)		
<i>n</i>	"	"	Betriebstellung		
<i>o</i>	"	"	Druckminderstellung (Anlaßstellung)		
<i>p</i>	Druckminder		nocken für Auspuffventil		
<i>q</i>	Hebel	<i>a</i>	in Druckminderstellung (Anlaßstellung)		
<i>r</i>	"	"	Betriebstellung		

Die größte Bedeutung für die deutsche Schlepperindustrie, besonders auch für die deutsche Ausfuhr derartiger Maschinen hat die Brennstofffrage. Wir haben bisher versucht, bei der Entwicklung unserer Maschinen immer mehr den schwereren Brennstoffen zuzustreben. Man kann heute wohl schon sagen, daß Benzol für neuzeitliche Maschinen nicht mehr in Frage kommt, für Vergasermaschinen muß mindestens Petroleum verwendbar sein. Die Firma Lanz, Mannheim, hat in ihrem Groß-Bulldog, Abb. 9, eine Maschine mit Glühkopfmotor glücklichster Konstruktion und großer Zugkraft⁵⁾ herausgebracht, die bereits dieses Jahr als erster deutscher Schlepper auf der englischen Royal Show ausgestellt und zur englischen silbernen Denkmünze angemeldet worden war⁶⁾. Inzwischen scheint auch der Dieselmotor so weit in seiner Entwicklung gekommen zu sein, daß man ihn unbesorgt in den landwirtschaftlichen Betrieb

⁵⁾ „Technik in der Landwirtschaft“ Bd. 8 (1927) S. 51.

⁶⁾ „Technik in der Landwirtschaft“ Bd. 8 (1927) S. 228; „Landmaschinenmarkt“ Jahrg. 1927 Nr. 39.

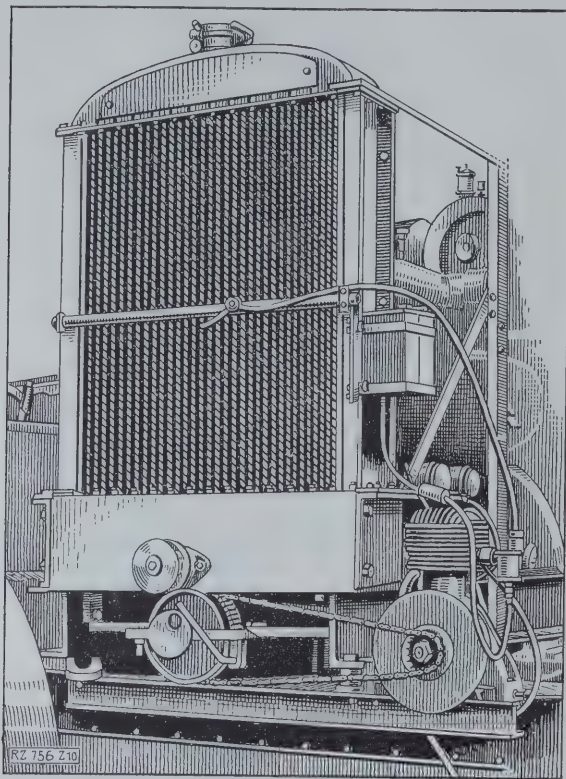


Abb. 10

Anordnung eines kleinen Benzin-Startermotors an einem 60pferdigen Benz-Dieselmotor der Motorpfluglokomotive von McLaren, ausgestellt auf der Schau 1927 in Newport

geben kann. Für große Maschinen ist dies ja, wie schon erwähnt, von den englischen Firmen Fowler und McLaren geschehen, noch dazu bei Maschinen, die bereits in den Kolonien mit eingeborenen Bedienungsmannschaften mit Erfolg verwendet werden sollen. Außer auf vollkommene Betriebsicherheit muß bei den Dieselmotoren auf die

Möglichkeit leichten Anwerfens geachtet werden. Der Benz-Dieselmotor, der in die schwere englische Motorpfluglokomotive eingebaut ist, wird in sehr geschickter Weise von einem kleinen Benzin-Hilfsmotor angetrieben, der die Maschine auf 200 Uml./min bringt, wobei sie in allen Umständen anspringt, Abb. 10. Eine ebenfalls in der Vermeidung von Zündpapier, Luntens usw. sehr wirksame Lösung, Abb. 11 und 12, zeigten die Moorburger Triebwerke. Der MTW-Dieselmotor, der in den MTW-Rauhschlepper und neuerdings auch in den Pöhltschlepper eingebaut wird, kann ähnlich wie ein Vergasermotor angetrieben werden. Zuerst wird dabei die Verdichtungskurbel vermindert, so daß man mittels der Kurbel die Maschine in Drehung versetzen kann. Dann schaltet sich die Verdichtung selbsttätig wieder ein und wird unter Ausnutzung der lebendigen Kraft der bewegten Massen so hoch gedreht, daß der Motor anspringt⁷⁾.

Der Vorgang ist dabei so, daß durch Hochheben des Hebels *a* vor dem Anlassen mittels des Exzentrers der Winkelhebel *c* eine geringe Drehung erfährt. Die Pleuellrolle *d* gelangt somit später gegen den Nocken *e*, was eine Verminderung der Verdichtung zur Folge hat. Damit der Hebel *c* in dieser Lage einige Zeit hindurch bleibt, wird gleichzeitig der Sperrhebel *f* auf das Gewinde *g* gelockt. Bei der Drehung wird der an *f* befestigte Stift von dem Gewinde in die Betriebstellung zurückgeschoben. Der Sperrhebel ist dann wieder frei, die ganze Anordnung wird sich unter Einwirkung der Feder *h* zurückdrehen. Die Verdichtungsminde- rung ist aufgehoben.

Eine gewisse Unsicherheit in der Brennstofffrage wegen der Aussichten auf die Verflüssigung der Kohle, mal vielfach von geringen Preisen dieser Erzeugnisse gesprochen wird. Man würde dann wohl der Züchtung von Leichtbrennstoff-Motors mit hohem thermischem Wirkungsgrad zustreben. Auf diesem Wege macht die Firma Continental mit ihrem Andreau-Motor, der im letzten Januar in der als ortsfester Landmotor von 4½ PS Leistung aufgestellt war und den merkwürdig geringen Brennstoffverbrauch von nur 175 g Benzin für 1 PS haben soll, zu beachtlichen Einführungsversuche⁸⁾.

[B 756]

(Schluß folgt)

⁷⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 781.

⁸⁾ „Die Landmaschine“ Bd. 7 (1927) S. 501.

Zur Theorie der zylindrischen Schalen und Bogenträger

In der Theorie der Träger mit gekrümmter Mittellinie, Bogenträger, haben sich gewisse Unstimmigkeiten gezeigt, die eine Überprüfung der rechnerischen Grundlagen der Theorie veranlaßt haben¹⁾. So hat insbesondere A. Föppl darauf hingewiesen²⁾, daß die Übereinstimmung mit der genauen, zweidimensionalen Theorie bei Berücksichtigung der Normalkraft weniger gut ist als ohne diese.

Wendet man die Betrachtungen der Behältertheorie auf Kreisbogenträger an, so ergibt sich unmittelbar, daß die Berücksichtigung der Normalkraft auch in der Gleichung für die Durchbiegung *w*, normal zur Mittellinie des Trägers, zur Geltung kommt, so daß die vollständigen Gleichungen lauten:

$$S' - N + X R = 0, \quad N' + S + Z R = 0, \quad G' - N R = 0$$

$$w'' + w = -\frac{G R^2}{E J} - \frac{S R}{2 E h}, \quad u = \int \left[w + \frac{S R}{2 E h} \right] d\vartheta + \text{konst.}$$

(Die Striche bedeuten Ableitungen nach ϑ .)

Für den Vollring, der an zwei entgegengesetzten Punkten mit den gleichen Kräften *K* belastet ist, ergibt sich als größtes Biegemoment

$$G_{\vartheta=\frac{\pi}{2}} = -\frac{K R}{\pi},$$

¹⁾ Z. f. angew. Math. u. Mech. Bd. 7 (1927) S. 189.

²⁾ In der soeben erschienenen 10. Auflage des 3. Bandes seiner „Vorlesungen über technische Mechanik“ ist die betreffende Bemerkung nicht mehr enthalten. D. Verf.

und zwar gleichgültig, ob das Glied mit *S* in der Gleichung für *w* berücksichtigt wird oder nicht, so daß auf die Größe dieses Biegemomentes die Normalkraft überhaupt ohne Einfluß ist. Dagegen zeigt sich, daß die Normalkraft *N* in dem Wert des kritischen Druckes eines von außen belasteten Kreisrohrs ein zusätzliches Glied von der Größenordnung

hervorbringt, wenn *2h* die Dicke des Rohres bedeutet. Die Integration dieser Gleichungen für verschiedene Belastungen wie Eigengewicht, Flüssigkeitsdruck, beliebig verteilte Lasten usw. ist stets ausführbar.

Um die Genauigkeit der angenäherten Theorie abschätzen zu können, kann man die oben gekennzeichneten Lösungen noch vergleichen mit den entsprechenden für zweidimensional aufgefaßten Träger. Das ist möglich durch ein Verfahren, das von F. Klein angegeben und von A. Timpe u. a. ausgearbeitet wurde. Das Verfahren besteht darin, den betreffenden Bogen zu einem Vollring für den Vollring — am einfachsten auf dem Wege der Annahme — Spannungsfunktion — bekannt ist, so ist man in der Lage, die Lösung der zweidimensionalen Frage immer zu geben. Führt man dieses Verfahren etwa an dem von Flüssigkeitsdruck belasteten Halbkreisbogen durch, so erhält man, was inzwischen auch von anderer Seite bestätigt wurde, daß die Werte der Normalkraft *S* und der Tangentialkraft *N* in der angenäherten und genauen Theorie vollständig übereinstimmen, während die Werte der Biegemomente

um Glieder von der Ordnung $\frac{h^2}{R^2}$ voneinander abweichen.

Prag [N 855]

Pöschel

Die elektrische Ausrüstung von Kraftfahrzeugen

Von Dr. Erich C. Rassbach, Direktor der Firma Robert Bosch A.-G., Stuttgart

An der Hand der Betriebsbedingungen, denen die elektrische Anlage eines Fahrzeuges genügen muß, werden die Wesensunterschiede der Ausrüstung mit 6 und mit 12 V Nennspannung mit stromregelnder, von der Batterie abhängiger Dreibürstenmaschine und mit spannungsregelnder, von der Batterie unabhängiger Dynamo sowie zwischen der Magnetzündung und der Batteriezündung erläutert.

Der Preisdruck in der deutschen Automobilindustrie hat in bezug auf das elektrische Zubehör: Lichtanlage, Anlasser und Zündvorrichtung, zu einer in der Öffentlichkeit über Wirtschaftlichkeit und Betrieblichkeit der in Deutschland bisher üblichen und der in Amerika gebräuchlichen Bauarten geführt, die hier mit der Sternkurve und Leistungsziffer verfolgt werden soll. Bei soll die Wirtschaftlichkeit der Anlage, wie erforderlich, nur in ihrer Gesamtheit betrachtet werden, d. h. nur nach den Herstellkosten, sondern auch nach den Betriebskosten.

Die elektrische Ausrüstung der normalen Personenzüge besteht aus der Zündvorrichtung, der Lichtmaschine, Beleuchtungskörpern, dem Anlasser und der Batterie, von der Lichtmaschine aufgeladen wird. Raum- und Lichtbeschränkung zwingen zu höchster Ausnutzung¹⁾, der Betrieb vollzieht sich, bei völlig ungenügender Umdrehung, unter starker Schwankung der Geschwindigkeit, Temperatur usw.

Um die Vor- und Nachteile der einzelnen Ausführungen zu vergleichen, sollen die drei Hauptfragen herausgestellt werden. Für diese gibt es je zwei Lösungen, die in den Zügen der europäischen und der amerikanischen Fahrzeuge zum Ausdruck kommen:

12 V oder 6 V Nennspannung der Anlage,
Spannungs- oder Strom-(Drehbürsten-)Regelung der Lichtmaschine,
Magnet- oder Batteriezündung.

12 V oder 6 V Nennspannung?

Die Spannung mußte bei den kleinen Maschinen der Leistung von Kraftfahrzeugen ohnehin niedrig gewählt werden; bestimmend dafür waren aber die Lampen, die für die notwendige Leistung²⁾ in den kleinen Abmessungen und mit der erforderlichen Widerstandsfähigkeit zu nur für 6 V, später für 12 V herstellen konnte. Die Amerikaner haben die elektrische Beleuchtung schon 1908 eingeführt und mußten dafür 6 V-Lampen verwenden; als man 1913 den Anlasser einführte, hatte sich die 6 V-Beleuchtung schon so fest eingebürgert, daß man Nachteile für das Anlassen in den Kauf nahm, um so, als die übermäßig großen Batterien, die für die Dynamit Stromregelung ohnehin gebraucht wurden, das Anlassen erleichterten. In Europa führte man dagegen die elektrische Ausrüstung mit vom Motor angetriebener Lampen erst ein, als es bereits brauchbare 12 V-Metalllampen gab. Die Wahl der Spannung stand somit und man gab mit Rücksicht auf den Anlasser der 12 V-Anlage den Vorzug.

Bei mittleren Wagen und 6 V-Anlassern treten Ströme zu 500 A und darüber auf. Bei diesen Stromstärken ist der Widerstand und damit der Spannungsabfall in

¹⁾ Stromdichte der Kohle am Anlasser 185 bis 360 A/cm² gegen normaler Dichte in Motoren von 30 A/cm².
²⁾ In Deutschland heute 35 W, in Amerika 16 bis 18 W.

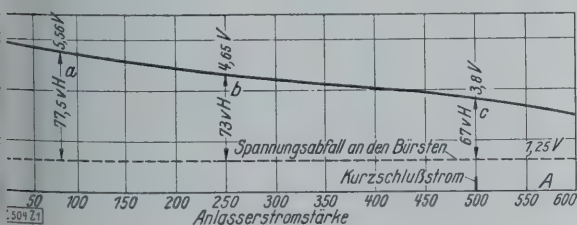


Abb. 1

Verlauf der Klemmenspannung an der Batterie bei Entnahme von Anlasserströmen aus einer 6 V-Batterie von 60 Ah Aufnahmefähigkeit

a, b, c wirksame Spannung in vH der Klemmenspannung

dem Stromkreis Batterie – Anlaßschalter – Anlasser – Fahrzeugstell mit seinen vielen Kontaktstellen eine sehr erhebliche Rolle. Nimmt man an, daß für gleiche Anlasserleistung bei 6 V der doppelte Strom gebraucht wird wie bei 12 V³⁾, so ist bei Annahme gleicher Leitungsquerschnitte der Leistungsverlust viermal so hoch, da er im Quadrat der Stromstärke steigt. Um auf den gleichen Wirkungsgrad der Übertragung zwischen Batterie und Anlasser zu kommen, müßte man die Leitungsquerschnitte viermal so groß machen, wobei jedoch die Übergangswiderstände an den verschiedenen Kontakten, Schaltern usw. noch nicht vermindert wären.

Besonders stark tritt der Spannungsabfall an den Bürsten auf; er ist für 6 V und 12 V nahezu gleich und beträgt je nach Art der Bürsten 1 bis 1,5 V. Unter Vernachlässigung der Leistungsverluste und Annahme eines mittleren Wertes von 1,25 V Spannungsabfall an den Bürsten stehen bei der 6 V-Anlage noch 79,3 vH, bei der 12 V-Anlage 89,5 vH von der Nennspannung der Batterie am Anlasser zur Verfügung. Anlasserleistung und -drehzahl sind bei 12 V dementsprechend günstiger. Da die Klemmenspannung der Batterie während des Anlassens wesentlich unter die Nennspannung sinkt, sind die Verhältnisse in der Praxis für 6 V noch ungünstiger. In Abb. 1 und 2 ist der Verlauf der Batterieklammenspannung bei Entnahme verschieden starker Anlaßströme dargestellt, und in drei Punkten ist das Verhältnis $\frac{\text{wirksame Spannung}}{\text{Klemmenspannung}}$ in vH eingetragen.

Bei a und b ist für 6 V der doppelte Strom wie für 12 V (entsprechend gleicher Leistung der Batterie in W) eingesetzt, bei c dagegen der Kurzschlußstrom, der bei 6 V mehr als doppelt so groß wie bei 12 V ist. Erhöhter Spannungsabfall als Folge schlechter Kontakte verschlechtert den Wirkungsgrad noch weiter. Bei einem zusätzlichen Widerstand von nur 10 vH für den 12 V-Stromkreis verschlechtert sich der Wirkungsgrad der 12 V-Anlage um 4 vH, der der 6 V-Anlage dagegen um 17,5 vH.

Bisher wurde vorausgesetzt, daß Anlasser gleicher Größe und gleichen Gewichtes für 6 V und für 12 V die gleiche Leistung aufweisen. Aus Abb. 3 geht hervor, wie sich die Leistungen von derartigen Anlassern bei 6 und bei 12 V verhalten; um einen einheitlichen Abszissenmaßstab zu erhalten, ist hierbei die Leistung der Batterie in W an Stelle der Stromabgabe in A benutzt worden⁴⁾. Unter gleichen Bedingungen, d. h. bei Anlassern gleichen Gewichtes und Batterien gleicher Aufnahmefähigkeit in Wh, hat der 12 V-Anlasser 1,86 mkg Höchstdrehmoment gegen

³⁾ Eine Annahme, die für die 6 V-Anlage etwas zu günstig ist.

⁴⁾ Es ist also der vierfache Leitungsquerschnitt und $\frac{1}{4}$ des Kontaktwiderstandes angenommen, was wiederum für den 6 V-Anlasser zu günstig ist.

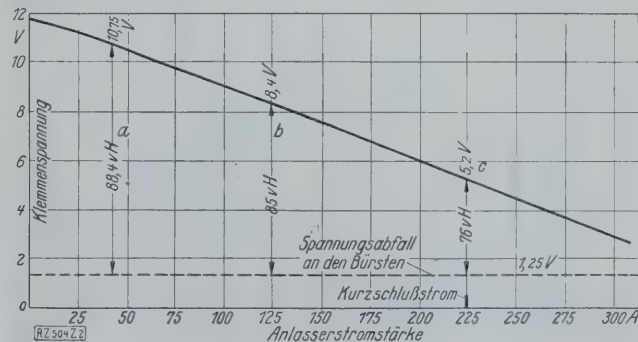


Abb. 2

Verlauf der Klemmenspannung an der Batterie bei Entnahme von Anlasserströmen aus einer 12 V-Batterie von 30 Ah Aufnahmefähigkeit

a, b, c wirksame Spannung in vH der Klemmenspannung

1,56 mkg Höchst Drehmoment des 6 V-Anlassers, entsprechend 16 vH Minderdrehmoment des 6 V-Anlassers, während die höchsten Leistungen 1,12 PS gegen 0,92 PS betragen, entsprechend 18 vH Minderleistung. Die damit gegebene höhere Anwerfdrehzahl und das gesteigerte Höchst Drehmoment bieten dem Konstrukteur größere Freiheit in der Wahl seines Schwungrades oder gestatten ihm bei gegebenem Motor eine Batterie kleinerer Leistungsaufnahmefähigkeit zu verwenden.

Die Bewährung der Anlagen mit 6 V in Amerika erklärt sich durch die Verwendung sehr großer Batterien, die mit Rücksicht auf die Dreibürsten-Dynamo notwendig sind. Diese Batterien sind größer als die in Europa zu Anlaßzwecken benutzten. Zahlentafel 1 zeigt die Aufnahmefähigkeit der 6 V-Batterien bei verschiedenen amerikanischen Personenwagen⁶⁾.

Zahlentafel 1

Anzahl der Wagen-Bauarten	Aufnahmefähigkeit der 6 V-Batterie	
	Ah	Wh
0	weniger als 80	weniger als 480
8	80 bis 85	480 bis 510
18	90 „ 96	540 „ 576
18	100 „ 106	600 „ 636
21	110 „ 120	660 „ 720
10	130 „ 135	780 „ 810
4	142	852
8	150 bis 170	900 bis 1020

In Europa werden trotz höheren Verdichtungsdrücken und strammer Lagerung der Motoren für gleiche Hubräume bei 12 V meist Batterien für 40 Ah, ausnahmsweise 60 Ah, entsprechend 480 oder 720 Wh, benutzt. Wie stark die Anlasserleistung durch Verwendung größerer Batterien gesteigert wird, zeigt Abb. 4, wo die Schaulinien für den gleichen Anlasser mit 30, 40 und 60 Ah-Batterien dargestellt sind.

Zugunsten der Anlage mit 6 V wird der wesentlich geringere Preis der 6 V-Batterie gegenüber der 12 V-Batterie ins Feld geführt. Der Preis- und Gewichtunterschied ist allerdings groß, wenn man gleiche Aufnahmefähigkeit in Ah betrachtet; er wird aber unbedeutend, wenn man die Aufnahmefähigkeit in Wh, die allein von Bedeutung ist, betrachtet. Zahlentafel 2 gibt die Gewichte und die Listenpreise einer Reihe von Fahrzeugbatterien⁶⁾ an, und zwar nach ihrer Leistung in Wh geordnet.

Die doppelte Zellenzahl bei 12 V bedingt eine größere Anzahl von Zellengefäßen, Verbindungen usw., so daß Preis und Gewicht der 12 V-Batterie höher sind als die der 6 V-Batterie. Zieht man jedoch die außerordentlich hohen Ra-

⁵⁾ „Automotive Industries“ Bd. 56 (1927) S. 245.

⁶⁾ Varta-Akkumulatoren, Listenpreise ohne Rabatte, Gewichte mit Säure.

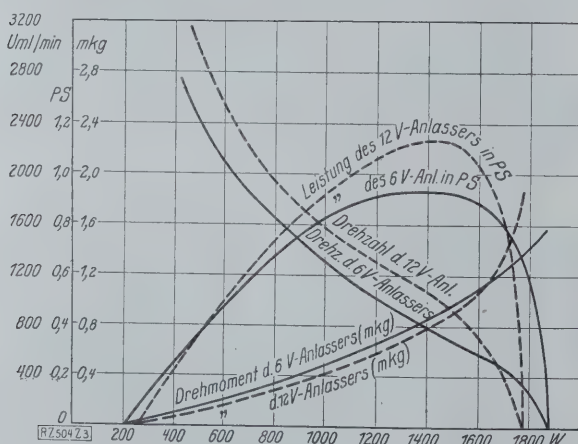


Abb. 3

Vergleich zwischen 6 und 12 V-Anlasser gleichen Gewichtes, aufgenommen bei gleicher Aufnahmefähigkeit der Batterie in Wh. Der 12 V-Anlasser mit 40 Ah bei 12 V ergibt 480 Wh; der 6 V-Anlasser mit 80 Ah bei 6 V ergibt 480 Wh; Dmr. 112 mm, wirksame Gehäuselänge 115 mm.

Zahlentafel 2

Leistungs- Aufnahme- fähigkeit ⁷⁾ Wh	Aufnahme- fähigkeit Ah bei		bei 6 V ⁸⁾		bei 12 V ⁹⁾
	6 V	12 V	Gewicht kg	Preis M	Gewicht kg
240	40	20	15,4	78,—	17,6
360	60	30	20,6	98,—	25,1
480	80	40	18,5	88,—	29,8
588	—	49	—	—	26,6
690	115	—	22,6	131,— ¹⁰⁾	—
720	—	60	—	—	40,2
840	140	—	25,2	144,— ¹⁰⁾	—

battsätze in diesem Geschäftszweig in Betracht, so sieht sich, daß der Unterschied bei dem Gesamtpreis der elektrischen Ausrüstung sehr gering ist.

Als weiterer Vorteil der 6 V-Anlagen wird die Lässigkeit einer schwächeren Isolation angeführt. jedoch bei diesen Spannungen ausschließlich durch technische Rücksichten bestimmt wird, ist es gleichgültig, ob 12 V verwendet werden. Auf Grund der VDE-Normen ergibt sich für die 6 V-Maschine eine Prüfspannung von 512 V, für die 12 V-Maschine 524 V¹¹⁾.

Der Vorteil der Spannung von 6 V für die Lampe bereits erwähnt; sie gestattet auch die Verwendung von Lampen, als sie zur Zeit für 12 V hergestellt. Weiterhin lassen sich die Zündspulen der Batterie bei 6 V für eine etwas niedrigere Leistungsaufnahme bei 12 V herstellen. Dafür erreicht man aber mit der Spule höhere Motordrehzahlen.

Die 6 V-Anlage bietet somit den Vorteil einer leichteren und billigeren Batterie und widerstandsfähiger Lampen, die 12 V-Anlage dagegen den Vorteil einer größeren Anlasserleistung bei gleicher Anlassergröße. können für 12 V kleinere Leitungsquerschnitte verwendet werden, und die Anlage ist gegen schlechte Kontaktverbindungen weniger empfindlich. Für große Motoren oder dort, wo mit schwerem Anlassen zu rechnen ist, bei großer Kälte, wird die 12 V-Anlage den Vorzügen dienen.

Spannungs- oder Strom-(Dreibürsten-)Regelung Lichtmaschine?

Die Lichtmaschine eines Kraftwagens arbeitet unter starken Schwankungen der Belastung und der Drehzahl, so daß besondere Regelungsvorrichtungen notwendig sind, um die Eigenart der elektrischen Maschinen den Betriebsbedingungen anzupassen.

Abb. 5 zeigt ein vereinfachtes Schaltbild der elektrischen Ausrüstung eines Kraftfahrzeuges unter Fortlassung des Anlassers und der Zündvorrichtung. Die Anlage

⁷⁾ Bezogen auf Nennspannung und Entladung in 10 h.

⁸⁾ In leichter Ausführung mit Blechkasten.

⁹⁾ In schwerer Ausführung mit Holzkasten.

¹⁰⁾ Billige Ausführung ohne Anschlußklemme.

¹¹⁾ Die Standards of the Soc. Automotive Engs., Handb. S. B 31, 41–43a, geben nur Vorschriften über mechanische Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Öl und verlangen für die Anlage eine Prüfspannung von 500 V.

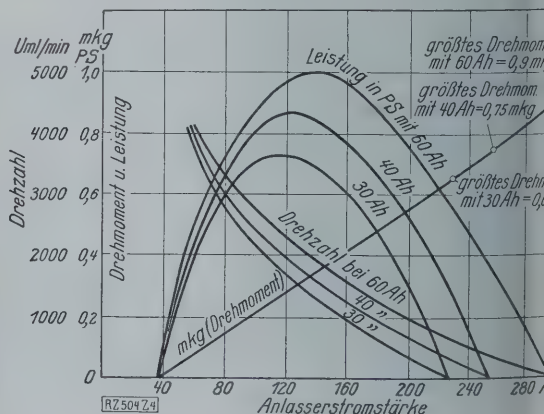
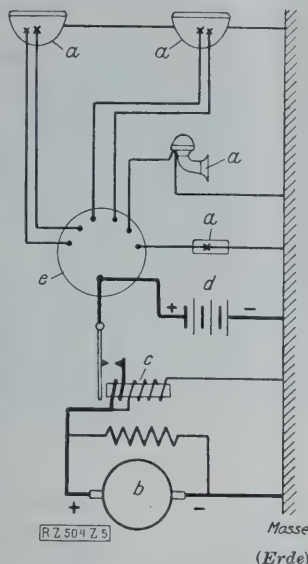


Abb. 4

Kennzeichnende Schaulinien für den gleichen 12 V-Anlasser bei Speisung aus einer 30-, 40- und 60 Ah-Batterie. Beachten ist die wesentliche Steigerung der Leistung bei Verwendung einer größeren Batterie.)

Abb. 5
vereinfachtes Schalt-
bild einer elektrischen
Anlage für Kraft-
fahrzeuge (Anlasser
und Zündvorrichtung
fortgelassen)
Stromverbraucher
Dynamo
selbsttätiger Schalter
Batterie
Schaltkasten



den Stromverbraucher
einst Lampen und Hupe,
Dynamo *b* mit zuge-
geben selbsttätigem Schal-
ter *c*, der Batterie *d* in
Reihenschaltung zur Dy-
mo, und aus einem Schalt-
kasten *e*, mit dem man die
Stromverbraucher nach Be-
ein- und ausschaltet.
positiven Klemmen der
Batterie und der Dynamo
sind durch isolierte Drähte verbunden, zur Rückleitung
benutzen die Maschinenteile und der Rahmen des Fahr-
zeugs, die Masse (Erde). Der Schalter *c* schaltet die
Dynamo, sobald ihre Spannung bei zunehmender Drehzahl
Netzspannung erreicht hat, auf die Batterie oder das
Netz und löst diese Verbindung, sobald bei sinkender Dreh-
zahl die Dynamospannung unter die Nennspannung ge-
fallen ist, damit die Entladung der Batterie über die
Dynamo verhindert wird.

Die Stromverbraucher, Lampen usw., bedürfen einer
stets gleichbleibenden Spannung. Die Batterie dage-
gen während der Zeit, in der sie selber keinen Strom
abgibt, ebenfalls als Stromverbraucher an-
zuschließen, bedarf einer in gewissen Grenzen veränder-
lichen Spannung; ihre Lade- und Betriebsbedingungen be-
stimmen das Regelverfahren.

In Personenkraftwagen werden fast ausschließlich
Schwefelsäure-Akkumulatoren verwendet. Diese Bat-
terien haben geladen eine Spannung von 2,0 bis 2,2 V/Zelle,
entladenen Zustand eine Spannung von 1,8 V/Zelle. Zur
Ladung bedürfen sie einer Spannung, die von 2,3 V/Zelle
entladener Batterie auf 2,6 bis 2,7 V/Zelle bei geladener
Batterie ansteigt. Dem elektrischen Ladevorgang entspricht
chemische Umänderung, wobei das Bleisulfat der ent-
ladenen Batterie wieder in Bleisuperoxyd und Bleischwamm
umwandelt wird. Diese Umänderung schreitet von der
Oberfläche der Platte nach innen vor. Da sich der Vor-
gang im Innern infolge der vorgelagerten bereits umge-
ladenen Masse und der dadurch bedingten Erschwerung
Säureausgleichs nur langsamer vollziehen kann als an
Oberfläche und da ferner die umwandelbare Menge von
Sulfat mit zunehmender Ladung abnimmt, soll der
Strom mit zunehmender Ladung abnehmen. Ist der
Strom höher als der chemischen Umwandlung ent-
spricht, so wird der Stromüberschuß dazu benutzt, das
Wasser des Elektrolyten zu zersetzen. Dieser als „Gasen“
bezeichnete Vorgang lockert die wirksame Masse der Platten,
daß sie aus den Gittern ausgeschwemmt wird und sich
Schlamm am Boden des Batteriegefäßes ablagert. Das
Sulfat hat bei längerem Stehen der Batterie die Neigung,

sich zu größeren Kristallen umzulagern, die der chemischen
Umwandlung bei der Ladung erheblichen Widerstand ent-
gegenzusetzen; die Aufladung geht um so leichter vor sich,
je feiner verteilt das Bleisulfat ist. Die Batterie soll daher
dauernd im vollgeladenen Zustand erhalten werden; um bei
stark entladener Batterie die Vollaftung möglichst rasch
wieder zu erreichen, ist ein möglichst kräftiger Ladestrom
anzustreben. Die Bedingungen, die für eine lange Lebens-
dauer der Batterie und für größte Betriebssicherheit zweck-
mäßig sind, lassen sich dahin zusammenfassen:

1. starker Ladestrom, wenn die Batterie tief entladen ist,
2. allmähliches Sinken des Ladestromes, wenn die Bat-
terie sich ihrem vollen Ladezustand nähert,
3. Durchladen der Batterie mit erhöhter Spannung, um
sicher vollständige chemische Umwandlung zu er-
zielen.

Diesen Ladebedingungen soll die Dynamo angepaßt
sein.

Die Dynamos sind allgemein als Nebenschlußmaschinen
ausgeführt, deren Spannung ohne Regelung mit der Dreh-
zahl steigt oder fällt. Mit Rücksicht auf die Lampen darf
jedoch die Höchstspannung die Nennspannung höchstens um
25 vH überschreiten, während die Drehzahlen der Maschine
zwischen etwa 700 Uml./min (Drehzahl, bei der die Dynamo
durch den selbsttätigen Schalter an das Netz gelegt wird)
und 5000 bis 6000 Uml./min schwanken; d. h. einem Span-
nungsverhältnis von 1:1,25 entspricht ein Drehzahlver-
hältnis von 1:7 bis zu 1:8,5. Die Regelung muß also für
sehr weit auseinandergehende Bedingungen ausreichen;
über die zweckmäßigste Art der Regelung streitet man zur
Zeit noch.

An sich würde die parallel geschaltete Batterie die
Regelung übernehmen können; denn sie drückt ihre Klem-
menspannung der Gesamtanlage auf und ändert sie bei ver-
schieden starken Ladeströmen nicht übermäßig. Diese Reg-
lungsart hätte jedoch Zerstörung von Maschinen und
Batterien zur Folge¹²⁾. Die Möglichkeit, die Batterie zur
Spannungsregelung heranzuziehen, besteht jedoch, wenn
durch geeignete Vorkehrungen der Ladestrom auf irgend-
einen bestimmten ungefährlichen Höchstwert begrenzt wird.
Das ergibt die Regelung auf
annähernd gleichbleibenden
Strom, kurz Stromreg-
lung genannt, für die haupt-
sächlich die Dreibürsten-
maschine dient.

Aus der Tatsache, daß die
Batterie hierbei eigentlicher
Träger der Spannung ist und
daß die Regelvorrichtung an
der Dynamo lediglich dazu
dient, den Ladestrom zu be-
grenzen, geht hervor, daß die-
ses Verfahren immer einer im
brauchbaren Zustand befind-
lichen Batterie bedarf, um die

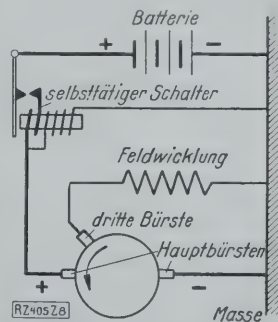


Abb. 8
Schaltung einer Licht-
maschine mit Strom-
regelung durch Hilfs-
(„dritte“) Bürste

¹²⁾ Die Spannungsunterschiede
sind außerdem größer als die Metall-
fadenlampen zulassen.

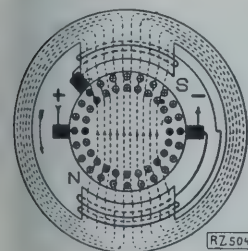


Abb. 6
Verlauf des Feldes
einer Dreibürsten-
maschine bei Leer-
lauf

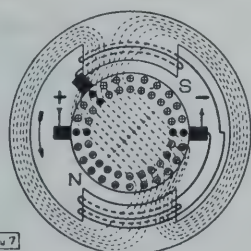


Abb. 7
Verlauf des Feldes
einer Dreibürsten-
maschine bei Be-
lastung

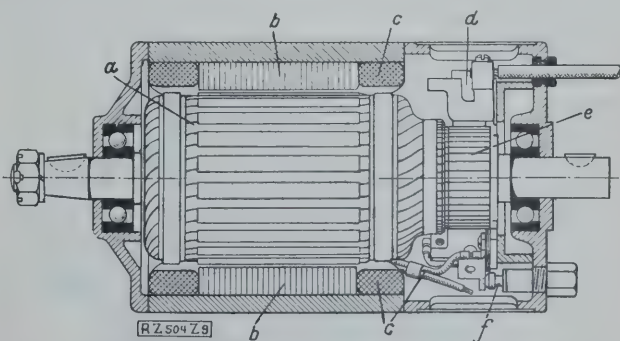


Abb. 9
Lichtmaschine mit Stromregelung durch dritte Bürste
a Anker *b* Polschuh *c* Erregerwicklung *d* Kohlenbürste
e Kollektor *f* Sicherung

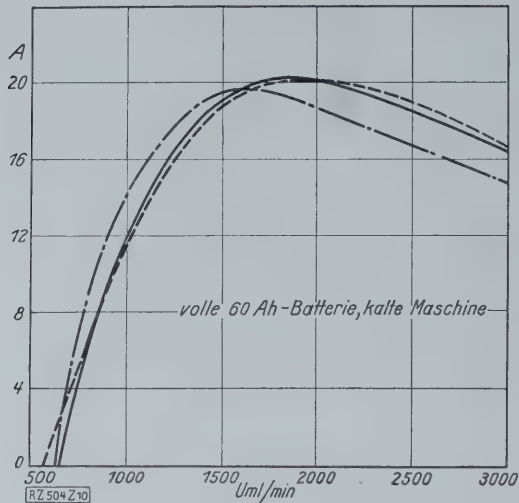


Abb. 10
Regelkurven verschiedener Dreibürstenmaschinen
(Ladestrom in Abhängigkeit von der Drehzahl)

Spannung gleichbleibend halten zu können, und daß ohne brauchbare Batterie die Spannung mit der Drehzahl steigen oder fallen würde.

Im Gegensatz zur Stromreglung steht die Spannungsreglung, bei der ohne Rücksicht auf den abgegebenen Strom die Spannung der Maschine durch Vorrichtungen, die völlig unabhängig von der Batterie unmittelbar auf die Felderregung wirken, gleichbleibend gehalten wird. Der Zustand der Batterie selbst, sogar deren völliges Fehlen, bleibt also ohne Einfluß auf die Spannung¹³⁾.

Bei der Dreibürstenmaschine geschieht die Reglung in folgender Weise: Das Erregerfeld, das bei Leerlauf der Maschine gradlinig von Pol zu Pol verläuft, Abb. 6, verschiebt sich bei Belastung der Maschine in der Drehrichtung des Ankers, wie in Abb. 7 angedeutet, und zwar um so mehr, je höher die Drehzahl oder der aus der Maschine entnommene Strom ist. Man schließt nun das Netz an die beiden Hauptbürsten der Maschine an, die Nebenschlußerregewicklung jedoch an eine Hauptbürste und eine Hilfsbürste, die sog. dritte Bürste, die in der Drehrichtung des Ankers gesehen vor dieser Hauptbürste liegt, Abb. 8 und 9.

Zwischen den Hauptbürsten herrscht dann die volle, dem gesamten Erregerfluß entsprechende Spannung; die Erregerwicklung erhält dagegen nur die Teilspannung, die zwischen Haupt- und Hilfsbürste auftritt, und die mit wachsender Drehzahl oder Stromentnahme sinkt. Mit der sinkenden Feldspannung vermindert sich aber auch der Erregerstrom, und zwar ist diese Verminderung so stark, daß bei hohen Drehzahlen der Lichtmaschine der Strom nicht nur nicht zunimmt, sondern sogar unter seinen Wert bei niedrigen Drehzahlen sinkt. Das kennzeichnende Verhalten verschiedener Dreibürstenmaschinen ist aus dem Schaubild, Abb. 10, zu ersehen. Durch entsprechende Gestaltung der Wicklungen usw. kann dieses Verhalten in gewissen Grenzen verändert werden, aber die grund-

¹³⁾ Die benutzten Regler sind allgemein Zitterregler nach dem Tirill-Verfahren.

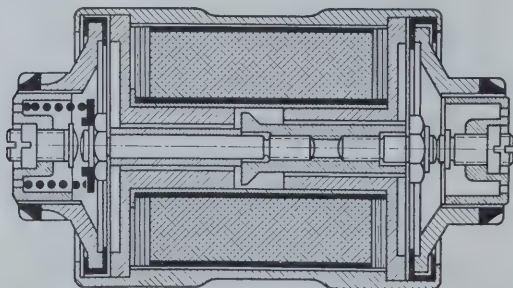


Abb. 12
Schnitt durch einen Tirill-Spannungsregler

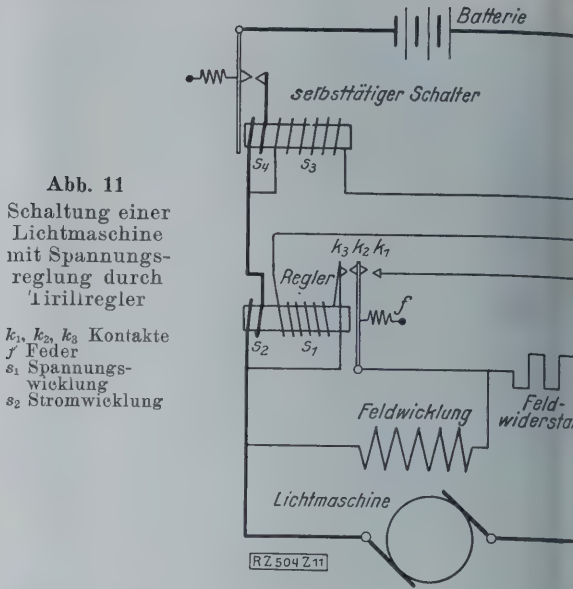


Abb. 11
Schaltung einer
Lichtmaschine
mit Spannungs-
reglung durch
Tirillregler

 k_1, k_2, k_3 Kontakte
 f Feder
 s_1 Spannungs-
wicklung
 s_2 Stromwicklung

legende Eigenschaft, daß der Strom bei steigender Drehzahl sinkt, haben alle Dreibürstenmaschinen, die zu dem Markt sind.

Bei Maschinen mit Spannungsreglung wird ein Tirill-Regler, grundsätzlich gleich dem bei Großmaschine, nutzt. Dieser Regler steht in Abhängigkeit von der Maschinenspannung und schaltet je nach Bedarf einen Widerstand vor die Erregerwicklung oder schließt sie kurz. Das Schaltbild einer derartigen Maschine ist in Abb. 11 zu ersehen. Die Reglung spielt sich dabei folgend ab: Bei niedrigen Drehzahlen ist der Kontakt k_1-k_2 durch die Feder f geschlossen, und die Feldwicklung erhält die volle Bürstenspannung der Maschine. Steigt die Drehzahl, so daß sich die Spannung erhöht, dann wird durch die Wicklung s_1 eines Elektromagneten der Anker betätigt, der den Kontakt k_1-k_2 öffnet und den Erregerstrom zwingt, seinen Weg über die Feldwicklung und den Widerstand zu nehmen. Es tritt also eine Schwächung des Feldstromes und damit eine Schwächung der Maschinenspannung ein. Steigt die Drehzahl weiter an, so bewirkt die Wicklung s_1 weiteres Anziehen des Ankers, d. h. Schließung des Kontaktes k_2-k_3 , wodurch die Erregerwicklung kurz geschlossen wird und die Spannung wiederum sinkt. Dieses ganze Reglerspiel geht bei großer Geschwindigkeit vor sich, so daß bei niedrigen Drehzahlenbereich der Kontakt k_1-k_2 fortwährend öffnet und geschlossen, bei höheren Drehzahlen der Kontakt k_2-k_3 geschlossen und geöffnet wird. Abb. 12 zeigt einen Schnitt durch einen Tirill-Regler, Abb. 13 zeigt Lichtmaschinen mit Spannungsregler.

Der beschriebene Regler würde auf völlig gleichbleibende Spannung regeln. Bei Fahrt mit leerer Batterie und voller Beleuchtung bestünde dabei die Gefahr, daß die Lichtmaschine überlastet würde. Um dies zu vermeiden, erhält der Spannungsregler eine Zuleitung vom Maschinenstrom durchflossene Spule s_2 , die

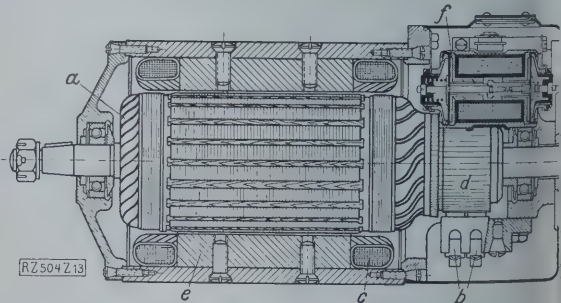


Abb. 13
Schnitt durch eine Lichtmaschine mit Spannungsregler
 a Anker b Bürsten c Erregerwicklung d Kollektor
 e Polschuh f Regler

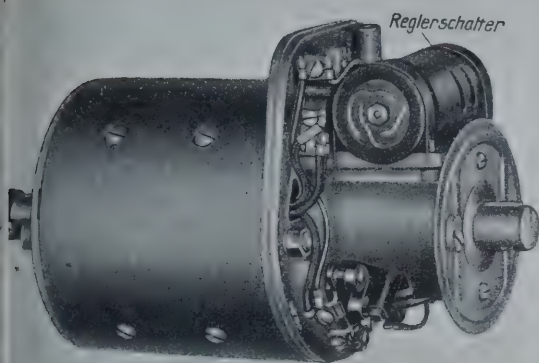


Abb. 14
Lichtmaschine mit Reglerschalter

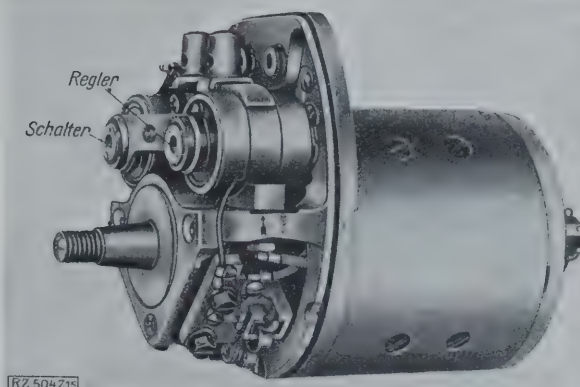


Abb. 15
Lichtmaschine mit getrenntem Regler und Schalter

nungsspule entgegenwirkt und eine Regelung auf
igere Maschinenspannung und somit eine Minderung
Ladestromes herbeiführt. Diese Art der Regelung
als nachgiebige Spannungsregelung bezeichnet.
Abb. 16 ist das Verhalten einer Maschine mit Span-
nungsregelung ersichtlich; die Wirkung der nachgiebigen
ng ist in Abb. 17 dargestellt. Der Spannungsver-
st für den ganzen Drehzahlbereich annähernd gleich.
Die abweichenden Eigenschaften der beiden Reg-
arten gehen aus Abb. 18 und 19 sowie 20 und 21 her-
diese Abbildungen beziehen sich auf 6 V. In den
19 und 21 ist die Belastung durch den Lampenstrom
) eingezeichnet. Zur Betrachtung gelangen folgende
abzustände:

- Fahrt ohne Beleuchtung mit voller Batterie, Abb. 18,
- „ mit voller Beleuchtung und voller Batterie, Abb. 19,
- „ ohne Beleuchtung mit leerer Batterie, Abb. 20,
- „ mit voller Beleuchtung und leerer Batterie, Abb. 21.

Die zwischen diesen Endzuständen auftretenden Lade-
nde der Batterie sind ohne Einfluß auf die grund-
runden Überlegungen.

Bei Fahrt mit voller Batterie, ohne Lampenbelastung,
18, liefert die Maschine mit Spannungsregelung nur so
Strom (Kurve I) in die Batterie, daß er gerade ge-
die Batterie „lebendig“ zu halten. Die Maschine
Stromregelung dagegen liefert Strom nach der Kurve II
Batterie. Die ganze schraffierte Fläche $cdef$ zwi-
den Kurven I und II bedeutet überschüssige Strom-
ung, die sich lediglich durch Zersetzung des Wassers
r Füllsäure äußert. Der zerstörende Einfluß einer
tig dauernden Überladung auf die Platten ist am
lichsten aus Abb. 22 und 23 zu ersehen.

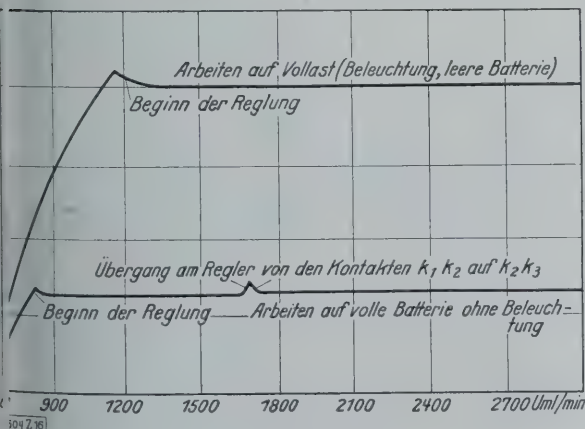


Abb. 16

Stromstärken einer spannungsregelnden Licht-
maschine bei veränderlicher Drehzahl unter der
im Kraftfahrzeug normal vorkommenden größ-
ten und geringsten Belastung

Bei Fahrt mit leerer Batterie, ohne Lampen, vollzieht
sich die Ladung für die Maschine mit Spannungsregelung
nach Kurve I, Abb. 20. Bei leerer Batterie geht also die
Aufladung durch die Maschine mit Spannungsregelung viel
schneller vor sich als durch die Maschine mit Stromreg-
lung; denn letztere ist in ihrer Leistungsabgabe durch das
Regelverfahren begrenzt. Maßstab für die Mehrleistung
der Spannungsregelung ist die Fläche $cdef$ zwischen den
Kurven I und II. Der Vergleich mit den ähnlichen Kur-
ven aus Abb. 18 und 20 zeigt, daß die Leistung der Ma-
schine mit Stromregelung beim Arbeiten auf die leere Bat-
terie wesentlich kleiner ist als beim Arbeiten auf die volle
Batterie, während das Gegenteil erwünscht wäre. In
Abb. 24 ist die Ladungszunahme einer leeren Batterie in
Abhängigkeit von der Zeit für die Maschinen mit Strom-
und mit Spannungsregelung unter gleichen Bedingungen
in vH dargestellt. Die Ladungszunahme bei Spannungs-
regelung ist bedeutend größer als bei Stromregelung¹⁴⁾. Noch
deutlicher zeigt Abb. 25 die Mehrleistung der Maschine mit
Spannungsregelung.

Für die Fahrt mit voller Batterie und eingeschalteter
Beleuchtung zeigt Abb. 19, daß die Maschine mit Span-
nungsregelung auch in die volle Batterie noch etwas Strom
liefert. Ein Maßstab für diesen Strom ist die Fläche $gdeh$
zwischen der Kurve I und der Geraden für den Lampen-
strom. Bei der Maschine mit Stromregelung ist in diesem
Fall kein schädlicher Stromüberschuß vorhanden, so daß
die Batterie geschont wird¹⁵⁾.

Bei Fahrt mit eingeschalteter Beleuchtung und leerer
Batterie ist die Leistung der Maschine mit Stromregelung
wesentlich schlechter, Abb. 21. Während die Maschine
mit Spannungsregelung nach Kurve I noch ein Lade-
überschuß (Fläche $gdeh$ in Abb. 21) aufweist und der
Batterie noch Ladestrom zuführt, zeigt die Maschine mit
Stromregelung (Kurve II der gleichen Abbildung) nur
noch für einen beschränkten Drehzahlbereich einen sehr
geringen Stromüberschuß (Fläche lmn). Bei hohen Dreh-

¹⁴⁾ 50 vH Ladung nach 2½ h statt nach 4 h, 100 vH Ladung nach
6,5 h statt nach 7,7 h.

¹⁵⁾ Daraus erklärt sich das in Amerika vielfach übliche Fahren
mit Scheinwerfern bei Tage, weil hierbei die Batterie geschont wird.

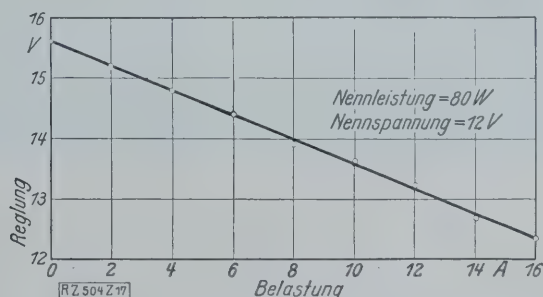
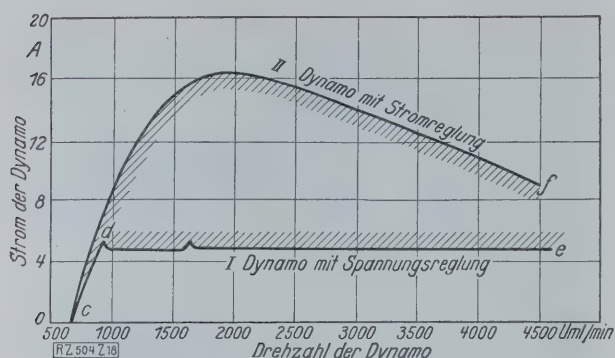
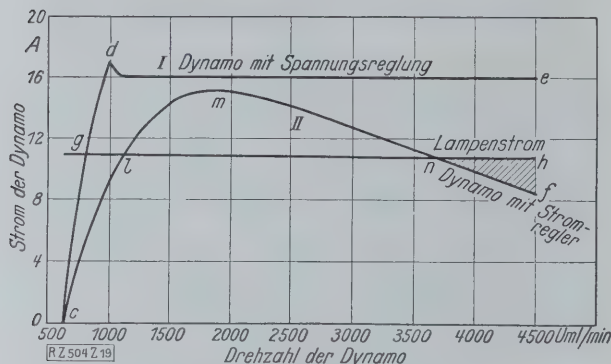


Abb. 17

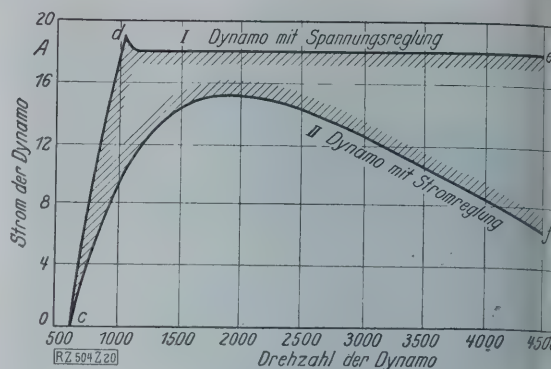
Wirkung der Stromspule bei Regelung auf
nachgiebige Spannung. (Die Wirkung äußert
sich in dem Sinken der Spannung bei wachsen-
der Stromstärke.)



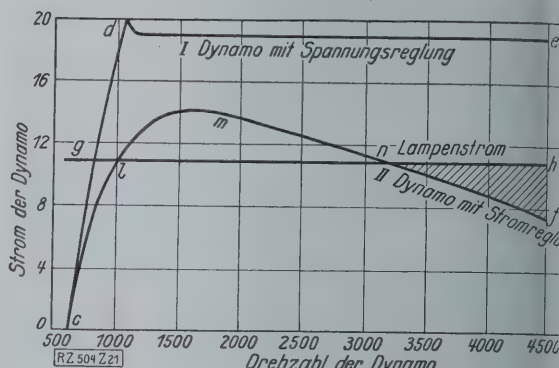
Fahrt ohne Lampen mit voller Batterie
Fläche $c d e f$ = schädlicher Stromüberschuß der Dynamo mit Stromreglung



Fahrt mit Lampen und voller Batterie
Fläche $n h f$ = Entladung der Batterie bei hoher Drehzahl infolge ungenügender Leistung der Dynamo mit Stromreglung
Fläche $g d e h$ = Ladestrom der Dynamo mit Spannungsreglung
" $l m n$ = " " " " Stromreglung



Fahrt ohne Lampen mit leerer Batterie
Fläche $c d e f$ = Mehrleistung der Dynamo mit Spannungsreglung



Fahrt mit Lampen und leerer Batterie
Fläche $n h f$ = Entladung der Batterie bei hoher Drehzahl infolge ungenügender Leistung der Dynamo mit Stromreglung
Fläche $g d e h$ = Ladestrom der Dynamo mit Spannungsreglung
" $l m n$ = " " " " Stromreglung

Abb. 18 bis 21.

Kennzeichnende Eigenschaften der Strom- und der Spannungsreglung

zahlen ist überhaupt kein Stromüberschuß mehr vorhanden, sondern die schon tief entladene Batterie muß noch Strom an die Verbraucher abgeben (Fläche $n h f$). Bei teilweise entladener Batterie, z. B. nach langem Stehen mit brennenden Lampen, besteht nicht mehr die Möglichkeit, die Geschwindigkeit des Wagens bei der Nacht voll auszunutzen; denn die Spannung der entladenen Batterie ist für ausreichende Beleuchtung zu gering. Bei der

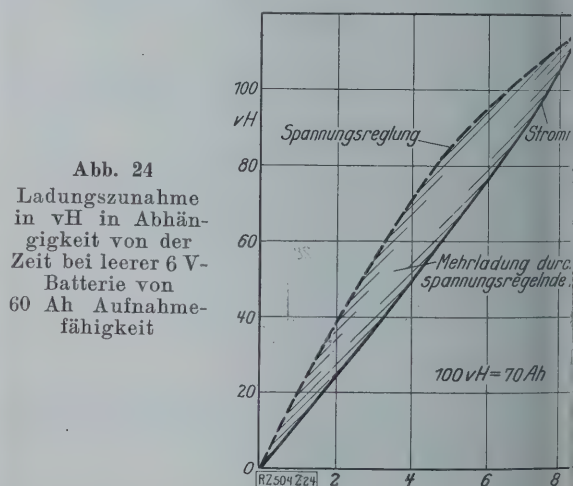


Positive Platten aus Kraftfahrzeugbatterien
Abb. 22

Platte aus einer Batterie mit spannungsregelnder Lichtmaschine nach 25 000 km Fahrt



Platte aus einer Batterie mit stromregelnder Lichtmaschine nach 9000 km Fahrt. Beide Batterien mit regelmäßiger und sorgfältiger Wartung; bei der Platte, Abb. 23, etwa 10mal so viel Wasser nachgefüllt wie bei der Platte, Abb. 22.



Ladungszunahme in vH in Abhängigkeit von der Zeit bei leerer 6 V-Batterie von 60 Ah Aufnahmefähigkeit

Maschine mit Spannungsreglung sinkt die Spannung im äußersten Falle nicht unter die Nennspannung, die Lampen mit voller Lichtstärke leuchten.

Eine weitere ungünstige Eigenschaft der Maschine mit Stromreglung ist die Empfindlichkeit gegen Erhöhen des Widerstandes im Ladestromkreis, z. B. durch schlechte Kontakte. In Abb. 26 sind die Stromkurven einer Bürstenmaschine mit einer 60 Ah-Batterie für den Ladestromkreis und für zusätzliche Widerstände 0,1 Ohm und 0,2 Ohm zwischen Maschine und Batterie dargestellt. Es zeigt sich, daß Strom und Spannung stark anwachsen und daß die Spannung Werte erreicht, die für die Lampen außerordentlich nachteilig sind. Erhöhte Strom birgt in sich die Gefahr einer unzulässigen Überlastung der Maschine und einer besonders schnellen Zerstörung der Batterie.

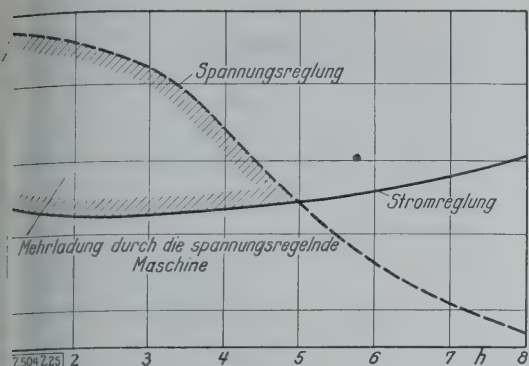


Abb. 25

Stündliche Aufnahme an Elektrizitätsmenge in Ah bei der Ladung einer 6 V-Batterie von 60 Ah Aufnahmefähigkeit

orkkehrungen, die die Nachteile der Stromreglung n, z. B. ein Thermostat, der einen Widerstand vor egung schaltet, dienen in der Hauptsache dem Schutz schinen und bieten keine Hilfe gegen die Unzuläng- der Maschinen für die Aufladung der Batterie.

ie Dynamo mit Spannungsreglung bietet somit ganz endende Vorteile, die darin bestehen, daß die Batterie glich geringerer Wartung bedarf, eine längere Le- uer hat und daß selbst bei beschädigter oder ganz der Batterie der Wagen noch voll betriebsfähig ei. Bei der Dreibürstenmaschine ist ein Betrieb e Batterie völlig unmöglich und die Betriebsfähigkeit agens ist somit ganz von der Batterie abhängig. e Vorzüge der Maschine mit Spannungsreglung werden von anderer Seite anerkannt¹⁷⁾.

gunsten der Maschinen mit Stromreglung wird oft ehrt, daß sie billiger sind als Maschinen mit teuren spangsreglern; deshalb müßten ihre Nachteile in Kauf men werden.

en Bedeutung ist aber nicht der Preis der einzelnen der elektrischen Ausrüstung, sondern der Gesamt- der allein für die Beurteilung der einen oder der Bauart maßgebend sein kann. Die Größe und listen der Wagenbatterie sollten allein durch die An- gungen bestimmt werden. Bei Stromreglung be- man aber einer größeren Batterie als sie zum en des Wagens erforderlich wäre. So schreibt eine deutsche Fabrik, die sich besonders für die egelung einsetzt, eine Batterie von mindestens 1, vor, ohne Rücksicht auf die Größe des Wagens; die en amerikanischer Wagen sind vielfach noch grö-

Für das Anlassen en aber Batterien 30 bis 80 Ah, oft enoch weniger. Diese a Batterien kann vwohl bei Spannungs- g verwenden, wäh- ds sie bei Maschinen Stromreglung früh- zerstört werden. Die en Batterien sind ur durch die Strom- g bedingt; ihre osten fallen der io zur Last. Unter

Meist ist noch genug ag vorhanden, um die g zu betätigen, wenn mit ad angeworfen wird; bei steigerung liefert die o den notwendigen Zünd- Fehlt die Batterie ganz- sich der Wagen auch an-

Vergl. z. B. A. Touvy: age des dynamos d'auto- ; "Omnia" 1927 S. 217 u. 579; Mobile Electricity" Bd. 2 33; "L'auto Italiana" Bd. 7 5; "Journ. Soc. Aut. Eng." (1925) S. 573.

Benutzung der Listenpreise bekannter Firmen¹⁸⁾ gelangt zu folgendem Kostenvergleich:

Batterie 60 Ah, 6 V 98 M
 Lichtmaschine mit
 Spannungsreg-
 lung, 75 W
 Nennleistung
 (130 W Höchst-
 leistung) 110 M
 Gesamtpreis 208 M

Batterie 115 Ah, 6 V 131 M
 Lichtmaschine mit
 Stromreglung,
 17 A Höchst-
 strom 77 M
 Gesamtpreis 208 M

Dabei hat die Maschine mit Spannungsreglung eine Höchstleistung von 130 W bei allen Ladezuständen, während die Maschine mit Stromreglung eine Höchstleistung bei voller Batterie von 100 W, bei leerer Batterie aber nur von 85 W hat. Die Anlage mit Stromreglung ist also in ihren Gesamtkosten nicht billiger als die mit Spannungsreglung. Erstreckt man den Vergleich auf Kleinwagen, bei denen die Leistung des Anlassers geringer sein kann, so genügt eine 40 Ah-Batterie an Stelle einer 115 Ah-Batterie, und es ergibt sich folgender Preisvergleich:

Batterie 40 Ah, 6 V 78 M
 Lichtmaschine mit
 Spannungsreg-
 lung, 75 W
 Nennleistung . 110 M
 Gesamtpreis 188 M

Batterie 115 Ah, 6 V 131 M
 Lichtmaschine mit
 Stromreglung,
 100 W
 Höchstleistung . 77 M
 Gesamtpreis 208 M

Bei Kleinwagen ergibt sich also sogar ein Minderpreis der Anlage mit Spannungsreglung.

Bei einem genauen Vergleich zeigt sich, daß die Anlage mit Stromreglung im Preis nicht so vorteilhaft ist, wie immer behauptet wird; ihre Nachteile kommen in der Erhöhung der Unterhaltungskosten des Wagens zum Ausdruck. In den Vereinigten Staaten von Amerika sieht man vor allem auf niedrige Anschaffungspreise. Nach kurzer Zeit (nach zwei, höchstens drei Jahren) werden die Wagen vom Erstkäufer weiterverkauft; die Unterhaltungskosten spielen nicht die ausschlaggebende Rolle wie bei uns. In Deutschland ist die Benutzungsdauer des Wagens wesentlich länger als in Amerika. Der deutsche Käufer bedarf infolge seiner geringen Kapitalkraft längere Zeit zur Abschreibung der immerhin beträchtlichen Kosten eines Kraftwagens und muß verlangen, daß der Wagen für diese Zeit, wenn er sachgemäß gepflegt wird, ohne hohe Unterhaltungskosten betriebsfähig bleibt. Die Unterhaltungskosten der elektrischen Anlage entstehen aber zum allergrößten Teil durch Ersatz der Batterie, und es ist deshalb falsch, eine Anlage zu verwenden, die in der Anschaffung nicht billiger ist und sogar erhöhte Unterhaltungskosten verursacht.

(Schluß folgt.) [B 504]

¹⁸⁾ Für die Dynamo: Robert Bosch, A.-G., Stuttgart; für die Batterie: Varta, Abteilung der Accumulatorenfabrik A.-G., Berlin.

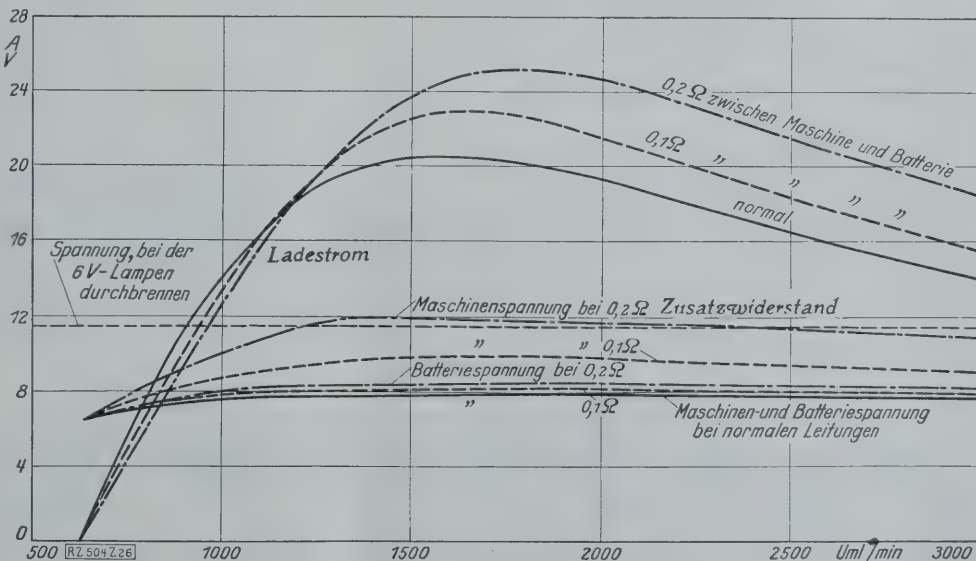


Abb. 26

Ladestrom und Spannung in Abhängigkeit von der Drehzahl bei verschiedenen Widerständen in den Leitungen. Dynamo: 6 V, 900 Uml./min, 75 W; Batterie: 60 Ah, 6 V.

Die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive

Von O. Günther, Oberingenieur der Maschinenfabrik Eßlingen, Eßlingen a. N.

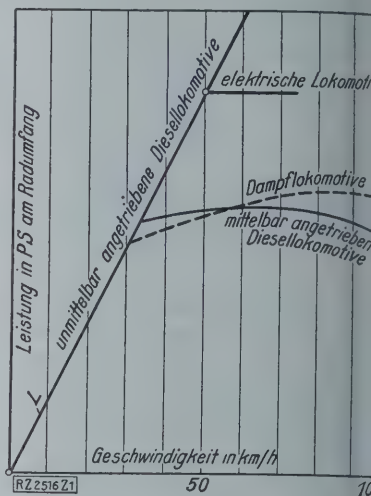
Wirtschafts- und Betriebsbedingungen für den Bau von Diesellokomotiven — Beschreibung unmittelbar angetriebener Diesellokomotiven — Der Wirkungsgrad verschiedener Lokomotiven bei gleichen Betriebsverhältnissen auf der Strecke — Nachweis der Wirtschaftlichkeit der unmittelbar angetriebenen Diesellokomotive gegenüber andern Lokomotiven

Die erste größere Diesellokomotive wurde als eine unmittelbar angetriebene Lokomotive von den Firmen Gebrüder Sulzer und A. Borsig in den Jahren 1910/12 für die ehemalige preußische Staatsbahn gebaut. Ihr Mißerfolg, der durch den zu schwachen Motor, ungenügende Hilfseinrichtung zum Anfahren und Bergfahren und besonders durch das Anlassen des Motors unter Last verursacht wurde, aber nicht auf die unmittelbare Übertragung des Drehmomentes von dem Motor auf das Lokomotivrad zurückgeführt werden kann, führte zum Bau von Diesellokomotiven, bei denen die Leistung des Motors unabhängig von der Drehzahl des Lokomotivrades übertragen wird.

Diese Übertragungen, elektrisch, mit Flüssigkeitsgetriebe oder mit Druckluft, sowie der mechanische Antrieb mit Zahnrad-Wechselgetriebe befähigen die Diesellokomotive zu einer Anpassung an jetzige Betriebsforderungen, wie sie die Dampflokomotive und die rein elektrische Lokomotive aufweisen. Eine solche Übertragung wiegt jedoch im allgemeinen mehr als der Motor selbst und verringert die Brennstoffausnutzung der Lokomotive so, daß sie wirtschaftlich nur unter besonderen Verhältnissen gegen die Dampflokomotive oder den elektrischen Antrieb aufkommen kann.

In Deutschland kostet 1 t Gasöl von 10 000 kcal/kg annähernd 3,9 mal so viel wie 1 t Lokomotivkohle von 6700 kcal/kg ab Zeche oder Hafen einschließlich der Fracht von 400 km. 1 kcal Gasöl kostet also das 2,6 fache von 1 kcal Kohle. Nutzt dann die Dampflokomotive auf einer bestimmten Strecke 7 vH der Wärme aus, so müßte die Wärmeausnutzung der Diesellokomotive auf der gleichen Strecke 18,2 vH betragen, wenn die Betriebskosten beider Lokomotiven auch sonst gleich wären. Sie sind aber, wie im weiteren dargelegt wird, für die Diesellokomotive bedeutend höher. Wenn sich z. B. die gesamten Betriebskosten der Diesellokomotive mit denen der Dampflokomotive gleichstellen sollen, so muß bei einem 2½fachen Preise der Diesellokomotive und bei einer Anpaßfähigkeit und Wärmeausnutzung wie bei der elektri-

Abb. 1
Leistungs-
linien
verschie-
dener Loko-
motivarten



sehen Übertragung die jährliche Nutzleistung um Drittel höher sein als bei der Dampflokomotive, oder der Wirkungsgrad dieser Diesellokomotive auf einer Strecke, wo die neuzeitliche Dampflokomotive 7 vH aufweist, rd. 23 vH betragen.

Selbst dann wird die Diesellokomotive ihres höheren Preises nur eingeführt werden, wenn die Dampflokomotive in der Leistung und Anpaßfähigkeit übertrifft. Diese ist aus baulichen Gründen ein Erzeuger von annähernd gleichbleibender Leistung bei den gewöhnlichen Fahrgeschwindigkeiten. Ihre Leistung steigt bei voller Ausnutzung der Radreibung im Verhältnis zur Fahrgeschwindigkeit in der Regel bis 30 vH der Höchstgeschwindigkeit und ist in Abb. 1 die Linie L veranschaulicht, die bei dieser Geschwindigkeit nach der Wagerechten in die Linie annähernd gleichbleibender Leistung abbiegt. Den nahezu gleichen

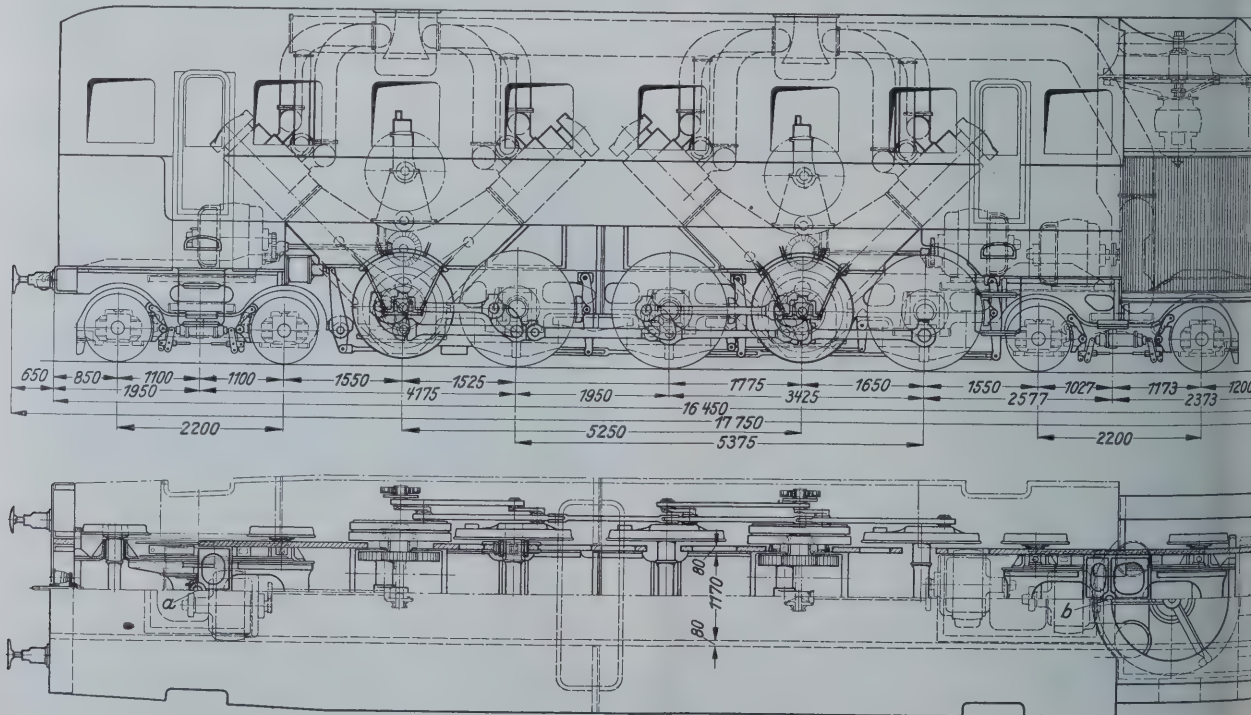
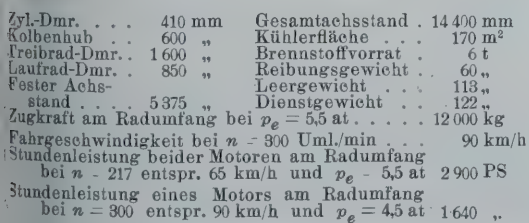
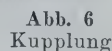


Abb. 2 und 3

DRP Nr. 446 053.



mittelbar angetriebene 2 C 2-Diesellokomotive mit zwei
zylinderigen doppeltwirkenden Zweitaktmotoren



- | | | | |
|--------------------------------|------------------------|--------------------------|----------|
| <i>a</i> Mitnehmer-
scheibe | <i>g</i> Zapfen | <i>p</i> Nase am Hebel | <i>e</i> |
| <i>b</i> Motorwelle | <i>h</i> Feder | <i>q</i> Mutter | |
| <i>c</i> Kurbelscheibe | <i>i, k, l</i> Ringe | <i>r</i> Ringschraube | |
| <i>d</i> Tragarm | <i>m</i> Reibbelag | <i>s</i> Kugellager | |
| <i>e, f</i> Hebel | <i>n</i> Ring | <i>t</i> Stützring | |
| | <i>o</i> Keilsicherung | <i>u</i> Nase des Keiles | <i>o</i> |

Das Anfahren eines 600 t schweren Wagenzuges auf der Wagerechten bis zu 60 Uml./min des Motors dauert annähernd 40 s und erwärmt die eine Kupplungshälfte, wenn angenommen wird, die Reibungswärme verteile sich nur auf die mitzunehmenden Ringe, Scheibe und Kurbel im Gewicht von 900 kg, um 7 °C. Deshalb ist für heiße und wasserarme Strecken, für die sich Diesellokomotiven besonders eignen, an Stelle der beschriebenen Kupplung

eine solche der Bauart Meier-Magirus mit Ölkühlung vorzuziehen, die auch bei einer Lufttemperatur von etwa 50 °C und häufigem Anfahren eine zu hohe Erwärmung der Kupplungs- und Triebwerkteile nicht aufkommen läßt und ein sanftes Ein- und Ausschalten verbürgt. Der beim Anfahren auftretenden Wärmemenge entspricht ein Brennstoffverbrauch von annähernd 2 kg, der für den Wärmewirkungsgrad der Lokomotive belanglos ist.

Die Zündzahl für das Anfahren läßt sich auf die Hälfte und weiter durch Vorwärmen des Motors erniedrigen, indem das Kühlwasser im Motor bei Überdruck auf etwa 120 ° erwärmt, umgewälzt und dann nach dem Anlassen des Motors erst allmählich nach dem Kühler umgeleitet wird. Auch läßt sich die Zeit für das Anfahren durch einen höheren Zylinderdruck noch wesentlich verringern. Der für den doppeltwirkenden Zweitaktmotor, Abb. 2 bis 5, angenommene mittlere Kolbendruck von 5,5 at kann auch bei Anwendung des MAN-Spülverfahrens durch Auspuffdrosselung erhöht und die Zugkraft auf etwa 15 000 kg gesteigert werden.

Die Anordnung der Motoren beeinträchtigt den Lauf der Lokomotive nicht, da die übrigbleibenden, nicht ausgeglichenen Massenkräfte nur eine Zuckbewegung von etwa 0,7 mm und eine ebenso nicht nennenswerte Drehbewegung der Lokomotive verursachen.

Zur Beurteilung der Anpaßfähigkeit dieser Diesellokomotive sei angenommen, der mittlere Zylinderdruck der Motoren lasse sich mit der Brennstoffzufuhr wirtschaftlich nur im Verhältnis 1:2 ändern. Dann ändert sich die Leistung der Lokomotive, wenn sich die Hälfte der Motoren aus dem Trieb durch Kupplungen ausschalten lassen, im Verhältnis 1:4. Im Gefälle und besonders bei großer Geschwindigkeit kann ferner die Brennstoffzufuhr an zwei Zylindern, ohne daß dadurch die Gleichmäßigkeit des Drehmoments wesentlich beeinträchtigt ist, gestoppt werden, so daß die Leistung im Verhältnis 1:8 geregelt wird.

Demnach eignet sich die Diesellokomotive mit zwei kuppelbaren Motoren besonders für eine Hügellandstrecke mit großer Steigung. Für eine Flachlandstrecke kann die nur zum Anfahren des Zuges erforderliche große Zugkraft durch einen Hilfsmotor mit Übersetzung hervorgerufen und der Hauptmotor fest mit den Lokomotivrädern gekuppelt werden. Als Hilfsmotor ist dann der schwerere, in der Verbrennung im allgemeinen noch bessere Viertaktmotor anwendbar, der bei der erforderlichen Größe elektrisch angelassen und vom Führer allein gesteuert werden kann, und der die geringste Belästigung durch Abgase, insbesondere beim Anfahren der Lokomotive im Bahnhof, hervorruft. Die so gekuppelte, annähernd gleich schwere 2 C 2-Lokomotive erreicht die Zugkräfte L_1 , die in Abb. 7 dargestellt sind: 15 000 kg bei den Fahrgeschwindigkeiten von 0 bis 10 km/h, 13 450 kg bei 10 bis 40 km/h, 7550 kg bei 40 bis 78 km/h und 9000 kg bei 40 bis 65 km/h mit 20 vH Aufladung von Verbrennungsluft. Nach Abb. 7 nimmt bei steigender Fahrgeschwindigkeit über 65 bzw. 78 km/h die Zugkraft entsprechend der durch den Kühler auf etwa $L_1 = 2180$ PS/h begrenzten Dauerleistung des Motors ab. Auch zeigt Abb. 7 in der gleichbleibenden Zugkraft zwischen den Fahrgeschwindigkeiten 40 und 78 bzw. 40 und 65 km/h die Überlegenheit der unmittelbar angetriebenen Diesellokomotive in der Beschleunigung des Zuges und der Fahrt auf Steigungen gegenüber einer gleich schweren mittelbar angetriebenen Diesellokomotive, deren größte Zugkraft bei den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten der gleichbleibenden Leistung von annähernd $L_2 = 1330$ PS/h entspricht. Für die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive ergibt sich die kleinste Zugkraft, wenn die Brennstoffzufuhr des Hauptmotors in der genannten Weise geregelt wird, zu $Z_{kl} = 1900$ kg, so daß sich die Grenzleistungen der Lokomotive bei den kleinen Fahrgeschwindigkeiten wie rd. 1:7, bei den größeren Fahrgeschwindigkeiten wie 1:4 und mit Berücksichtigung der Aufladung wie rd. 1:5 verhalten.

Bei der in Eßlingen gebauten russischen dieselektrischen 1 E 1-Lokomotive²⁾ verhalten sich, ebenfalls bei

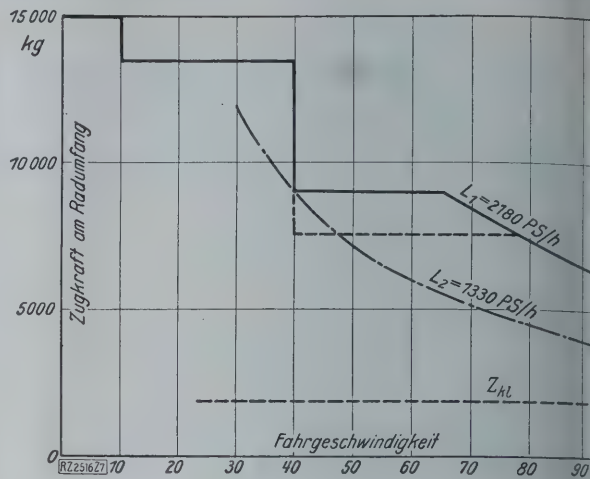


Abb. 7
Zugkraftlinien von Diesellokomotiven
 L_1 Linie der unmittelbar angetriebenen Diesellokomotive
 L_2 " " mittelbar " "

einer bestimmten Geschwindigkeit der Lokomotive Grenzleistungen wie 1:4. Die elektrische Übertragung nutzt also das vom Motor gegebene Verhältnis der Leistungen aus den mittleren Zylinderdrücken von 10 at und aus der Drehzahl von 2 und 7½ in der Seilwinde infolge der Unwirtschaftlichkeit bei kleinen Drehzahlen und der Leistungsbegrenzung durch die Erregung des Motors zum kleinen Teil aus.

Bei der Dampflokomotive verhalten sich die mittleren Zylinderdrücke bei der größten, vom Reibungsgebot gegebenen Füllung und der kleinsten noch wirtschaftlichen Füllung annähernd wie 1:2,6, so daß die Leistungen bei Reglerdrosselung und einer bestimmten mittleren Fahrgeschwindigkeit sich nahezu wie 1:4 verhalten.

Um die Wirtschaftlichkeit der unmittelbar angetriebenen Diesellokomotive nachzuweisen, sei sie mit einer mittelbar angetriebenen Lokomotive unter gleichen Betriebsverhältnissen verglichen, und zwar mit einer 2 C 1-Heißdampflokomotive, einer dieselektrischen 2 C 2-Lokomotive, einer 2 C 2-Diesellokomotive mit dreistufigem Zahnradgetriebe und einer elektrischen 2 B + 2 B-Lokomotive. Angenommen sei stets ein Zuggewicht von 300 und 600 t auf einer 94 km langen Hügellandstrecke Stuttgart-Ulm, Abb. 6.

Unter den gleichen Annahmen für alle Lokomotiven sei eine größte Geschwindigkeit von 90 km/h, in der der Zug von 25 vT von 60 km/h, einer Bremsung mit 0,3 m/s² gleichbleibender Verzögerung, zweimaliger Unterbrechung auf der Wagerechten, einmaliger auf der Steigung von 10 vT und der Vernachlässigung des Luftwiderstandes, können die Gewichte, Leistungen und Wirkungsgrade der verschiedenen Lokomotiven unmittelbar miteinander verglichen werden.

Als Schublokomotive für die Steigung von 25 vT sei die 1 E 1-Tenderlokomotive, Gattung T₂₀, angenommen. Ihre Leistung und Verbrauch der Rostbrennstoffe sind bei 450 kg/m² in 1 h nach Igel³⁾ ermittelt wurde.

Der Laufwiderstand der Wagen ist nach der Strahl'schen Formel mit

$$W = 2,5 + 0,03 \left(\frac{V}{10} \right)^2$$

bestimmt worden.

Die Hauptverhältnisse der Lokomotiven sind in der Tabelle 1 wiedergegeben.

Der Wirkungsgrad der Dampflokomotive. Für die vergleichene Dampflokomotive, die 2 C 1-Heißdampf-Zwillingslokomotive (Einheitsbauart der deutschen Reichsbahn bis auf den Treibraddurchmesser, der nur 1600 mm mißt, entspricht, ist der Wirkungsgrad nach den Angaben von Strahl⁴⁾

²⁾ G. Lomonossow: Die dieselektrische Lokomotive; VDI-Verlag 1924. Vergl. a. Z. Bd. 68 (1924) S. 1008.

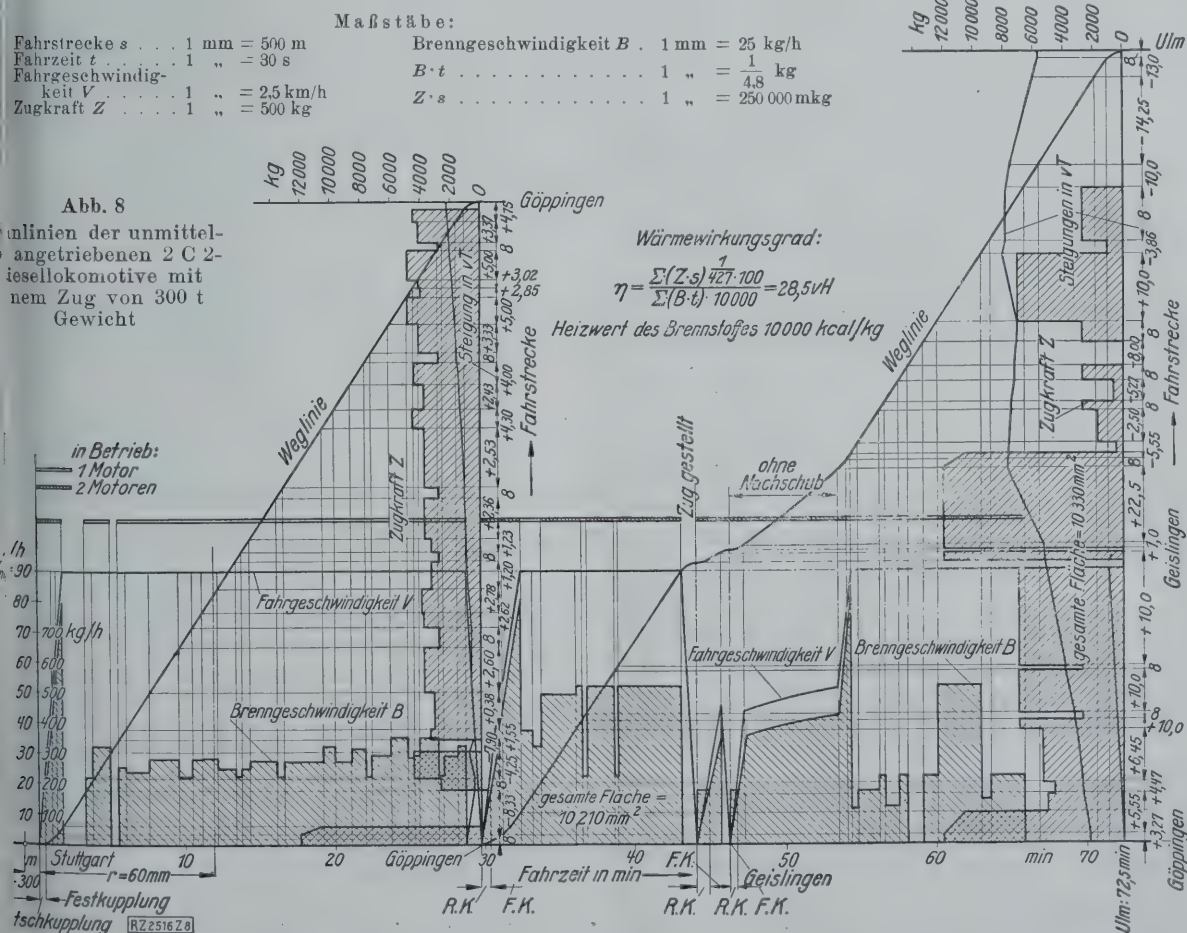
³⁾ Igel: Handbuch des Dampflokomotivbaues; Berlin 1924.
⁴⁾ G. Strahl: Der Einfluß der Steuerung auf Leistung, Laufwiderstand und Kohlenverbrauch der Heißdampflokomotive; Hannover-Lind

Zahlentafel 1

	2 C 1- Heißdampf- lokomotive	1 E 1- Tender- lokomotive	2 C 2- Diesel- elektrische Lokomotive	2 C 2- Diesel- lokomotive mit drei- stufigem Ge- triebe	Elektrische 2 B + B 2- Lokomotive	Unmittelbar angetriebene 2 C 2-Diesel- lokomotive mit 2 kuppel- baren Mo- toren
Nier-Dmr. mm	580	700	425	420	—	410
Nhub "	660	660	470	470	—	610
Rad-Dmr. "	1600	1400	1400	1600	1400	1600
Raddruck at	14	14	—	—	—	—
Heizfläche m ²	4,5	4,36	—	—	—	—
Heizfläche der Feuerbüchse "	17	17	—	—	—	—
„ „ Rohre "	221	183	—	—	—	—
Heizfläche Naßdampf-Heizfläche "	238	200	—	—	—	—
Heizfläche des Überhitzers "	100	62,5	—	—	—	—
Umlaufzahl Uml./min	300	230	450	450	—	300
Leistung am Radumfang etwa . PS	2000	1900	1550	1670	2700	2900
Leistung am Radumfang "	1800	1680	1380	1490	2000	2900
Übertragungsverhältnis des Getriebes	—	—	—	$\left\{ \begin{array}{l} 1:5,25 \\ 1:3,0 \\ 1:1,5 \end{array} \right.$	1:2,866	—
Maximale Geschwindigkeit km/h	90	60	90	90	90	90
Leertongsgewicht etwa t	60	87,5	60	60	73,6	60
Leertongsgewicht etwa "	108	117,5	126	126	126	122
Leertongsvorrat m ³	68	12	—	—	—	—
Leertongstoffvorrat t	30	4	6	6	—	6

sich bei Anwendung⁵⁾ des von Prof. Schwaiger angegebenen zeichnerischen Verfahrens⁶⁾ als Summe der Produkte aus Rostbelastung, Fahrzeit, Rostfläche und Kohlenheizwert und die geleistete Lokomotivarbeit für die ganze Fahrstrecke als Summe der Produkte aus Zugkraft und Fahrstrecke.

⁵⁾ „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ Bd. 82 (1927) Tafel 6 bis 9.
⁶⁾ Schwaiger: Elektromotorische Betriebe; Sammlung Götschen 1922.



Hieraus erhält man den Wärmewirkungsgrad für den 300 t schweren Wagenzug mit 8,1 vH und für den 600 t schweren Wagenzug mit 7,45 vH.

Bei Berücksichtigung des Kohlenverbrauches für Anheizen und Entschlacken mit 220 kg, bezogen auf die 94 km lange Strecke, ergibt sich der Wärmewirkungsgrad für den 300 t schweren Wagenzug mit 7,2 vH und für den 600 t schweren Wagenzug mit 6,9 vH.

Da die für die verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten und Belastungen in den einzelnen Streckenabschnitten eingeführten Wirkungsgrade von Maschine und Kessel nach der Strahlschen Berechnungsweise aus dem Lokomotivbetrieb abgeleitet worden sind, so stimmt auch der ermittelte Wärmewirkungsgrad mit den tatsächlich gefundenen Werten überein.

Der Wirkungsgrad der diesel-elektrischen Lokomotive. Ebenso sind für die diesel-elektrische Lokomotive zur Bestimmung der Leistung und Wärmeausnutzung Betriebsergebnisse zugrunde gelegt. Aus den Ergebnissen der Versuche der russischen diesel-elektrischen 1 E 1-Lokomotive auf dem Prüfstand in Eßlingen⁷⁾ lassen sie sich bei den gleichen Motorkennlinien, jedoch unter Annahme entsprechend verstärkter Motoren und geänderter Zahnradübersetzung, ableiten. Nach dem Schwaigerschen Verfahren ergibt sich der Wärmewirkungsgrad für den 300 t schweren Wagenzug mit 21,2 vH und für den 600 t schweren Wagenzug mit 20,5 vH.

Der Wirkungsgrad der Diesellokomotive mit dreistufigem Zahnradgetriebe. Nach dem gleichen Verfahren und denselben Motorkennlinien wie bei diesel-elektrischen Lokomotiven ergibt sich der Wirkungsgrad für den 300 t schweren Wagenzug mit 24,9 vH und für den 600 t schweren Wagenzug mit 26,7 vH.

Der Wirkungsgrad der elektrischen Lokomotive. Zugkraft und Wirkungsgrad der elektrischen 2 B + B 2-Lokomotive mit zwei Doppelmotoren von je zweimal 500 PS Dauerleistung sind aus Prüfstand-ergebnissen von dem Einphasen-Wechselstrommotor von Brown, Boveri & Cie., Bauart ELM 86/12⁸⁾, entwickelt. Der zusätzliche Leistungsverbrauch des Getriebes, der Blindwellen, Kuppelachsen und Zahnradübersetzung beim Arbeiten unter Last ist mit 5 vH der Motorleistung und der Leerlaufwiderstand der Lokomotive auf der Wagerechten mit

3,2 kg für 1 t Lokomotivgewicht bei 0 km/h	
3,65 „ „ 1 t	20 „
4,7 „ „ 1 t	40 „
6,40 „ „ 1 t	60 „
8,85 „ „ 1 t	80 „
10,3 „ „ 1 t	90 „

Geschwindigkeit berücksichtigt. Zur Berechnung der Beschleunigung ist ein Zuschlag von 35 vH des Lokomotivgewichtes für die umlaufenden Massen angenommen worden. Mit Hilfe der Bahnkennlinien ergibt sich der mittlere Wirkungsgrad des Motors für den 300 t schweren Wagenzug sowohl wie für den 600 t schweren Wagenzug zu 85,4 vH. Wird der Kohlenheizwert im Kraftwerk nach Landsberg⁹⁾ mit 13,9 vH in elektrische Leistung umgewandelt, der Wirkungsgrad der Kraftübertragung von der Sammelschiene im Kraftwerk bis zum Stromabnehmer der Lokomotive mit 75 vH und der Wirkungsgrad des Transformators mit 94 vH angenommen, so beträgt der Wärmewirkungsgrad der elektrischen Lokomotive 8,4 vH.

Der Wirkungsgrad der unmittelbar angetriebenen Diesellokomotive mit zwei

Zahlentafel 2

	Wagen- gewicht t	Wärme- wirkungs- grad vH	Fahr- zeit min	Loko- motiv- gewicht t	Stunden- leistung bei Bergfahrt PS	L Lok g
Dampflokomotive	300 600	7,2 6,9	74,3 92,0	rd. 160 „ „	1220 1390	
Dieseleelektrische Loko- motive	300 600	21,2 20,5	74,2 91,8	126 „	1010 1230	
Diesellokomotive mit drei- stufigem Zahnradgetriebe	300 600	24,9 26,7	77,8 95,3	126 „	1020 1170	
Elektrische Lokomotive . . .	300 600	8,4 8,4	72,9 80,4	126 „	1270 1650	
Unmittelbar angetriebene Diesellokomotive	300 600	28,5 28,2	72,5 78,0	122 „	1260 1740	
Unmittelbar angetriebene Diesellokomotive mit Ab- wärmeverwertung	300 600	31,9 32,0	70,9 75,1	130 „	1360 1920	

kuppelbaren Motoren. Für die 2 C 2-Dieselmotive ist gleichfalls die Kennlinie des Motors der russischen dieseleelektrischen 1 E 1-Lokomotive zugrunde gelegt, mit dem Unterschied, daß die Normalleistung des Motors bei 300 Uml./min erreicht wird und die Zahlen des Motors in 1 s

von 1,43 2,14 2,86 3,57 4,29 5,00

denen des Motors der 1 E 1-Lokomotive

von 2 3 4 5 6

entsprechen.

Aus der Kennlinie des Motors läßt sich für den entsprechend stärker gewählten Motor die Zugkraft in Abhängigkeit von seiner Brenngeschwindigkeit (kg/h), Drehzahl bzw. Fahrgeschwindigkeit ableiten¹⁰⁾ und der Fahrstrecke in Form von Linien gleicher Fahrgeschwindigkeit nach Abb. 8 für einen und zwei Motoren aufrufen. Die größte Zugkraft ist durch den mittleren Kolbendruck von rd. 5,5 at entsprechend der Ausnutzung des Reibungsgewichtes der Lokomotive 200 kg/t = 12 000 kg begrenzt. Dabei ist die Ventilleistung für die Kühl- und Spülluft mit 9 vH und der zusätzliche Widerstand der doppelt gekuppelten Lokomotivtriebachsen beim Arbeiten unter Last mit 1 vH der Gesamtleistung berücksichtigt sowie der Widerstand der leerlaufenden Lokomotive nach der Strahlschen Formel mit $2,5 \cdot 66 + 7,3 \cdot 60 + 0,006 \cdot 10 \cdot (V + 12)^2$ voll eingerechnet worden.

Aus der Zugkraft-Kennlinie ergeben sich die Kennlinien, Abb. 8, mit dem Wärmewirkungsgrad

für den 300 t schweren Wagenzug von 28,5 vH und für den 600 t schweren Wagenzug von 28,2 vH.

Für die gleiche Diesellokomotive mit Abwärmeverwertung unter der Annahme, daß die Abgase mit rd. einem Drittel der Brennstoffwärme einer Temperatur, wie sie der Viertaktmotor bei 180° bis auf 180° ohne wesentlichen Rückdruck auf die Kuppel des Motors zur Dampferzeugung ausgenutzt werden, der Dampf von 12 at und 320°C bei 100° Speisewärmetemperatur in einer Maschine mit 7 kg/PS h Dampfverbrauch verwertet wird, ergibt sich der Wärmewirkungsgrad für den 300 t schweren Wagenzug mit 31,9 vH und für den 600 t schweren Wagenzug mit 32 vH.

Die Gewichte der verschiedenen Lokomotiven und ihre Leistungsverhältnisse auf der Strecke Stuttgart-Ulm sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt. Beim Vergleich der Lokomotiven ist zu beachten, daß die Diesellokomotive mit dem 600 t schweren Wagenzug überlegen ist, ebenso die dieseleelektrische Lokomotive, die aus dem Gewicht etwas zu günstig dargestellt ist. Bei der elektrischen Lokomotive ist der Leerlaufwiderstand von Lokomotiven mit Parallelkurbelantrieb ohne Zahnrad-

⁷⁾ Vergl. Anmerkung ²⁾.

⁸⁾ BBC-Mitteilungen Bd. 9 (1922) S. 8, 12 u. 199.

⁹⁾ Z. Bd. 64 (1920) S. 518.

¹⁰⁾ Vergl. „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ (1927) Tafel 9.

nd, also gegenüber den andern Lokomotiven zu eingesetzt, wodurch die Fahrzeit etwas zu kurz en ist.

Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der Loko- ergeben sich bei den heutigen Anschaffungs- chs- und Unterhaltungskosten die Betriebs- und gskosten auf die Nutzlasteinheit bezogen für izeitliche

Dampflokomotive
m täglicher Fahrt und 300 Betriebstagen jährlich,

Wagenzug von	300 t	600 t
ng des Anschaffungs- 200 000 \mathcal{M} zu 6 vH . .	\mathcal{M} 12 000	\mathcal{M} 12 000
des Anschaffungswertes \mathcal{M} zu 4 vH	8 000	8 000
r Führer und Heizer bei er Besatzung mit je 500 \mathcal{M} ich bei 54 Wochen- n	10 000	10 000
Der Preis wurde mit 1/4 ab Zeche und die für Transport von bis Tender, einschließ- 0 km Fracht, mit 12,20 angenommen. Der Ver- ist für die Bergfahrt 5 t, für die Talfahrt mit mittelt und für das An- mit 0,44 t für die Ge- ecke von 188 km ange- n worden, also -12,20) (1,75 + 1,17 + 0,44) 00)	85 200	—
Der Verbrauch ist e Bergfahrt mit 2,70 t r die Talfahrt mit 1,79 t it worden -12,20) (2,70 + 1,79 + 0,44) 00)	—	125 200
Der Preis ist mit t und der Verbrauch 1 t/PSH für die Leistung 00 PS bei Bergfahrt und bei der Talfahrt ange- n worden 01 (1500 + 970) $\frac{500 \cdot 300}{188}$	3 150	—
Die Leistung beträgt 3 bei der Bergfahrt und 3 bei der Talfahrt, also 01 (2130 + 1430) $\frac{500 \cdot 300}{188}$	—	4 550
l für die Zylinder: Der wurde mit 0,56 \mathcal{M} /kg ab und die Transportkosten 04 \mathcal{M} /kg angenommen. erbrauch beträgt erfah- emäß $\frac{1}{8}$ des Gesamtver- es der Lokomotive an öl von 0,022 kg/km, also (0,04) $\cdot \frac{1}{8} \cdot 0,022 \cdot 500 \cdot 300$	330	330
l für das Triebwerk: is wurde mit 0,243 \mathcal{M} /kg nnen, also -0,04) $\cdot \frac{5}{8} \cdot 0,022 \cdot 500 \cdot 300$	780	780
ung: Die Kosten be- erfahrungsgemäß etwa auf 1000 km Fahrt be- also $260 \cdot \frac{500 \cdot 300}{1000}$. . .	39 000	39 000
Gestehungskosten . .	158 460	199 860
gskosten von 1000 tkm stung	3,52	2,22

Für die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive ohne Abwärmeverwertung ergibt sich bei 900 km täglicher Fahrt und 330 Betriebstagen jährlich

mit einem Wagenzug von	300 t	600 t
Verzinsung des Anschaffungs- wertes 530 000 \mathcal{M} zu 6 vH . .	\mathcal{M} 31 800	\mathcal{M} 31 800
Tilgung des Anschaffungswertes 530 000 \mathcal{M} zu 6 vH	31 800	31 800
Lohn für Führer und Heizer bei doppelter Besatzung mit je 500 \mathcal{M} monatlich bei 54 Wochen- stunden	11 000	11 000
Brennstoff: Der Preis wurde mit 0,1095 \mathcal{M} /kg und die Fracht mit 0,0138 \mathcal{M} /kg angenommen und der Verbrauch mit 340,3 kg für die Bergfahrt und mit 229,3 kg für die Talfahrt berechnet, also (0,1095 + 0,0138) (340,3 + 229,3) $\frac{900 \cdot 330}{188}$	111 000	—
Brennstoff: Der Verbrauch ist mit 508,2 kg für die Bergfahrt und mit 340 kg für die Tal- fahrt berechnet worden, also (0,1095 + 0,0138) (508,2 + 340) $\frac{900 \cdot 330}{188}$	—	165 000
Schmieröl für den Dieselmotor: Der Preis wurde mit 0,53 \mathcal{M} /kg, die Fracht mit 0,04 \mathcal{M} /kg und der Verbrauch mit 0,002 kg/PS angenommen. Die Leistung be- rechnet sich zu 1530 PS für die Bergfahrt und zu 935 PS für die Talfahrt, also 0,53 + 0,04 (1530 + 935) (0,002) $\frac{900 \cdot 330}{188}$	4 420	—
Schmieröl für den Dieselmotor: Die Leistung berechnet sich zu 2270 PS für die Bergfahrt und zu 1380 PS für die Talfahrt, also 0,53 + 0,04 \cdot 0,002 (2270 + 1380) $\frac{900 \cdot 330}{188}$	—	6 570
Schmieröl für das Laufwerk der Lokomotive: Der Preis wurde mit 0,243 \mathcal{M} /kg, die Fracht mit 0,04 \mathcal{M} /kg und der Verbrauch mit 0,017 kg/km angenommen. (0,243 + 0,04) 0,017 \cdot 900 \cdot 330 .	1 430	1 430
Unterhaltung: Die Kosten sind ebenso hoch wie bei der Dampf- lokomotive mit 260 \mathcal{M} auf 1000 km Fahrt angenommen worden, also $260 \cdot \frac{900 \cdot 330}{1000}$. .	77 000	77 000
Jährliche Gestehungskosten . .	268 450	324 600
Gestehungskosten von 1000 tkm Nutzleistung	3,01	1,82

Auch hier ist die Dampflokomotive mit dem 600 t-Wagenzug überlastet, da die Leistungsfähigkeit eines Heizers den Kohlenverbrauch von 2700 kg in 1,5 h oder 1760 kg/h nicht mehr zu decken vermag.

Aus dem Vergleich der Betriebskosten der beiden Lokomotiven geht hervor, daß die Diesellokomotive die Nutzlast um 15 bis 19 vH billiger befördert und ferner, daß die Diesellokomotive mit nahezu der doppelten Jahresleistung der Dampflokomotive den Brennstoff annähernd 2,8mal und mit der gleichen Jahresleistung annähernd 4mal besser ausnutzen muß als die Dampflokomotive, um deren Betriebskosten nicht zu überschreiten.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß einer hochentwickelten Dampflokomotive eine Diesellokomotive gegenübergestellt ist, die sowohl in der Fertigung als auch im Wirkungsgrad noch große Entwicklungsmöglichkeiten bietet.

Die Diesellokomotive weist ferner nicht nur die für die elektrische Lokomotive in Anspruch genommenen Vorteile auf, sondern bietet noch betriebliche Vorteile hinsichtlich größter Leistungsfähigkeit, kürzester Fahrzeit, unbeschränkter Fahrgeschwindigkeit bei Leerfahrt, hinsichtlich steter Betriebsbereitschaft, sowie auch wirtschaftlicher Vorteile durch geringeren Anschaffungspreis gegenüber der elektrischen Lokomotive, größtmögliche Ausnutzung des Lokomotivgewichtes, bessere Ausnutzung von Bahnanlagen und geringsten Bedarf an Kupfer. Berücksichtigt man alle diese Umstände, die die Schlußfolgerung berechtigt, daß — auch bei günstigem Preisverhältnis der Brennstoffe, das für Deutschland durch die mittelbare oder unmittelbare Umwandlung von Kohle in Öl nahezu festliegt — die Diesellokomotive imstande sein wird, die Dampflokomotive und die elektrische Lokomotive mit Erfolg zu ersetzen.

A. Wichert †

Unerwartet verschied nach kurzem, schwerem Leiden im besten Mannesalter am 21. Oktober 1927 Direktor Dr.-Ing. A. Wichert, Leiter der Bahnabteilung von Brown, Boverie & Cie., A.-G., Mannheim. In dem Verstorbenen betrauern die Technik, insbesondere die dem elektrischen Lokomotivbau nahestehenden Kreise, und die Fachleute, die sich eingehend mit dem Gebiete der mechanischen Schwingungen beschäftigen, einen Menschen von äußerster Tatkraft, umfassendem Wissen und feinsten Herzensbildung. Geboren am 2. November 1881 wandte er sich nach Beendigung seiner Studien an der Technischen Hochschule Hannover sogleich dem Bahngebiet zu und war vor dem Kriege für die Firmen Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, H. Geist und Siemens-Schuckertwerke in Berechnung, Entwurf und Bau von Bahnmotoren und -anlagen im In- und Auslande tätig. Während des ganzen Krieges war er als Hauptmann und Gruppen-Nachrichtenkommandeur an der Westfront. Nach dem Kriege zunächst bei den SSW, wurde er im Jahre 1920 zur Leitung der Bahnabteilung der A.-G. Brown, Boverie & Cie. nach Mannheim berufen und hat dieser seine volle Kraft und sein umfangreiches Können bis zum letzten Tage mit äußerster Zähigkeit und größter Liebe zur Sache gewidmet.

Wichert war mit ganzem Herzen bei allen Fragen, die mit dem elektrischen Betrieb von Bahnen zusammenhängen. Dabei war sein Hauptziel die einheitliche Durchbildung elektrischer Lokomotiven und Triebwagen. Er hat als erster in diesen Fahrzeugen ein einheitliches Ganzes gesehen, worin alle Teile aufs feinste aufeinander abgestimmt sein müssen wie in einem gut eingespielten Orchester. Seine Lebensarbeit war, die elektrische Lokomotive zu einer abgeschlossenen Vollkommenheit zu entwickeln. Ausgedehnte Studienreisen in Europa dienten der Sammlung von Erfahrungen und Anregungen für die Verbesserung des Betriebes in Deutschland. Kein Gebiet der Technik gab es, dessen Neuerungen er nicht Beachtung geschenkt hätte, um sie in seinem Sonderfach nutzbringend zu verwerten. So entstammen zahlreiche neuere Konstruktionen auf dem Bahngebiet seinen Gedanken. Im kleinen und im großen strebte er, daß die Lokomotiven und Triebwagen, die er selbst von Anfang bis zum Ende vollkommen durcharbeitete, wie aus einem Guß erschienen. Daß er dabei über dem ganzen Fragenbereich stand, zeigen seine tieferschürfenden Untersuchungen über Leistungseigenschaften und über Reihenbildung elektrischer Lokomotiven als Grundlage der Vereinheitlichung. Die von ihm mit besonderer Liebe in Konstruktion, Bau und Betrieb überwachten Fahrzeuge, die 1 D₀1-Schnellzuglokomotiven, die 1 C1-Personenzuglokomotiven, die Ferntriebwagen für die bayerischen Strecken und die Triebwagen der Hamburger Vorortbahn, sind Glanzleistungen deutscher Technik.

Neben dieser mehr praktischen Tätigkeit fand Wichert immer noch Zeit zu ausgedehnten wissenschaftlichen Untersuchungen. Vor allem beschäftigten ihn mechanische Schwingungen, Riffelbildungen an Schienen und Radsätzen als Reibschwingungen, Schüttelschwingungen an Lokomo-

tiv-Triebwerken als pseudoharmonische Schwingungen, Schwingungen von Triebwagen-Drehgestellen usw. Ausgedehnte Untersuchungen über das Verhalten von Kettenfahrleitungen für elektrische Bahnen, über die Kurzschlußbremsung mit Gleichstrom-Bahnmotoren, ähnliche Arbeiten wurden nach seinen Anweisungen geführt.

Bei allem Interesse für den physikalischen Ursprung der Erscheinungen verlor er nie den praktischen Blick aus den Augen, und so ergaben sich aus allen schaftlichen Arbeiten neue Konstruktionen und Verbesserungen, die sich nachher im praktischen Betrieb als Beste bewährt haben. Viele Erfindungen an Schaltern, Ölschaltern, Schaltanordnungen für elektrische Anlagen zeigen die gleiche Neigung, auffällige Erscheinungen zu ergründen und technisch zu verwerten.

Wie reich und vielseitig des Verstorbenen Gänge waren, beweisen seine Veröffentlichungen, 15 Jahren, von denen noch die Kriegszeit abzuziehen ist. Besonders erwähnt sei hier nur die umfassende Untersuchung von Schüttelerscheinungen an elektrischen Lokomotiven, die als Doktordissertation von der Technischen Hochschule Hannover „mit Auszeichnung“ wurde¹⁾. Als der Wissenschaftliche Beirat des Reiches deutscher Ingenieure im Dezember 1924 einen Ausschuss von Fachleuten berief, um über dringende Fragen der Arbeit auf dem Gebiete der mechanischen Schwingungen zu beraten, stellte sich Wichert von Anfang an in den Dienst dieser Sache. Er hat an den Arbeiten des Ausschusses stets lebhaften Anteil genommen, sein Tod reißt auch hier eine empfindliche Lücke.

Die sich überstürzenden Ereignisse der Kriegszeit drängten ihn, seine Gedanken und theoretischen Ergebnisse über Wirtschaftsfragen, im Interesse seiner Vorgesetzten, angestellt, zum Wohle der Allgemeinheit bekanntzugeben. Auch hier zeigt sich der ungewöhnlich klare und gesunde Verstand des Verstorbenen, der jedes Problem zu lösen zu dringen und auf seine der technischen Mechanik entsprechende Weise zu lösen vermochte. Eine ganze Reihe von Problemen, die ihn lebhaft interessierte, konnte nicht mehr untersucht werden, und so sind viele wertvolle Gedanken nicht mehr zur Reife gebracht worden. Daher ist sein Tod ein schwerer Verlust für die deutsche Ingenieurwelt.

Seine umfassende Bildung drückte sich in verschiedenen Stellungnahmen zu allen Lebensfragen aus. Er zeigte sich auch in der Freude, mit der er jungen Ingenieure in ihrem Beruf zu bilden und zu fördern suchte, wie und wo er nur Gelegenheit dazu fand. Unter seinen Arbeitsamkeiten verbarg sich eine echte Liebe zum deutschen Volk und Vaterland. Er war eine Kraft, deren Streben nach Vollendung ging, und bis zum letzten Augenblick ist er dahingegangen.

¹⁾ Forschungsarb., herausgeg. vom V. d. I., Heft 266; v. Bd. 65 (1921) S. 971, Bd. 66 (1922) S. 1080.

²⁾ Z. Bd. 67 (1923) S. 1073.

Technische Fortschritte beim Rhön-Segelflugwettbewerb 1927

Von Dipl.-Ing. W. Hübner, Berlin-Adlershof

und der Entwicklung des Segelflugzeugbaues — Allgemeiner Überblick über den Rhön-Segelflugwettbewerb 1927 — Die Flugzeuge des Schulungs- und Übungs-Wettbewerbes — Leistungen und Eigenschaften der Schulungs- und Übungsflugzeuge — Die Flugzeuge des Leistungswettbewerbes — Der technische Wettbewerb

und der Entwicklung des Segelflugzeugbaues

sch den ersten überraschenden Dauerflügen im Jahre 1922 ist die Anteilnahme der breiteren Öffentlichkeit am Segelflugwesen stark abgeflaut. Das Publikum beachtet nur die sprunghafte Entwicklung, nicht aber die langwierige Kleinarbeit, die man einsetzen muß, wenn eine technische Aufgabe zu gewissen sichtbaren Abschluß gelangt ist.

Die Entwicklung des Segelflugzeugs war im Jahre 1922 hinsichtlich des allgemeinen Aufbaues und der Formgebung abgeschlossen. Die Mehrheit der Segelflugzeugbauten gleicht im wesentlichen den bisherigen Mustern jenes Jahres.

Die Fortentwicklung des Segelflugzeuges besteht seit diesem Zeitpunkt in mühevoller, schrittweiser Verbesserung. Erreichten hinsichtlich Luftwiderstand, Gewicht, Leistung und Steuerbarkeit. Die neuzeitlichen, für die Leistung von Höchstleistungen gebauten Muster unterscheiden sich äußerlich von ihren Vorgängern kaum. Bei näherer Betrachtung jedoch ist die Verwertung vieler aus der erworbenen Erfahrungen und Kenntnisse deutlich zu stellen.

In diesen Hochleistungsflugzeugen erscheinen in den letzten Jahren Muster, mit denen die Flugschüler lernen und üben. Während in früherer Zeit die Führer der Segelflugzeuge Kriegsflyer, also erfahrene Motorflugführer waren, muß neuerdings der Segelflugführer selbst für die Ausbildung des notwendigen Ersatzes sorgen. Außerdem hat sich gezeigt, daß das Segelflugzeug eine geeignete und vor allem sehr billige Vorstufe für die Ausbildung des künftigen Motorfliegers ist.

Die Anforderungen an Schul- und Übungsflugzeuge unterscheiden sich von den an die Leistungsflugzeuge. Dieser Umstand führte zur Entwicklung zweier neuen Flugzeugklassen, die mit wachsender Verbreitung des Segelflugsports an Bedeutung gewannen.

In den letzten Jahren brachten also außer einer schrittweisen Weiterentwicklung des Leistungsflugzeugs zwei neue Flugzeugklassen, von denen die eine der Anfangsstufe und die andere der Übung des Flugzeugführers dient.

Allgemeiner Überblick über den Rhön-Segelflugwettbewerb 1927

Die Wettbewerbe sind vergleichende Wertungen von Leistungen. Bei Flugwettbewerben sind die zu vergleichenden Leistungen abhängig von der Güte des Flugzeugs und den Fähigkeiten des Flugzeugführers. Ein ungeübter Flugzeugführer kann auf einem hochwertigen Flugzeug erstklassigen Leistungen erreichen, ebenso wenig ein guter Flugzeugführer auf einem Flugzeug, das technisch nicht an erster Stelle steht, mehr als Mittelmaß. Bei Motorflugzeug-Wettbewerben tritt als zusätzlicher Punkt hierzu noch die Güte des Triebwerks.

Die Güte der Führer in ihrem Können voneinander zu vergleichen, ist niemals unmittelbar, aus den Ergebnissen eines Wettbewerbes eindeutig auf die Güte des Flugzeugs zu schließen. Möglich ist indessen, die Fähigkeiten der Flugzeugführer zu vergleichen, wenn man hochwertigen Flugzeuge in die Hand gibt. Ein Wettbewerb mit vollkommen gleichwertigen Flugzeugen stellt die Lösung für eine rein sportliche Veranstaltung dar. Man weiß dann bei Motorflugzeugen der Unterschied in der Zuverlässigkeit der Triebwerke das Ergebnis zu beeinflussen. Bei Segelflugzeugen dagegen fällt dieser Unterschied vollkommen weg. Hier ist also der Vergleich von Leistungen der Führer einwandfrei möglich.

Bei besonderen Umständen war die Mehrzahl der Teilnehmer am Wettbewerb beteiligten Schul- und Übungsflugzeuge von gleichen oder gleichwertigen Mustern.

Die Rhön-Rossitten-Gesellschaft hatte nämlich, um zu vermeiden, daß im Bau von Flugzeugen noch unerfahrene Bewerber aussichtslose Fehlkonstruktionen lieferten, durchgearbeitete Entwürfe bewährter Muster eines Schul- und eines Übungsflugzeuges zur Verfügung gestellt. Viele Bewerber hatten sich an diese Entwürfe gehalten. Aber auch die übrigen Schul- und Übungsflugzeuge ähnelten dem Vorbild der Rhön-Rossitten-Gesellschaft äußerlich und in bezug auf die Leistungen so, daß sie praktisch als gleichwertig bezeichnet werden konnten.

Dadurch nun, daß diese beiden Klassen in einem besonderen, als Schul- und Übungs-Wettbewerb bezeichneten Teil der Veranstaltung zusammengefaßt waren, war erreicht worden, daß wohl zum erstenmal bei einem deutschen Flugwettbewerb ein rein sportlicher Kampf mit nahezu gleichwertigen Mitteln durchgeführt werden konnte.

Höchstleistungen, die auch für Forschungszwecke von Bedeutung sind, waren mit den Flugzeugen des Schul- und Übungs-Wettbewerbes natürlich nicht zu erreichen. Zur Aufstellung solcher Leistungen war daher ein anderer Abschnitt der Ausschreibung vorgesehen, der als Leistungswettbewerb bezeichnet war und mit hochwertigen Flugzeugen bestritten wurde.



Abb. 1
Ein Schulflugzeug.

Mit Rücksicht auf bauliche Einfachheit und Billigkeit ist auf aerodynamische Güte verzichtet. Der Führersitz liegt gänzlich unverkleidet unter der Fläche, jegliches Strebenwerk vor dem Führer fehlt.

Der erste Teil des Wettbewerbes, an dem ziemlich gleichartige Flugzeuge teilnahmen, war nicht dazu berufen, technisch Neues zu bringen. Der zweite Teil, in dem hochwertigen Segelflugzeuge gegeneinander eingesetzt waren, bot bezeichnenderweise gleichfalls keine ins Auge fallende Weiterentwicklung technischer Art. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben nämlich das Segelflugzeug auf einen aerodynamisch wie baulich hervorragenden Stand gezeitigt, von dem aus sprunghafte Weiterbildung kaum zu erwarten ist.

Bei Beibehaltung des üblichen äußeren Aufbaues, der im wesentlichen dem des Motorflugzeugs entspricht, sind Fortschritte im Segelflugwesen nur infolge der zunehmenden Erfahrung der Führer und durch Ausbau der Strömungsforschung möglich.

Grundlegende Änderungen der Form des Segelflugzeugs sind denkbar. Ein dritter Wettbewerbsenteil diente der Förderung von Entwürfen, die geeignet schienen, dem Segelflugzeugbau neuartige Wege zu weisen. Technisch Bemerkenswertes war vor allem von diesem Abschnitt der Ausschreibung zu erwarten.

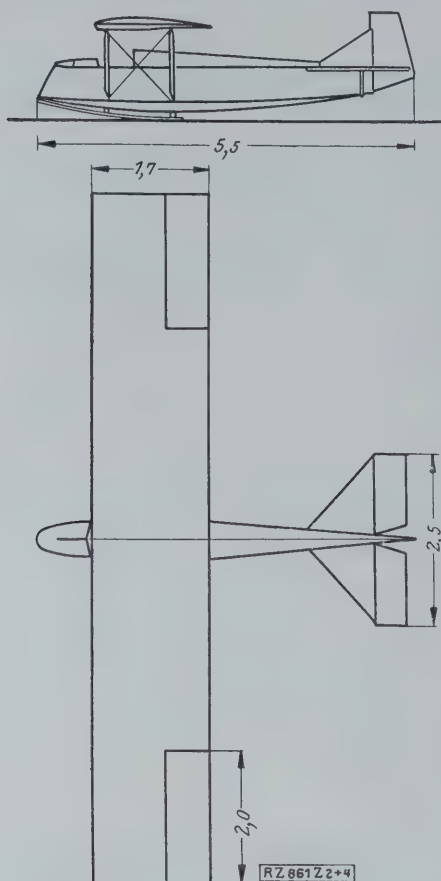
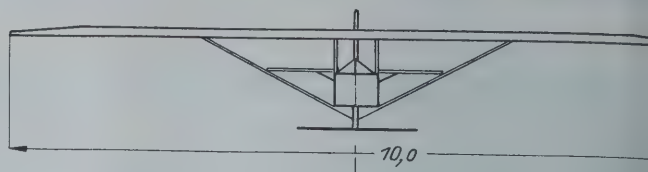
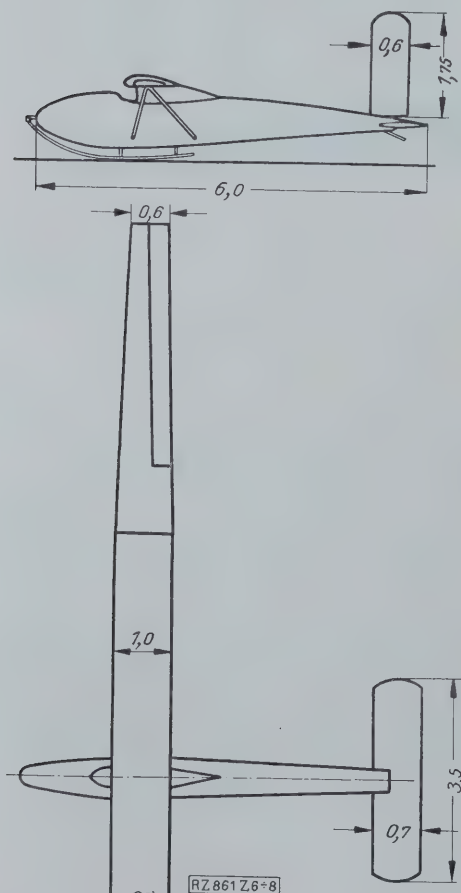


Abb. 2 bis 4. Ein Übungsflugzeug.

Zur Verminderung des Luftwiderstandes ist das Flugzeug als Rumpfhockdecker ausgebildet. Der Flügel hat rechteckige Umrißform und ermöglicht daher durch seine günstigen Stabilitätsverhältnisse auch im überzogenen Zustand gefahrloses Übungsfliegen.



Die Flugzeuge des Schulungs- und Übungsfluges

Das Schulflugzeug, das der Anfangsausbildung des künftigen Segelfliegers dient, soll in erster Linie auf die Anforderungen an ein Segelflugzeug zu setzen sein. Zu Gunsten dieser Anforderungen auf aerodynamische Güte verzichtet. Es ist we Segel- als vielmehr ein Gleitflugzeug.

Beim diesjährigen Wettbewerb waren alle Flugzeuge dem Musterentwurf der Rhön-Rossitten-Gesellschaft gleich oder ähnlich. Es waren verspannte Hochdecker mit Gitterrumpf, Abb. 1. Der Führersitz lag oft ganz verkleidet unter der Fläche. In vielen Fällen wurde absichtlich jegliches Strebenwerk vor dem Führersitz gelassen. Da der Schüler hierbei keinerlei Sicherheit erhält für die Lage des Flugzeugs zum Horizont hat er von Anfang an nach Gefühl fliegen lernen. Ein Übungsgang auf einem solchen Flugzeug wäre allen Segelfliegern zu wünschen, die ohne Meßgeräte nicht in der Lage sind, ihr Flugzeug zu beherrschen. Vermindert die erwähnte Führersitzanordnung aber die Möglichkeit der Verletzung durch Holzsplitter.

Das Übungsflugzeug, Abb. 2 bis 4, soll dem Flieger die Ausführung und Übung längerer Segelflüge ermöglichen. Es ist daher hinsichtlich seiner Form aerodynamisch besser ausgebildet als das Schulflugzeug. Um den Luftwiderstand zu verringern, hat man die Drahtverspannung eine abgestrebte Flügelbauart und den offenen Führersitz durch einen Rumpf ersetzt. So können diese Flugzeuge noch nicht als aerodynamisch hochwertig bezeichnet werden, vor allem, weil die Gründe der Einfachheit eine recht geringe Steuervermögen haben. Sie beträgt nur rd. das Sechsfache der Fl.

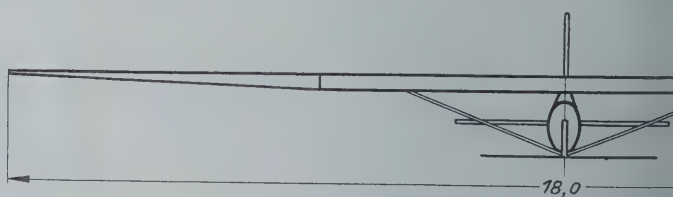


Abb. 6 bis 8. Das Flugzeug „Oberschlesien“.

Dieses hochwertige Leistungsflugzeug, dessen Spannweite das 20fache der Flügeltiefe beträgt, zeigte neben sehr guten Flugleistungen trotz seiner Abmessungen noch günstige Steuerbarkeit.



Abb. 5. Seitenansicht des Flugzeuges „Oberschlesien“. Die äußere Form entspricht der der Leistungsflugzeuge früherer Jahre.

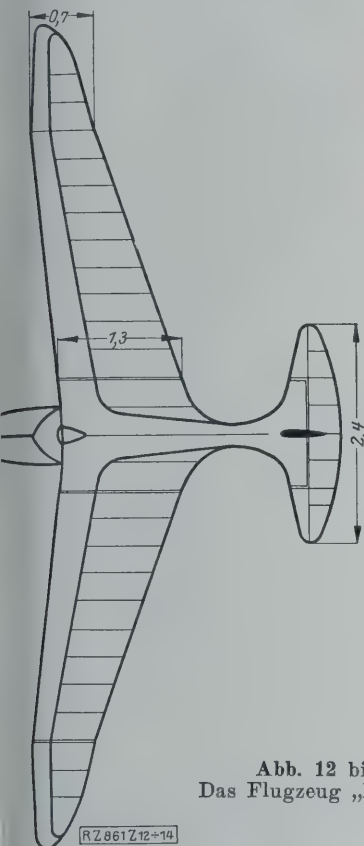
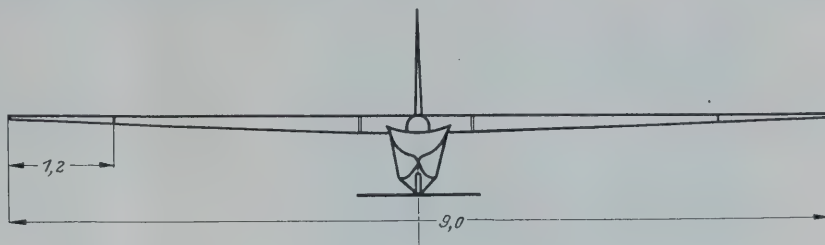
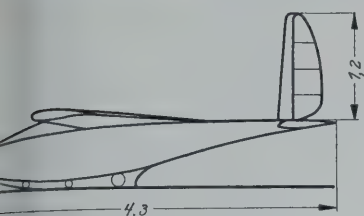


Abb. 12 bis 14
Das Flugzeug „La Pruvo“

Die Flugzeuge des Leistungswettbewerbes

Für den Bau von Leistungsflugzeugen hatte die Rhön-Rossitten-Gesellschaft keine Vorlagen herausgegeben. Es war daher eine ziemliche Mannigfaltigkeit von Mustern vorhanden, die aber zum Teil schon bei früheren Wettbewerben mit mehr oder weniger Erfolg aufgetreten waren.

Erwähnenswert ist, daß außer dem alterproben Darmstädter Flugzeug Margarethe, das in diesem Jahr leider zerstört wurde, keine doppelsitzigen Flugzeuge erschienen waren.

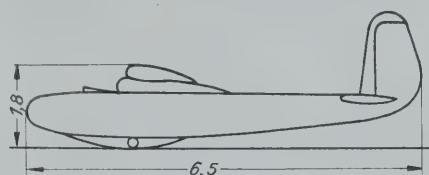


Abb. 10 und 11
Das Flugzeug
„Darmstadt“.

Das Siegerflugzeug des diesjährigen Wettbewerbes stellt in baulicher Durchführung und Werkstattheit eine Höchstleistung dar.

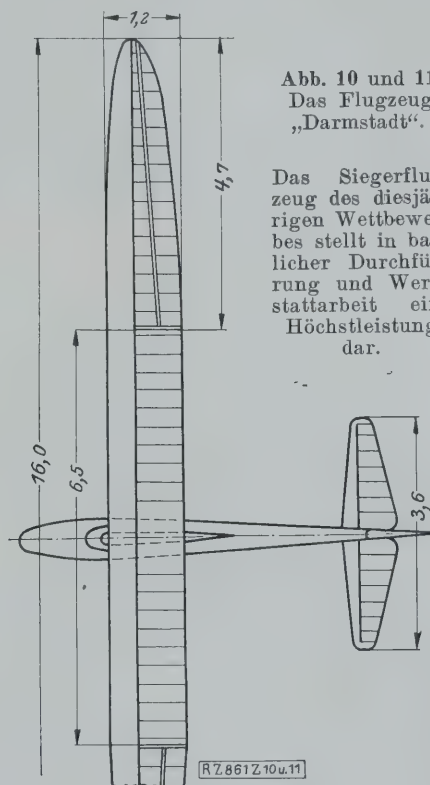


Abb. 9
Ansicht des Flugzeuges „Darmstadt“.

Die äußere Ähnlichkeit mit älteren Mustern ist auch bei diesem Flugzeug auffallend.

Leistungen und Eigenschaften der Schul- und Übungsflugzeuge

Trotz ihres einfachen Aufbaues zeigten die Schul- und Übungsflugzeuge recht gute Flugleistungen. Längere Segelflüge konnten von geschickteren Führern auch mit dem Segelflugzeug, selbst bei Windstärken von weniger als 1 m/sec, ausgeführt werden. Vor allem aber zeigten die Flugzeuge beider Klassen eine Steuerbarkeit, die vielen Leistungsflugzeugen überlegen war. Dies ist umso bemerkenswerter, als befriedigende Ruderwirkung bei so geringen Geschwindigkeiten, wie sie die gering belasteten Flugzeuge dieser Klassen aufweisen, erfahrungsgemäß aus nicht leicht zu erreichen ist. Der überzogene Flugzustand, der von ungeübten Führern vor allem im Kurvenflug oft unfreiwillig erreicht wurde, war bei den genannten Flugzeugen noch ausgezeichnete Querstabilität vorhanden. Sie neigten also nicht zu Ausschlagen um die Längsachse oder zum Trudeln. Diese Gefahr des Übungsfliegens stark vermindern. Eigenart ist eine Folge der rechteckigen Umrißform ihrer Flügel. Die Flügelenden solcher Flächen werden bei kleinerem induzierten Anstellwinkel angeblasen als der mittlere Flügelteil¹⁾. Die Profile der Enden erreichen ihren Höchstauftrieb erst bei größerem Anstellwinkel als der Flügelmitte. Sie dämpfen somit Drehungen um die Längsachse auch dann noch, wenn der Höchstauftrieb des gesamten Flügels überschritten ist und das Flugzeug an Höhe verliert. Der Führer ist in der Lage, die Steuerfehler zu erkennen und zu verbessern, ehe die schlechten Flugzustände erreicht sind.

¹⁾ Handbuch d. Flugzeugkunde Bd. II: Fuchs und Hopf, Aerodynamik, Berlin 1922, S. 123.



Abb. 15
Seitenansicht des „Zaunkönig“.

Die Seitensteuerflächen auf den Flügelenden sind zu erkennen. Das Flugzeug wäre auch ohne das an dem auffallend kurzen Rumpf angebrachte Höhenruder längs-stabil.

Alle Flugzeuge, bis auf eines, das auch als Doppel-decker zu verwenden war, waren Hochdecker, die je nach Spannweite abgestrebte oder freitragend angeordnete Flächen hatten. Aus den Abbildungen der beiden wohl aerodynamisch besten Leistungsflugzeuge Oberschlesien, Abb. 5 bis 8 und Darmstadt, Abb. 9 bis 11, ist zu ersehen, daß äußere Abweichungen von der üblichen Form der letzten Jahre nicht vorhanden sind. Die Oberschlesien, Abb. 5 bis 8, deren Spannweite das Zwanzigfache der Flügeltiefe beträgt, dürfte damit wohl das äußerste Seitenverhältnis aufweisen, bei dem hinreichende Wendigkeit noch zu ermöglichen ist. Jedenfalls erfüllte die Oberschlesien unter Führung eines verhältnismäßig jungen Führers glänzend alle auf sie gesetzten Hoffnungen.

Die Leistungen der Darmstadt, Abb. 9 bis 11, unter Nehrings bewährter Führung waren der Gipfelpunkt des Wettbewerbes. Trotz des hohen Leergewichtes von 150 kg war sie hervorragend segelfähig. Baulich und werkstattechnisch muß die Darmstadt als vorbildlich bezeichnet werden.

Das einzige ausländische Flugzeug Le Vautour von Auger, fiel gegenüber den deutschen Bewerbern stark ab. Auffallend an diesem Muster war die starke V-Form der Flächen, die eine so große Stabilität um die Längsachse zur Folge hatte, daß die Querruder augenscheinlich wirkungslos waren.

Der technische Wettbewerb

Der technische Wettbewerb brachte manches Unfertige und manches Abwegige. Bemerkenswert wurde er durch zwei Flugzeuge, durch den La Pruvo von Kirchner, Abb. 12 bis 14, und den Zaunkönig von Nihm, Abb. 15 bis 21.

Kirchner hatte beabsichtigt, durch mustergültige Werkstattarbeit geringstes Leergewicht und damit geringste Abmessungen zu erreichen. Wenn auch am La Pruvo einige Mängel besonders in der Beschlagsbauart und Lastigkeit wegen fehlender Erfahrung untergelaufen waren, so stellt doch der Bau eines flugfähigen Leistungsflugzeuges mit einem Leergewicht von nur 35 kg eine Glanzleistung dar.

Da das Fluggewicht des La Pruvo nur rd. 100 kg beträgt, sind seine Abmessungen nur klein. Kleine Flugzeuge haben aber für das Segelfliegen besondere Wichtigkeit. In der Atmosphäre kommen nämlich vielfach thermische Aufströme vor, deren Ausdehnung gering ist. Dieser Art sind z. B. die Aufströme unter Cumulus-Wolken, die auch in der Ebene an vielen Sommertagen vorhanden sind. Ein Ansteigen unter einem Cumulus mit anschließendem Gleitflug zum nächsten kann vielleicht längere Streckenflüge auch fern vom Gebirgsaufwind möglich machen, Abb. 22. Die Ausnutzung solcher beschränkter Aufwindzonen wird voraussichtlich nur mit Flugzeugen von so kleinen Abmessungen, wie sie der La Pruvo hat, möglich sein.

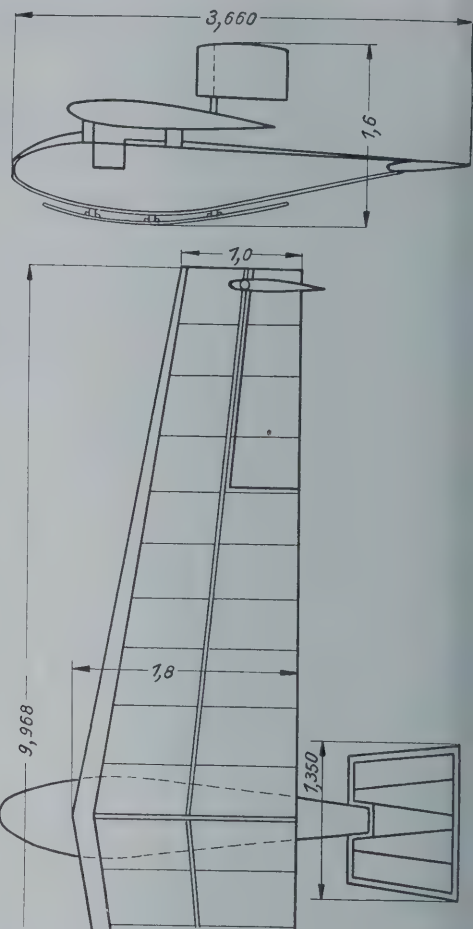


Abb. 16 und 17. Das Flugzeug „Zaunkönig“.

Die Einzelheiten des La Pruvo zeigen kaum. Die Quersteuerung durch Drehung der Flügelende eine senkrecht zur Flugrichtung liegende wagerechte ist schon von Bleriot ausgeführt worden; freilich mit so gutem Erfolg wie hier.

Neu ist lediglich die Kufenabfederung durch m Ringpaare aus Stahldraht, die leicht und windschnittt kleidet ist. Sie bewährte sich gut.

Trotz allem war Kirchners Flugzeug nichts legend Neues; denn das wesentliche des La Pruvo Leichtbau, ist das Bestreben aller Flugzeugkonstruk

Wirklich neue Gedanken brachte Nihm mit s Zaunkönig zur Ausführung, Abb. 16 und 17. Er v zum erstenmal das symmetrische Flügelprofil fü Tragfläche eines bemannten Segelflugzeuges an. S trische Flügelschnitte haben die Eigenschaft, daß Druckmittel der Luftkräfte zum Unterschied vom g ten Flügelschnitt nicht wandert, sondern im nor Flugbereich bei allen Anstellwinkeln in 25 vH der E tiefe von der Eintrittskante entfernt liegt. Symmet Flügel sind daher bei Tieflage des Schwerpunktes ohne Leitwerk längsstabil. Sie können für die sch lose Bauart von Flugzeugen verwendet werden. A dem treten, da das Druckmittel nicht wandert, kei Verdrehkräfte im Tragwerk auf, das man infolge entsprechend leichter bauen kann.

Der Nachteil der symmetrischen Profile ist ih ringer Höchstauftrieb, der um rd. 20 vH kleiner als de guten gewölbten Flügelschnitten ist. Dieser Nachteil mit zunehmender Flügeltiefe und Fluggeschwindigke

Nihm hat sein Flugzeug, zur Vermeidung von gangschwierigkeiten, noch mit einem kurzen Rumpf mit Höhenruder gebaut. Ebenso ist der Flügel noch frei von Verdrehkräften, da die Quersteuerung durch windungsklappen erfolgt. Trotzdem betrug das L wicht des Zaunkönig nur 45 kg. Der geringe Wert bei vollständiger Ausnutzung der Vorteile des symmetri Flügelschnitts sicher, noch erheblich vermindert wer

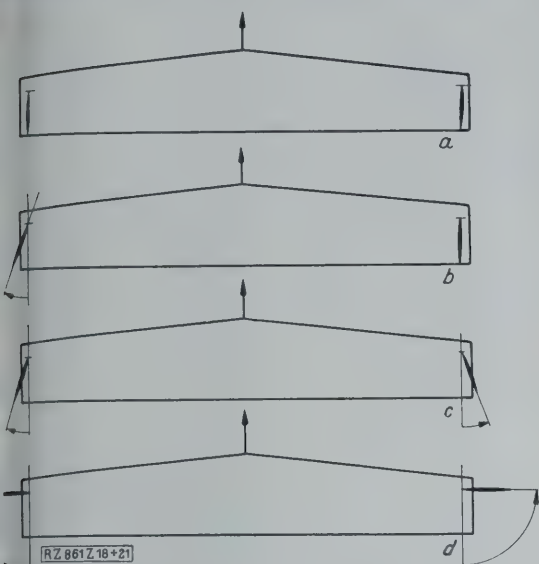


Abb. 18 bis 21
Die Seitensteuerung des „Zaunkönig“

er Gedanke, symmetrische Flügelschnitte zu verwenden von der Rhön-Rossiten-Gesellschaft, die schon viele wohlgelungene Modellversuche zur Erprobung von Flugzeugen ausgeführt hat. Überhaupt ist die Zusammenarbeit in engster Zusammenarbeit mit der Rhön-Rossiten-Gesellschaft entstanden.

Die Seitensteuerung des Zaunkönig erfolgt durch die auf der Oberseite beider Flügelenden angebrachten und um senkrechte Achsen gedreht werden, (Abb. 18 bis 21). Wird eine der Klappen, z. B. die linke, nach unten geschlagen, so dreht das Flugzeug infolge der Widerstandserhöhung auf dieser Seite nach links. Werden beide

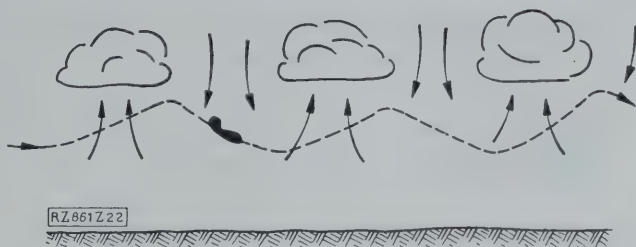


Abb. 22
Der Segelflug unter Cumulus-Wolken

Klappen gleichmäßig unter einem spitzen Winkel ausgeschlagen, so daß die Verlängerungen ihrer Mittellinien einander vor dem Flugzeug schneiden), so vergrößert sich die Stabilität um die Hochachse. Ausschlag beider Klappen um 90° hat starke symmetrische Widerstandvermehrung zur Folge und wird zum Verkürzen des Anlaufs angewandt. Die Klappen werden, der normalen Seitensteuerung entsprechend, durch Fußhebel (Pedale) betätigt.

Die Steuerung hat sich sehr gut bewährt. Sie ist gleichfalls von der Rhön-Rossiten-Gesellschaft seit längerer Zeit entwickelt und an der Ente der Rhön-Rossiten-Gesellschaft mit Erfolg erprobt worden.

Zusammenfassung

Der diesjährige Wettbewerb brachte technische Fortschritte im wesentlichen nur durch verbesserte Durchkonstruktion und Werkstattarbeit. In einem besonderen technischen Wettbewerb, der an die Veranstaltung angegliedert war, wurde ein Flugzeug gezeigt, das durch sein geringes Leergewicht von 35 kg bemerkenswert war. Außerdem wurde in diesem Wettbewerbsfeld zum erstenmal ein Flugzeug mit symmetrischem Flügelschnitt vorgeführt. Die symmetrischen Flügelschnitte bieten gegenüber den gewölbten Vorteilen, die die Entwicklung des Segel- wie auch des Motorflugzeuges richtunggebend beeinflussen können. [B 861]

Diesel-elektrisch angetriebene Verschiebelokomotive

Die Pennsylvania-Eisenbahn erbaut zur Zeit in ihren Werksstätten in Altoona einige diesel-elektrisch angetriebene Verschiebelokomotiven mit der Achsfolge B und rd. 59 t Leertgewicht. Die ganze Länge der Maschine über die Kupplung gemessen beträgt 8,1 m, der Raddurchmesser 1270 mm und der feste Radstand 3 m. Der bei 1800 Uml./min 500 PS leistende Dieselmotor wiegt 9,1 t. Der Generator leistet 330 kW bei 800 Uml./min und 550 bis 600 V Spannung. Die Anfahrzugkraft beträgt 18 000 kg, die Höchstleistung bei 30 km/h Fahrgeschwindigkeit 3750 kg. Infolge der großen Größe und Länge der Lokomotive erschien es notwendig, einen Führerstand nur an einem Ende vorzusehen. Da die Lokomotive insbesondere für Verschiebedienst bestimmt ist, so hat sie kleine Räder bei einem verhältnismäßig starken Motor, und wegen der geringen erforderlichen Geschwindigkeit hat sie keine Laufachse erhalten, so daß das gesamte Gewicht als Reibungsgewicht ausgenutzt werden kann. Dennoch muß, wenn man die Leistung des Motors beim Anfahren voll ausnutzen will, beim Anfahren der Lokomotive geschaltet werden.

Die ganze Dachfläche wird von 10 großen Wasserpumpen eingenommen; auf eine künstliche Unterlage für die Luftbewegung im Kühler konnte wegen der verhältnismäßig großen Kühlfläche verzichtet werden. Nur die Abgasenergie der Auspuffgase im Auspuffschlot wird zur Kühlung der Kühlflüssigkeit benutzt. Außerdem ist es durch die Wassermenge und der Umlaufgeschwindigkeit möglich, die Kühlwassertemperatur unabhängig von der Lastleistung sowie der Außentemperatur auf der dem zuträglichsten Höhe zu halten. Der von der Bessemer Engine Co. gelieferte achtzylindrige V-Dieselmotor arbeitet im Viertakt mit Druckeinspritzung des Brennstoffes; er leistet bei mittleren nutzbaren Arbeitsdruck. Die Zylinderleistung beträgt 212, der Hub 300 mm. Der Motor wird durch einen Luftbehälter, der dem Hauptluftbehälter der Lokomotive entnommen wird. Besondere Anlaß-

gründe sind infolgedessen nicht vorgesehen. Damit man aber auch, wenn die Maschine längere Zeit abgestellt gewesen ist, den Motor mit Sicherheit jederzeit anlassen kann, ist noch eine besondere kleine Druckluftpumpe vorhanden, die den Zylinder-Benzinmotor antreibt.

Der Brennstoff für den Dieselmotor wird in drei Behältern mit je 325 l Inhalt unter dem Führerstand mitgeführt, von denen aus er mittels einer elektrischen Zahnradpumpe einem hochliegenden Behälter zugeleitet wird. Außer dem unmittelbar angetriebenen Hauptstromerzeuger ist noch ein kleiner Hilfsstromerzeuger vorhanden von 16 kW und 100 V bei 400 und 20 kW und 125 V bei 800 Uml./min, dessen Spannung bei den Drehzahlchwankungen zwischen Leerlauf und Vollast durch einen Schnellregler in den angegebenen Grenzen gehalten wird. Die verhältnismäßig hohe Leistung dieses Hilfsstromerzeugers bei Leerlauf des Hauptmotors wird durch die von ihm bediente elektrische Hilfsausrüstung bedingt: den Bremsluftverdichter, der auch bei Leerlauf des Motors schon seine volle Leistung entwickeln muß, die Brennstoffpumpen, die Beleuchtungsstromkreise, die elektrische Steuerung und die Ladung einer Batterie mit 6 V Spannung für die Notbeleuchtung sowie die Zündung des Antriebmotors für den Hilfsluftverdichter.

Zum Antrieb dienen zwei normale Tatzenlagermotoren von je rd. 200 kW Stundenleistung. Der Dieselmotor vermag kurzzeitig bei absichtlicher Ausschaltung des Drehzahlreglers und bei Steigerung der Drehzahl auf 1000 Uml./min rd. 600 PS zu leisten, und hierauf ist auch die gesamte elektrische Ausrüstung eingerichtet. Die Steuerung arbeitet folgendermaßen: Nachdem der Dieselmotor durch vom Hilfsluftverdichter erzeugte Druckluft angelassen worden ist, gibt der Hilfsstromerzeuger bei Leerlauf des Dieselmotors die erforderliche Spannung zur Betätigung der elektrisch gesteuerten Druckluftventile, die dann entsprechend der Stellung des Fahr Schalters den Regler und durch diesen die Brennstoffpumpen des Dieselmotors je nach der verlangten Leistung beeinflussen. („Railway Age“ Bd. 83 (1927) S. 1939) [N 754] Günther

Der piezoelektrische Quarz in der Hochfrequenztechnik

Von Dipl.-Ing. Max Zorn, Spandau

Geschichte der Piezoelektrizität — Piezoelektrische Erscheinungen am Quarzkristall — Verhalten bei Hochfrequenz: Eigenschwingungszahl, Resonanz, elektrische Eigenschaften — Verwendung in der Hochfrequenztechnik: Wellenkontrolle, Wellenkonstanz, Kurzwellensender, Unterwasserschallgerät

Die im Jahre 1703 von holländischen Juwelieren gemachte Beobachtung, daß Turmalinkristalle beim Erwärmen leichte Körper anzogen und wieder abstießen, wurde 1756 von Aepinus als eine Erscheinung elektrischer Natur gedeutet. Aepinus zeigte, daß ein prismatischer Stab dieses Kristalls während des Erwärmens an seinen beiden Enden entgegengesetzte elektrische Polaritäten erhielt, die beim Erkalten ihr Vorzeichen umkehrten. Im Jahre 1880 entdeckten I. und P. Curie ebenfalls am Turmalin, daß dieselben elektrischen Zustände auch durch Zug und Druck hervorgerufen werden können. Jene Erscheinung nannte man Pyro-(Wärme-), diese Piezo-(Druck-)Elektrizität. Beiden jedoch liegt dieselbe Ursache zugrunde, nämlich die Veränderung der gegenseitigen Lage der permanent polarisierten Teilchen des Kristalls, und zwar bei Druck und Abkühlung Zusammenziehung, bei Zug und Erwärmung Ausdehnung. Auch die Umkehrung dieser Wirkung wurde bald von den Curies gefunden. Wird der Kristallstab in bestimmter Richtung in ein elektrisches Feld gebracht, so rufen die Belegungen seiner Flächen Ausdehnung oder Zusammenziehung hervor.

Von den zahlreichen piezoelektrischen Kristallen soll im folgenden nur der Quarz und seine Verwendung in der Hochfrequenztechnik besprochen werden. Der Quarz kristallisiert in der in Abb. 1 und 2 dargestellten hexagonal-rhomboedrischen Form. Sein Kristall hat eine optische Achse (O) und drei dazu senkrecht stehende, gegeneinander um 120° geneigte elektrische Achsen (E_1, E_2, E_3). Nur die elektrischen Achsen sind piezoelektrisch wirksam, das heißt, bei Druck oder Zug werden zwei senkrecht dazu stehende Flächen elektrisch aufgeladen. Eine mechanische Beanspruchung in Richtung der optischen Achse dagegen ruft keine Aufladung irgendeiner Fläche hervor.

Aus dem Kristall sei parallel zur optischen und senkrecht zur elektrischen Achse E_1 eine Platte von der Dicke δ , der Länge l und der Breite b nach Abb. 3 herausgeschnitten. Erhitzt man diese Platte und bestäubt sie während der Abkühlung durch ein feines Sieb hindurch mit einem Gemisch von Mennige und Schwefelpulver, so lagert sich das durch die Reibung an den Schwefelteilchen oder Siebfäden positiv geladene Mennigepulver an der negativen (z. B. $EFGH$), der negativ elektrisierte Schwefel an der positiven Fläche (z. B. $ABCD$) ab.

Über die piezoelektrischen Wirkungen in Richtung E_1 (für die beiden anderen elektrischen Achsen E_2 und E_3 gilt Entsprechendes) sei untenstehende Übersicht gegeben.

Wird die Quarzplatte mit ihren Flächen $ABCD$ und $EFGH$ an die Elektroden einer Wechselspannung gelegt, so gerät sie in mechanische Schwingungen. Bei Übereinstimmung der Eigenschwingungszahl in Richtung der elektrischen Achse oder senkrecht dazu mit der Frequenz der an-

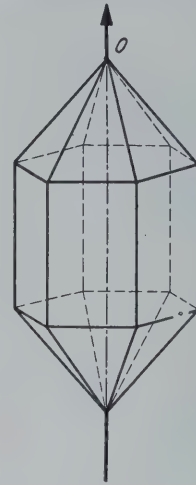


Abb. 1 und 2
(links)
Quarzkristall

O Optische Achse
 E_1, E_2, E_3 Elektrische Achsen

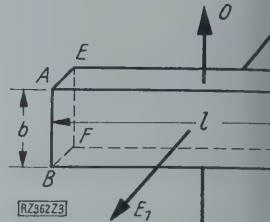
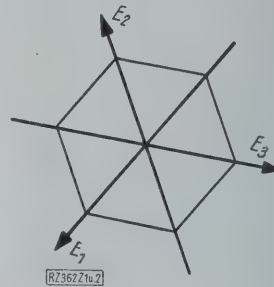


Abb. 3
Quarzplatte. Schnitt parallel zur optischen Achse O und senkrecht zur elektrischen Achse E_1

gelegten Wechselspannung werden die Eigenschwingungen zu stehenden Longitudinalschwingungen (Resonanz) mit der Eigenschwingungszahl n , Druckfortpflanzungsgeschwindigkeit c in cm/s und Länge der Quarzplatte l in cm besteht die Beziehung

$$n = \frac{c}{2l} \text{ s}^{-1}. \text{ Aus spezifischem Gewicht } \gamma = 2,65 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Elastizitätsmodul (in Dyn)} E \approx 8 \cdot 10^{11} \frac{\text{g}}{\text{cm}^2} \text{ ergibt}$$

$$\text{für den Quarz } c = \sqrt{\frac{8 \cdot 10^{11}}{2,65}} = 5,45 \cdot 10^5 \text{ cm/s und}$$

$$\text{Eigenschwingungszahl } n = \frac{2,725}{l} \cdot 10^5 \text{ s}^{-1}.$$

Zwei einfache Schaltungen zur Bestimmung der Kristallresonanz sind in Abb. 4 und 5 gegeben. Wird die Spule a induzierte Senderfrequenz stetig geändert, so gibt der zwischen den Elektroden b angeordnete Quarz im Resonanzfalle die größte Energie an den Detektor, was an dem Ausschlag des Strommessers e festgestellt werden kann. Der Resonanzbereich zeigt sich außerordentlich scharf. Nach Abb. 5 wird an Stelle des Detektors

	Ursache		Wirkung		
	Druck	Zug	(Aufladung) +	-	
a	$ABCD$	—	$ABCD$	$EFGH$	Druck in Richtung der elektrischen Achse oder Zug senkrecht dazu lädt die beiden Flächen senkrecht zur elektrischen Achse elektrisch auf
	$EFGH$	—	$ABCD$	$EFGH$	
	—	$ABFE$ $DCGH$	$EFGH$	$ABCD$	Zug in Richtung der elektrischen Achse oder Druck senkrecht dazu lädt die beiden Flächen senkrecht zur elektrischen Achse entgegengesetzt auf
	$ABFE$ $DCGH$	—	$EFGH$	$ABCD$	
	(Aufladung)		Zusammenziehung	Ausdehnung	
	+	-			
b	$ABCD$	$EFGH$	—	$ABCD$ $EFGH$	Ein elektrisches Feld in Richtung der elektrischen Achse bewirkt Ausdehnung in dieser Richtung und Zusammenziehung in senkrechter Richtung dazu
	$ABCD$	$EFGH$	$ABFE$ $DCGH$	—	
	$EFGH$	$ABCD$	$ABCD$ $EFGH$	—	Ein entgegengesetzt gerichtetes Feld in Richtung der elektrischen Achse bewirkt Zusammenziehung in dieser Richtung und Ausdehnung in senkrechter Richtung dazu
	$EFGH$	$ABCD$	—	$ABFE$ $DCGH$	

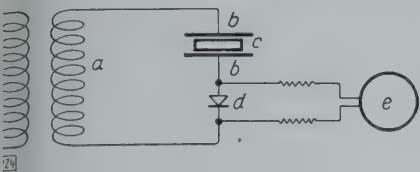


Abb. 4
Bestimmung der
Quarzresonanz
durch Detektor
a Spule
b Elektroden
c Quarzkristall
d Detektor
e Strommesser

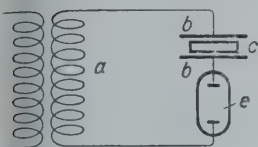


Abb. 5
Bestimmung der Quarzresonanz
durch Glühlampe
e Glühlampe

Strommessers eine Glühlampe *e* verwendet, die bei Resonanz hell aufleuchtet.

Cady¹⁾ untersuchte den Resonanzfall in der Schaltung 1 Abb. 6. Die auf den aus der Spule *a* und dem Kondensator *c*₂ gebildeten Schwingungskreis induzierte Frequenz *f* verändert. Abb. 7 zeigt das Ergebnis: Der durch *c*₂ fließende Strom wird bei Resonanz fast null; der gesamte Strom fließt über den parallelgeschalteten Quarzkondensator *c*₁, dessen elektrostatische Kapazität von $4,5 \cdot 10^{-6}$ Mikrofarad in der Nähe der Eigenschwingungszahl Werte zwischen $+42 \cdot 10^{-6}$ und $-32 \cdot 10^{-6}$ Mikrofarad annimmt.

Die Frequenz *f* eines Schwingungskreises nach Abb. 6 durch die Selbstinduktion *L* der Spule *a* und die Summe der Kapazitäten *C*₁ + *C*₂ der beiden Kondensatoren *c*₁ und *c*₂

der Beziehung $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L(C_1 + C_2)}}$ gegeben. Verkleinerung von *C*₂ bewirkt Frequenzerhöhung. Andererseits hat Frequenzerhöhung in der Nähe des Resonanzpunktes, Abb. 7, Vergrößerung der Quarzkapazität *C*₁ zur Folge. Für Verkleinerung von *C*₂ gilt das Umgekehrte. Die Quarzkapazität *C*₁ ist also gegenüber *C*₂ im entgegengesetzten Sinne gleichartig in der Nähe der Resonanz eine Änderung der Kapazität oder eine entsprechende Änderung der Induktivität des Schwingungskreises bis zu einem gewissen Betrage. Ohne Quarzkondensator ändert sich die Frequenz *f* der gestrichelten Linie, mit Quarzkristallsteuerung nach ausgezogenen Linie, Abb. 8. Steigt oberhalb der Resonanz die Kapazität *C*₂ über *C*₂' hinaus oder sinkt sie unter der Resonanz unter *C*₂'', so geht die Frequenz sprunghaft auf einen Wert über, der für gleiches *C*₂ dem andern Resonanz zustand angehört. Die Frequenz des Schwingungskreises die Eigenschwingungszahl des Quarzes dürfen daher nicht zu nahe beieinander liegen, wenn dieser labile Schwingungszustand vermieden werden soll. Bemerkte sei noch, daß die Größe der Frequenzschwankungen durch die Quarzsteuerung bis zu etwa $\frac{1}{500}$ verkleinert wird, was der Genauigkeit halber in Abb. 8 nicht im richtigen Verhältnis eingezeichnet werden konnte.

Wegen seiner piezoelektrischen Schwingfähigkeit wird Quarz seit einigen Jahren in der Hochfrequenztechnik zur Prüfung und Gleichhaltung der Wellenlänge benutzt. Die ersten Patente hierüber wurden in Amerika von Cady gemeldet. Die der Quarzresonanz *n* entsprechende Wellenlänge $\lambda^{\text{cm}} = \frac{300 \cdot 10^6}{n}$ oder $\lambda^{\text{m}} \approx 110 \frac{\text{m}}{n}$ ist von der Wellenabmessung in der Schwingungsrichtung abhängig. Aus praktischen Gründen verwendet man nur Platten von 10 mm Dicke und benutzt für Wellenlängen von 100 bis 10 m die Dicken-, für größere die Längsschwingungen der Platte. Für kürzere Wellen sondert man entweder die Oberschwingung der 1 mm dicken Platte aus oder einen Kristall nach Abb. 9 und 10 zu Dicken- oder Längsschwingungen. Die Quarzplatte wird hierbei mit einem Elektrodenpaar *b* *b* von einer Länge gleich höchstens der halben entsprechenden mechanischen Wellenlänge $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ an der Stelle des Schwingungsbauches erregt und schwingt dadurch mit Vielfachen ihrer Grunddickenschwingung.

Abb. 11 zeigt eine Senderschaltung mit dem Quarz als Erzeuger der Frequenz. Der Quarz *c* liegt am Gitter der Röhre *f*, parallel zu einer Drossel *g*. Besonders merkwürdig ist die Kristallsteuerung bei Kurzwellensendern.

¹⁾ Vergl. W. G. Cady, Proceedings of the Institute of Radio and Electrical Engineers Bd. 10 (1922) S. 88 und Journal of the Optical Society of America and Review of Scientific Instruments Bd. 7 (1925) S. 475.

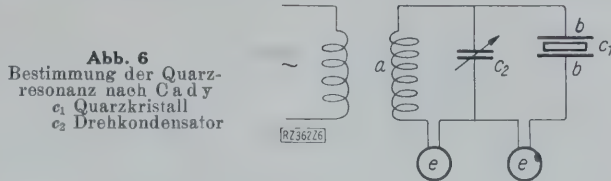


Abb. 6
Bestimmung der Quarzresonanz
nach Cady
*c*₁ Quarzkristall
*c*₂ Drehkondensator
e Strommesser

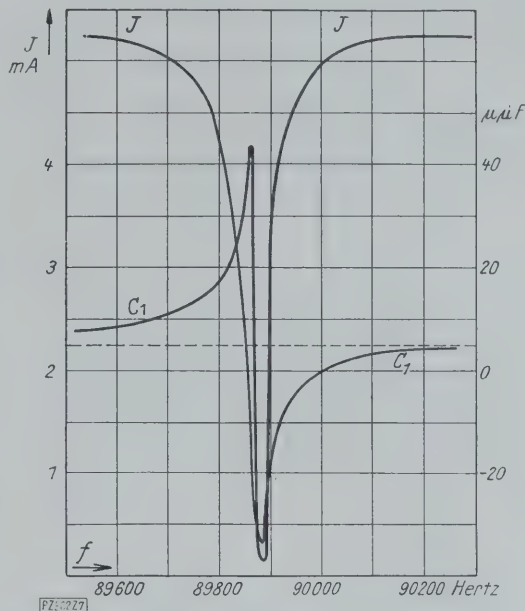


Abb. 7
Änderung der Kapazität des Quarzes in der
Nähe der Resonanz und Stromverlauf im Dreh-
kondensator *c*₂
J Strom durch den Drehkondensator *C*₁ Kapazität
des Quarzes *f* Frequenz

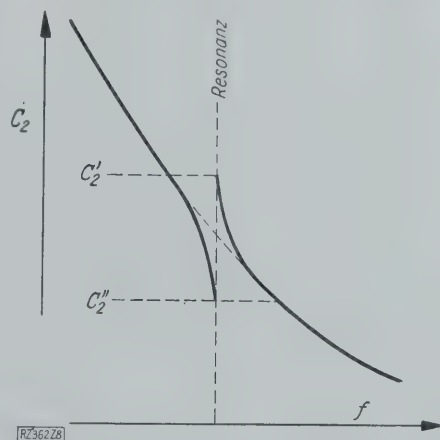


Abb. 8
Frequenzänderung bei Kapazitätsschwankungen
des Schwingungskreises mit und ohne Quarzkondensator
*C*₂ Kapazität des Schwingungskreises *f* Frequenz

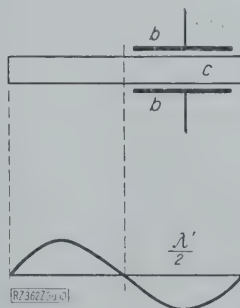


Abb. 9
Erregung zur zweifachen
Grundschwingung
c Quarz *b* *b* Elektroden

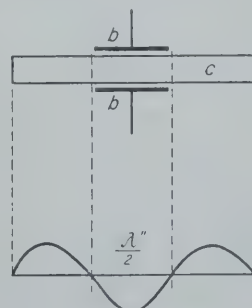
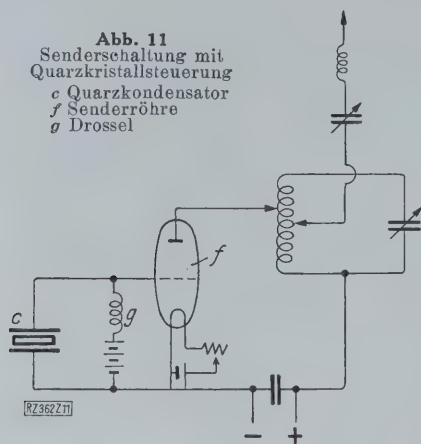


Abb. 10
Erregung zur dreifachen
Grundschwingung
c Quarz *b* *b* Elektroden

Abb. 11
Senderschaltung mit
Quarkristallsteuerung
c Quarzkondensator
f Senderröhre
g Drossel



dern. In Abb. 12 ist die schematische Schaltung der b
Nauener Kurzwellensender wiedergegeben²⁾. Der Kris
hat eine Eigenschwingungszahl, die einer Wellenlänge
100 m entspricht. Die Energie der ersten Röhre, et
bis 2 W, wird mittels zweier Röhren verstärkt, dann
Frequenz vervierfacht ($\lambda = 25$ m) und die Energie m
dreier weiterer Röhren auf 20 kW verstärkt.

Erwähnt sei noch das im Jahre 1917 von L a n g e
gebaute Unterwasser-Schallgerät zur Echolotung. Es be
aus zwei 3 cm dicken Stahlplatten, zwischen denen
100 cm² große Quarzplatte von einigen mm Dicke
festigt ist. Die durch eine hohe elektrische Wechs
nung erregte Quarzplatte sendet im Resonanzfalle s
mechanische Wellen aus. Zur Ausstrahlung von 1 W D
energie je 1 cm² Oberfläche sind 2500 V erforderlich.
gekehrt kann das Gerät auch als Empfänger dienen, in
die von außen wirkenden Drücke gleicher Frequenz an
Quarzflächen Wechselspannungen hervorrufen. [M 3

²⁾ Vergl. Meißner, Zeitschr. f. techn. Physik Bd. 7 (1926)

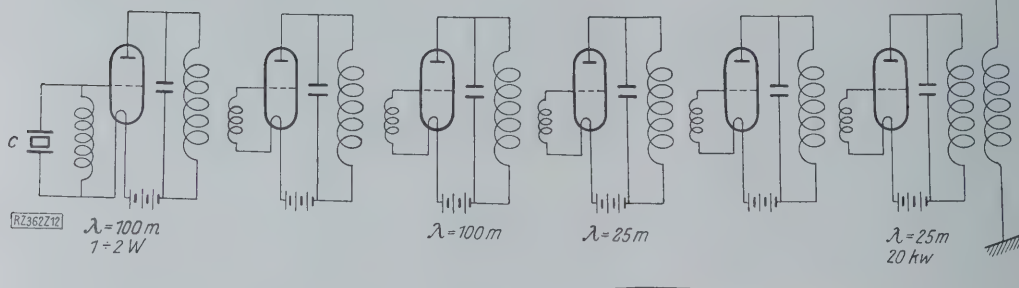


Abb. 12
Schaltung des Nauen
Kurzwellensenders

Gußeisen mit Nickel- und Chromgehalt

Der Verbrauch an Chrom und Nickel ist in deutschen Gießereien recht gering. Wie P. Oberhoffer und E. Piwowarsky¹⁾ bei einem längeren Aufenthalt in den Vereinigten Staaten von Amerika feststellten, werden dort dagegen, seitdem man den verbesserten Einfluß beider Metalle auf die Eigenschaften von Gußeisen durch umfangreiche praktisch-wissenschaftliche Arbeiten der International Nickel Co. erwiesen hat, beträchtliche Mengen Chrom und Nickel zur Veredelung des Gußeisens benutzt. Aus den amerikanischen Untersuchungen, denen von Guillet und auch von Piwowarsky ergab sich: Nickel vermindert etwas den Gesamtkohlenstoffgehalt des Eisens, begünstigt mäßig den Karbidzerfall, neigt auch dazu, den Perlitanteil im Gefüge etwas herabzusetzen, und ist bestrebt, die perlitische Grundmasse mehr und mehr in Sorbit und in Martensit zu überführen. Nickel erhöht also die Härte des Gußeisens nennenswert, obgleich es den Gehalt an gebundenem Kohlenstoff etwas verringert. Siliziumzusatz zum Gußeisen vermindert ebenfalls die Menge gebundenen Kohlenstoffes und dagegen auch die Brinell-Härte, allerdings nur in größeren Wanddicken, während ein Zusatz von Chrom genau das Gegenteil bewirkt. Bei sehr kohlenstoffreichen Legierungen scheint Nickel die Menge gebundenen Kohlenstoffes anfangs herabzusetzen und dann wieder etwas zu erhöhen.

Übereinstimmend mit der International Nickel Co. fand Piwowarsky schon früher, daß bei kohlenstoffreichen, siliziumärmeren Legierungen der Einfluß des Nickels sehr deutlich erkennbar ist und in Mengen bis etwa 1 vH, jedoch nicht in größeren, die Zugfestigkeit von Grauguß steigert. Siliziumreichere Legierungen zeigen dagegen bei bis zu 5 vH Nickel ein Ansteigen der Zugfestigkeit. O. S m a l l e y und auch W. G. M e r t o n fanden, abweichend von Piwowarsky, daß Nickelzusatz beachtliche Graphitverfeinerung bewirkt. Bei größeren Nickelzusätzen empfiehlt es sich, weniger Silizium zu verwenden, weil Nickel die Graphit-Bildung ähnlich wie Silizium beeinflusst, damit man völlig graues, gut bearbeitbares und dennoch festes Eisen erzielt. Es ergab sich, daß sich Si und Ni bei gleichbleibendem Gesamtkohlenstoff im Gußeisen im Verhältnis von 1 Si : 2 Ni ergänzen.

Die Zähigkeit von Gußeisen wird durch Nickelzusatz stark erhöht. Besonders bei Gußstücken mit verschiedenen Wanddicken macht Nickel das Gefüge gleichmäßig. An Würfeln von 100 mm Kantenlänge aus Grauguß beobachteten die amerikanischen Forscher, wie zunehmender Nickelgehalt zur Gleichmäßigkeit des Gefüges und der Härte bei-

trägt. Nickel macht den Eisenguß auch dichter, und Neigung, poröse Stellen zu bilden, nimmt ab. Daher eignet sich Nickelgußeisen besonders für Kolben, Zylinder und Kompressorenbau.

Will man neben dem günstigen Einfluß des Ni durch gleichzeitigen Chromzusatz größere Festigkeit erweiterte Verfeinerung der metallischen Grundmasse erreichen, ohne daß die härtende Wirkung des Chroms unangenehm bemerkbar macht, so wählt man ein Verhältnis von Nickel zu Chrom von mindestens 1 : 2,5. Nickel ringert auch die Empfindlichkeit des Gefüges von Guß gegen Abschreckung. Schon bei 0,75 vH Ni bilden sich nicht mehr harte Stellen. Für dünnwandige Herde, Spinnereimaschinen u. a. werden auch in Deutschland meistens 0,5 vH Ni angewendet und man erhält weichen, samen, elastischen und gut bearbeitbaren Guß von gleichmäßigem Gefüge. Gußspannungen werden durch Nickelzusatz vermieden, eine Tatsache, die wichtig für den Rotorenguß ist. Nickelhaltiges Gußeisen von 250 Brinell-Härte ist außerordentlich gut bearbeitbar. Dagegen macht ein Guß von etwas über 210 Brinell schon Schwierigkeiten.

Piwowarsky fand, daß auch höchstwertige Gußeisen durch Nickel und Chrom noch um 10 bis 30 vH höhere Festigkeitseigenschaften erhalten. Solcher Werkstoff sich bei Biegefestigkeiten von etwa 90 bis 130 kg/mm² bei Zugfestigkeiten bis etwa 75 kg/mm² und bei Härten 200 bis 300 Brinell mit gewöhnlichen Drehstählen meistens ebenso gut bearbeiten wie unlegierter guter Grauguß.

Für Hartguß ist der Zusatz von Chrom und Nickel vorteilhaft. Chrom steigert die Oberflächenhärte, verfeinert das Korn, und gleichzeitig vorhandenes Nickel mildert den Einfluß des Chroms auf die Empfindlichkeit gegen Stoß und Schweiß.

In Amerika wendet man bisweilen Nickelgehalte von 2,5 bis 6 vH bei 0,5 bis 1,5 vH Chrom an, um Oberflächenhärten von 550 bis 700 Brinell zu erhalten. Für besonders hohe Oberflächenhärte empfehlen die Amerikaner bis 1 vH Nickel und 0,5 bis 1,5 vH Chrom. Durch Steuerung des Siliziumgehaltes (bis etwa 2 vH) wird dann der Einfluß erhöhten Chromgehaltes ausgeglichen. Solche Legierungen, als Adamite patentiert, werden für Hartwalzen, Kammräder, Kaltwalzen, Seilrollen, Ziehringe, Zerspanritzeln usw. benutzt; sie lassen sich schmieden.

Oberhoffer und Piwowarsky veröffentlichten in ihrer Arbeit eine umfangreiche Übersichtstafel über die wichtigsten Verwendungsgebiete von Nickelgußeisen mit Angaben über die chemischen Zusammensetzungen. [N 848]

Berlin

Dr.-Ing. Martin W. Neufeld

¹⁾ „Gießerei“ Bd. 14 (1927) S. 585.

R U N D S C H A U

Schiffbau

Hauptversammlung der Schiffbau-technischen Gesellschaft

Die diesjährige, achtundzwanzigste ordentliche Hauptversammlung fand vom 17. bis 19. November in Berlin statt. Vorsitzende, Geheimrat Busley, überreichte dem ersten Schiffbaudirektor Schwarz, Hamburg, die silberne Denkmünze des Vereines als Anerkennung für die ihm gehaltenen Vorträge. An Stelle des erkrankten Laas verlas Obering. Buchsbaum dessen Vortrag **50 Jahre Bauvorschriften des Germanischen Lloyd**.

Nach einem Überblick über die Entwicklung der äußeren Form und des Inhaltes der Vorschriften geht der Vortrag auf ihren Sinn und ihr Entstehen ein. Ihren Hauptzweck bilden noch die Bestimmungen über die Hauptteile des Schiffes. Im Bilde wurde gezeigt, wie sich die Zusammensetzung der Leitzahlen aus den Hauptabmessungen der wichtigsten Bauteile geändert hat. Die Gewährung des Mindeststrebords auf Grund einer internationalen Abmessungsnorm würde die Bauvorschriften aller Länder untereinander weiter annähern. Im Gegensatz zu früher bezieht heute auch kurze Aufbauten mit in die oberste Gurtung. Wesentlich ist die sorgfältige Nietung. Der Germanische Lloyd verfolgt die Bestrebungen, die Nietung durch Schweißung zu ersetzen; in der Genehmigung müßte er aber vorerst sehr vorsichtig sein. Die Vorschriften für die Prüfung der Werkstoffe sowie für Maschinen und Kessel entstanden erst um 1890. Die Vorschriften über die Maschinen und Kessel sind weniger Vorschriften für den Bau, als solche zur Verhütung von Unfällen. Es hat sich ergeben, daß die Verluste ganzer Schiffe der deutschen Handelsflotte vor dem Krieg unter dem Gesamtdurchschnitt unter den Verlusten der englischen Handelsflotte lagen. Anschließend sprach Prof. Lienau, Danzig, über **Versuchseinrichtungen und -ergebnisse des Instituts für Schiffsfestigkeit an der Technischen Hochschule Danzig**.

Die Versuche an Schiffen und Einzelbauteilen und Meßversuche im Seegang haben noch keine einwandfreien Schlüsse über den Gesamtverlauf der Spannungen ergeben, so daß notwendig sei, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Versuche im großen durch Versuche an Modellen zu schaffen. Unterstützt durch Vereine und die dortige Industrie verfügt die Technische Hochschule Danzigs nunmehr über eine Versuchsanlage, die sich für die besonderen Anforderungen der schiffbautechnischen Forschung eignet.

Verdrehungsversuche an geschlossenen Versuchskörpern geben gute Übereinstimmung mit dem Hookeschen Gesetz und den Formeln von Bredt und Lorenz. Drei jeweils an einem Punkt angesetzte Dehnungsmesser ergaben den Verlauf der Spannungsellipse. Lukeneinschnitte vergrößern den Gesamtverdrehungswinkel und verringern die Drehsteifigkeit. Die Schubspannungen an den Lukenenden steigen auf das 1,7- bis 4fache, und neben den Luken treten erhebliche Zug- und Druckspannungen auf.

Biegeversuche zeigten, daß man die Spannungen theoretisch mittels der Airyschen Spannungsfunktion genügend genau berechnen kann. Die Spannung im Steg verläuft in der Auflager hin nicht mehr geradlinig. Die neue Achse senkte sich nach den Auflagern hin, was wohl darin liegt, daß die mittragende Breite im Zuggurt stark abnimmt und der Druckgurt erheblich besser mitträgt. Nach den Knicken des Druckgurt würden sich die Verhältnisse ändern, doch würde neben der Plattendicke das Seitenverhältnis eine erhebliche Rolle spielen.

In der Aussprache bezweifelte Dr. Dahlmann, Hamburg, die Möglichkeit, die Versuchsergebnisse auf die Verhältnisse in der Natur zu übertragen. Dr. Wrobbel, Hamburg, begrüßte die grundlegenden Versuche und wies auf die Schwierigkeit der Messungen an Bord von Schiffen hin. Dr. Schnadel, Berlin, betonte die Notwendigkeit der Theorie neben dem Versuch. Dr. Siemann, Bremen, erwähnte, gleichzeitig die Schiffsbewegungen bei Meßfahrten zu zeichnen. Im Schlußwort forderte der Vortragende, man müsse von grundlegenden Versuch an Modellen zur Meßfahrt an Bord schrittweise vorgehen.

Am Nachmittag folgte der Vortrag von Obermarine-Geheimrat Lottmann, Wilhelmshaven, über **Erfahrungen bei der Anwendung elektrischer Lichtbogen-schweißung im Schiffbau**.

Marinewerft hat eine Schweißanlage errichtet, in der Schweißstrom den Hellingen von einer Hauptstelle aus

zugeführt wird. Da das Verhältnis der Schweißzeit zur Leerlaufzeit für jede Arbeitsstelle 0,26 bis 0,29 beträgt, und der Leerlaufverbrauch der Einzelumformer bedeutend ist, so verbraucht eine solche Anlage im Vergleich zu 30 Einzelumformern weniger Strom. Für die Elektroden werden zum meist mittelharte Drähte verwendet. Nackte Elektroden sind aus wirtschaftlichen und arbeitstechnischen Gründen den umhüllten vorzuziehen. Den Ausschlag für gute Schweißungen geben die Schweißer selbst.

Zahlreiche Zerreißproben haben gezeigt, daß Stumpfschweißungen die gleiche Fließgrenze wie ungeteilte Stäbe hatten und das Fließen außerhalb der Schweißung eintrat. Längsverbindungen haben bei hartem Blech teils etwas niedrigere, bei weichem Blech teils etwas höhere Fließgrenze. Die Schweißung brach ein, sobald das Fließen begann. Stoßverbindungen hatten 78 bis 82 vH Bruchfestigkeit des ungeteilten Stabes, d. h. um rd. 20 bis 25 vH mehr als Nietverbindungen. Längsverbindungen ergaben 76 bis 90 vH. Scherbeanspruchungen hält die V-Schweißung mindestens ebenso gut wie die zweireihig überlappte Nietung aus. Das Verhalten gegen Stoßbelastungen zeigten Sprengversuche an zwei Kästen. Der geschweißte beulte sich ein, ohne zu reißen, der genietete riß an einer Verstärkung auf.

Beim Zusammenbau größerer Stücke stört, daß besonders bei Naht- und fortlaufenden Kehlschweißungen, weniger bei unterbrochenen Kehlschweißungen quer zur Schweißraupe beträchtliche Schrumpfungen auftreten. Bei weicheren Blechen läßt sich das durch Hämmern der Schweißung in kaltem Zustand ausgleichen. Bei härteren Blechen ist das Vorheften der Teile, möglichst abwechselnd mit dem Fertigschweißen vorzuziehen, obwohl der Ausgleich nicht so gut ist. Ein 14 m langes Boot ergab, auf diese Art geschweißt, 2 bis 14 mm Abweichung vom Lehrgerüst. Auch ein 160 m langer Neubau, bei dem nur die inneren Verbände in größerem Umfang geschweißt wurden, schrumpfte um mehrere Zentimeter.

Bei einem elektrisch geschweißten Schott wurden 14,7 vH an Gewicht gespart. Ferner ermöglicht die Schweißung, bei kleinen, leicht gebauten Schiffen die Längsspannenbauart anzuwenden. Die Wirtschaftlichkeit hängt vom Umfang der Schweißungen ab. Werden z. B. Schotte und ganze Decks geschweißt, so nähern sich die Herstellkosten wegen der Nacharbeiten denen der Nietung.

Obering. Danz, Berlin, berechnet bei der angegebenen Ausnutzung für die Anwendung von Einzelumformern und einer Hauptanlage den gleichen Stromverbrauch. Dr. Strelow machte für das Versagen von Schweißungen weniger die Schweißer als die Betriebsleitung verantwortlich. Malisius, Kiel, meinte, daß man das Arbeiten der Schiffsteile ruhig zulassen könne, Allardt, Hamburg, wies auf die Kurse zur Ausbildung von Schweißern vom Verband für autogene Metallbearbeitung hin, und Dir. Vaas, Berlin, betonte, daß die Ersparnis durch Zeitgewinn bei umhüllten Elektroden mehr ausmache als die Mehrkosten.

Danach sprach Dir. Salge, Berlin, über **die Lentz-Einheitschiffsmaschine**.

Als Anwendungsbereich sind Leistungen von 500 bis 5000 PS_i bei 70 bis 125 Uml./min vorgesehen. Zur Vereinfachung des Aufbaues ist die Oberflächenkondensation abgetrennt worden. Die Erfolge der deutschen Motorenindustrie waren der Anlaß, eine Schiffsdampfmaschine zu entwerfen, die in weiten Grenzen bei guter Wirtschaftlichkeit mit wenig Modellen weitgehend anwendbar war. Überhitzung und Dampfdrucke mußten die neue Entwicklung berücksichtigen. Nach diesen Gesichtspunkten ist die Lentz-Einheitschiffsmaschine als Zwillings-Verbundmaschine mit Ventilsteuerung ohne Aufnehmer für 14 at Überdruck und 325° Überhitzung an der Maschine durchgebildet. Die bis jetzt ausgeführten Größen bis zu 3400 PS_i haben Handumsteuerung. Durch Wärmebehandlung werden die Ventile von Gußspannungen befreit. Besondere Ausgleicher ermöglichen, die Ventilschrauben im Betrieb nachzustellen.

Versuche an Anlagen im Betrieb ergaben einschließlich aller Hilfsmaschinen einen Kohlenverbrauch von 0,48 bis 0,55 kg/PS_ih, bei Kohle von 7300 kcal/kg mittlerem unterem Heizwert. Die Vorzüge der Maschine liegen zunächst in der Anwendung von Ventilen für Heißdampf; wärmetechnisch vorteilhaft ist auch die Ausführung als Zwillings-Verbundmaschine Woolfscher Bauart ohne Aufnehmer.

In der Erörterung zeigte Christiansen, Harburg, die von ihm entwickelte Zwillings-Verbundmaschine mit Schiebersteuerung und Gleichstrom-Niederdruckzylindern.

Dir. Hartmann, Kassel, erläuterte die neueren Bestrebungen, die Überhitzung auf 400° zu erhöhen. Außer Rauchrohrüberhitzern wendet er Überhitzer in hochliegenden Flammrohren an, die beim Anfahren abgeschaltet werden. Dir. Joos, Hamburg, ging auf die Schmierung bei Heißdampf und auf den Fortschritt im Zusammenhang mit der Entwicklung der Dieselmotoren ein. Er empfahl, die Zylinderwand und nicht den Dampf zu schmieren. Prof. Stumpf, Berlin, berichtete über seine Zwillingsverbund-Gleichstromdampfmaschine.

Am Freitag sprach Marinedirektor Schwarz, Hamburg, über

die Lukenverschlüsse und die Sicherheit der Schiffe.

Nach den Schiffsunfällen in den letzten Jahren scheint die gebräuchliche Lukeneindeckung den Beanspruchungen nicht gewachsen zu sein. Auch die jetzt für große Luken vorgeschriebenen hohen Luksülle wirken nachteilig, da sie bei Belastung durch Wasserdruck und Seeschlag einwärts federn und die Deckel heraussprengen. Diese Gefahren lassen sich nur durch niedrige Sülle und eiserne, wasserdicht verschraubte Lukendeckel beseitigen.

Zu beachten ist der Einfluß der Betriebstabilität auf die Hebelarmlinie. Durch Winddruck, Wasser auf dem Wetterdeck, besonders bei hohem, festem Schanzkleid und Übergehen der Ladung kann der Gesamtschwerpunkt so verschoben werden, daß schon das Eindringen geringer Wassermengen durch Luken das Schiff zum Kentern bringen kann.

Von den vorgeschlagenen Verbesserungen und ausgeführten eisernen Lukendeckeln behandelte der Redner ausführlich einen von ihm herrührenden eisernen Lukendeckel, der auf Rollen verschiebbar ist und am Luksüll wasserdicht festgeschraubt wird. Er empfahl, gleichzeitig einen geschlossenen Verkehrsgang unmittelbar unter Deck in der Mitte des Schiffes anzuordnen. Die Ausbreitung von Feuer würde durch eiserne Lukendeckel verhindert und Brände könnten bequem durch Gas erstickt werden. Dr. Rieß, Berlin, legte die Schwierigkeiten bei der internationalen Regelung solcher Fragen dar, Ziv.-Ing. Benjamin, Hamburg, die unzulänglichen Stabilitätsverhältnisse. Obering. Winter, Hamburg, übte Kritik an der Unfallstatistik des Vortrages. Obering. Buchsbaum, Berlin, hielt die vorgeschriebenen Luksülle für genügend.

Dr.-Ing. Saß, Berlin, sprach dann über

Doppeltwirkende kompressorlose Zweitakt-Dieselmotoren für Schiffstriebe.

Vor dem Bau des doppeltwirkenden Einzylinder-Versuchsmotors (Bauart Hesselman) für 1000 PS hat die AEG Sonderversuche ausgeführt. Die Untersuchung der Spülluftvorgänge in einem Glaszylinder führten dazu, die Schlitz axial und tangential unter bestimmtem Winkel anzuordnen, wodurch der Spülluft eine schraubenförmige Bewegung erteilt wird. Der Brennraum von Hesselman mit hochgezogenem Kolbenboden wurde auch beim Zweitakt beibehalten. Das obere Brennstoßventil hat einen Kranz von 12 Düsen mit je einer Bohrung. Das hat die Strahlänge auf rd. 21 cm verkleinert, was mit Rücksicht auf die begrenzte Durchschlagkraft der Brennstoffstrahlen vorteilhaft ist. Auf der unteren Seite ist diese Länge schon wegen der Kolbenstange begrenzt, so daß ein Kolbenkragen fehlt. Hier sind 10 Ventile um die Kolbenstange herum angeordnet.

Die Membranfeder gewährleistet durch ihre große Kraft und geringe bewegte Masse ein äußerst rasches Schließen des Brennstoßventils, da der Hub selbst bei Vollast nur 0,1 bis 0,15 mm beträgt. Da sich die Membranspindel im Betrieb nicht bewegt, dichtet die Stopfbüchse besonders gut ab. Bei dem erforderlichen Öldruck treten Druckwellen in der Brennstoffleitung auf. Durch geeignete Abstimmung der Membranspannung, von Länge und Durchmesser der Leitung und der Form der Brennstoffnocken kann man diese Druckwellen auf ein zulässiges Maß vermindern. Die Brennstoffpumpe unterscheidet sich nicht wesentlich von bekannten.

Der geteilte Zylinderrahmen ermöglicht ein bequemes Ausbauen der Laufbüchsen mit den Kühlmänteln und dem Zylindermittelstück, das die Spülluft- und Abgasführungs-kanäle enthält. Dieses Mittelstück ist von den Verbrennungsdrücken völlig entlastet. Die Laufbüchsen aus geschmiedetem Stahl nach der neuesten Ausführung haben einen normalen Flansch. Sie werden durch die Deckel gehalten, die selbst mit dem am Zylinderrahmen befestigten Stahlgußringen verbunden sind.

Die Kolbenkappen sind ebenfalls aus Stahl geschmiedet. Um zu vermeiden, daß Stahl auf Stahl läuft, führt man den Kolben in den Laufbüchsen mittels eines geteilten gußeisernen Mantels. Die Kolbenstange gleitet in Hühnscher Stopfbüchse mit zwei Federringen und geteiltem Dichtungsring.

Da die Anfahrventile mit Druckluft betätigt werden, hat die Maschine kein Gestänge. Ebenso verschiebt ein

Druckluftkolben die Nockenwelle, so daß nur ein Steuermechanismus vorhanden ist und das Manövrieren sehr einfach wird.

Bei den Versuchen an der Maschine von 680 mm Dmr. und 1200 mm Hub wurde als mittlerer Kolbendruck 1000 PS_e und 120 Uml./min nur 4,56 at erreicht. Der mechanische Wirkungsgrad betrug 88 vH und der Brennstoffverbrauch 160 g/PS_eh. Das Baugewicht einer Sechszylindermaschine für 6000 PS bei 120 Uml./min würde 440 t tragen gegenüber 356 t von ausgeführten einfachwirkenden Viertaktmotoren mit acht Zylindern für 2825 PS_e 125 Uml./min. An Baulänge würden rd. 4,5 m gespart.

Ing. Brose, Hamburg, berichtete, daß die Verfertigung von schmiedeisernen Laufbüchsen mehr verworfen wird, weil Schwierigkeiten der Schmierung dabei auftraten. Immich, Kiel, berichtete über Spülversuche der deutschen Werke und den dort entwickelten doppeltwirkenden Zweitaktmotor. Dr. Eichelberg, Zürich, gab auf Grund dynamischer Spülversuche von Gebr. Sulzer an, wie z. B. der mangel durch längeres Offenhalten der Auspuffschlitze gemindert werden kann. Im Schlußwort erwähnte der Vortragende, daß die AEG jetzt Perlitguß für die Laufbüchsen verwende, der sich bewährt habe.

Dir. Schönlan, Sarstedt, sprach über

moderne technische Einrichtungen in Schiffsküchen.

In verhältnismäßig engen Räumen müssen große Mengen von Speisen, auf Fahrgastdampfern auch Speisenschiedener Art, schnell zubereitet werden. Die Küchen müssen möglichst wenig Bedienung verlangen. Trotz hoher Leistungsfähigkeit dürfen die Köcher keine Störung erleiden und sollen vielseitig verwendbar sein.

Die Köcher werden mit Kohle, Öl, Dampf oder Elektrizität geheizt. Einfache Kohlenfeuerung trägt viel Schmutz in die Küche; Ölfeuerung ist sauberer und läßt sich besser regeln, sie bedingt aber ebenfalls einen Rauchabzug mit besonderen Einrichtungen. Die Dampfheizung in Heizschlangen ist vorteilhaft, wenn die Kochtemperatur nicht zu hoch liegt und die Wärme längere Zeit auf das Kochgut wirken soll. Sauberen Betrieb, leichte Regelung, große Gleichmäßigkeit und Einfachheit in der Bedienung bietet die elektrische Heizung, nur sind ihre Einrichtungen und der Betrieb teurer.

Die wichtigste Kücheneinrichtung ist der Herd. Bei den elektrischen Herden liegen die Heizwiderstände unmittelbar unter der Platte und unter den Bratöfen. Bei den Gasöfen wirkt die Feuerung mittels Holzkohle oder Koks auf einem Rost oder die elektrische Heizwicklung oberhalb der Platte mittelbar durch Strahlung auf das Röstgut. Sie sind geschlossen und haben oft einen durch Uhrwerk oder Elektromotor angetriebenen Spieß für den Braten. Die Backöfen werden ebenfalls verschieden beheizt. Die Temperatur in den Backräumen beträgt 200 bis 350° . Je nach der Heizleistung ist ein Dampferzeuger für den zum Backen erforderlichen Dampf vorhanden. Schutz gegen Wärmeverluste ist vorgesehen.

Die Dampfkochkessel sind doppelwandig und werden unmittelbar durch den Dampf des Wasserbades geheizt, auf eine der genannten Arten erwärmt wird. Sie sind luftdicht schließenden Deckeln versehen, so daß die Speisen bei 0,3 bis 0,5 at, entsprechend 105 bis 108° , gekocht werden. Auch die Gemüse dämpft man mittels eines Wasserbades.

Von den Hilfsmaschinen sind die Kartoffelschälmaschinen zu erwähnen, bei denen ein raschlaufender Drehkörper mit rauher Oberfläche die Schale der aufgeschütteten Kartoffeln abreibt. Ferner werden Teigknet- und Aufschneidmaschinen verwendet. Die Herde und die Dampfkochkessel sind für den Handelsschiffbau genormt. Bei den Kriegsschiffen weichen die Einrichtungen wenig ab, nur sind sie man noch mehr nach Platz- und Gewichtsparnis.

Zum Schluß sprach Jaeger, Stuttgart, über

Fortschritte der Anstreichtechnik.

Das für Ölfarben verwendete Leinöl trocknet langsam infolge Sauerstoffaufnahme aus der Luft. Dementsprechend nimmt sein Volumen zu, so daß, wenn die Grundschichten noch nicht abgetrocknet sind, die Deckschichten oft nach Jahren reißen und abplatzen. Während früher die Ölfarben einfach über andere gestrichen wurden, wendet man jetzt ölfreie Grund- und Zwischenschichten an, die jahrelang unverändert bleiben. Rostbildung verursacht starke Veränderungen. Selbst elastische Ölfarben und gut abdichtende Anstreichmittel auf Nitrozellulose verbessern den einfachsten wie den feinsten Anstrich erheblich. Nur auf diese Weise erzielt man waschechte Anstriche, was mit Ölfarben allein nicht möglich ist.

Beim Überstreichen von alten Ölfarbschichten kann man durch Anwendung von Harzzellulose-Esterlösungen alten Schichten etwas auflösen. Die Haltbarkeit der Anstriche steht in engem Zusammenhang mit dem Aufbau der Farben und der Schmiegsamkeit und Dichtheit der Schutzschicht. [N 994] Luchsinger

- a* Laufkatze
- b* Schürfkübel
- c* Kettenzaum
- d* Kippkette
- e* Zaumrolle
- f* Kippanschlag
- g* Kippblock
- h* Schneidezähne



Abb. 5
Auf Raupenbändern laufender Kabelbaggerturm von Bucyrus

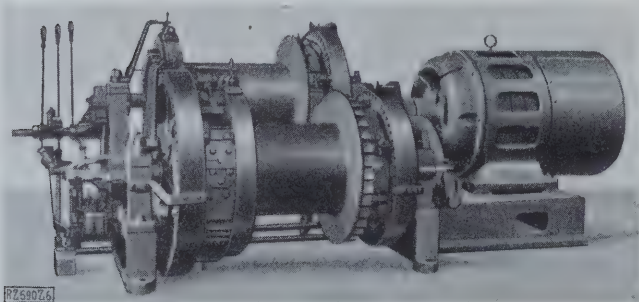


Abb. 6. Antriebwinde eines Kabelbaggers mit Drehstrommotor für zwei Geschwindigkeiten (z. B. 1200/400 Uml./min)

durch diesen Anschlag festgehalten, und der durch den Kettenzaum an der Laufkatze befestigte Kübel wird durch die Kippvorrichtung entleert. Nach diesem Vorgang wird zunächst die Fahrtrammel umgesteuert, der Kübel kehrt wieder in seine Ausgangslage zurück, und die Laufkatze fährt selbsttätig abwärts zur jeweiligen Schürfstelle.

Zur Einleitung der verschiedenen Steuerbewegungen ist ein einziger Kranführer nötig, der in der Regel unmittelbar neben der Antriebwinde seinen Platz hat und auf diese Weise auch die Antriebmaschine und die Winde überwachen kann. Die Firma Bucyrus hat auf Raupenbändern laufende Kabelbaggertürme, Abb. 5, gebaut und den Führerstand auf dem Maschinenturm erhöht angeordnet, so daß der Führer jederzeit den Arbeitsvorgang des Kübels im Auge behalten kann.

Neuerdings wird ein in den Vereinigten Staaten häufig angewandter Drehstrommotor mit mehreren Geschwindigkeitsstufen benutzt, Abb. 6, so daß die sonst üblichen Zahnradervorgelege vermieden werden. Diese polumschaltbaren Zwei- oder Mehrgeschwindigkeitsmotoren, Sonderbauarten der General Electric und der Lincoln Electric Co., können mit einem Geschwindigkeitsunterschied bis zu etwa 1:6 gebaut werden und tragen auch bei den Kabelbaggern zur Steigerung der Förderleistung wesentlich bei.

Konstruktionseigenheiten weisen die Kübelbauarten nebst Kippvorrichtungen auf. Bei den Baggern der Firma Sauerman, die bei weitem die meisten Kabelbagger hergestellt hat, wird das Fördergut wieder nach vorn über die Schneidezähne gekippt, wobei der hintere Teil des Kübels durch die Aufhängeketten hochgehoben wird. Bei andern Bauarten wird dagegen der Kübel nach rückwärts entleert, und zwar ist z. B. der Pioneer-Kübel ähnlich ausgebildet wie der Löffel eines Löffelbaggers, Abb. 7. Der unter dem Tragseil befindliche und mit der Entleervorrichtung verbundene hakenartige Schwinghebel gelangt an der Kippstelle unter einen entsprechend ausgebildeten schrägen Ansatz, der auf dem Tragkabel befestigt ist, so daß durch die Hebelübertragung der hintere Kübelverschluß geöffnet wird.

Bei dem Schürfkübel nach Link-Belt, Abb. 8, wird in ähnlicher Weise wie beim Pioneer-Kübel die segmentartig

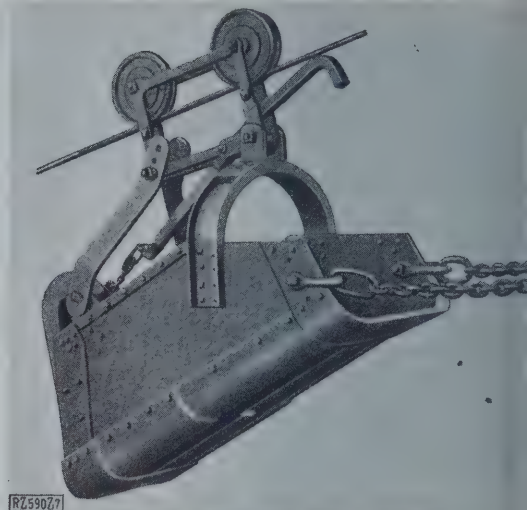


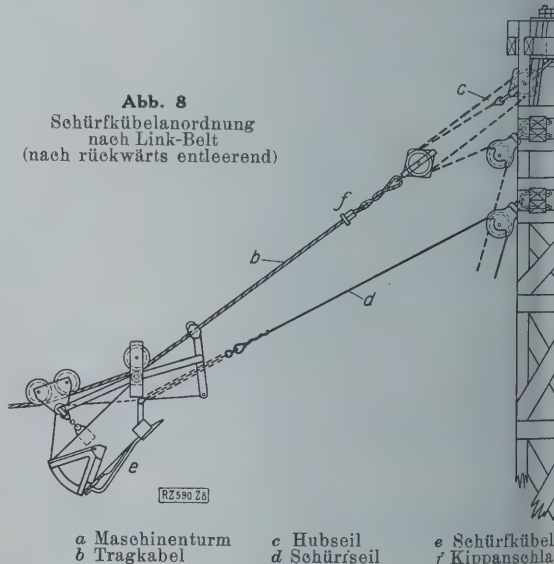
Abb. 7
Schürfkübel „Pioneer“ (rückwärts entleerend)

ausgebildete hintere Kübelwand aufgeklappt, nach vor der Katze herlaufende Rolle den Kippanschlag, der das Tragseil berührt hat. Die beiden zuletzt erwähnten rückwärts arbeitenden Kübelentleerungen bieten den Vorteil, daß der Kraftaufwand beim Kippen geringer ist, da der Kübel vor der Entleerung nach hinten überhängt.

Wenn das Fördergut in der Nähe des Gegenblocks geschüttet werden soll, wird von der Firma Sauerman eine Kippvorrichtung hinter der Laufkatze eingebaut. Auch doppelte Kippvorrichtungen, die wahlweise Kübelentleerung am Maschinenturm oder am Gegenblock gestatten, sind wiederholt ausgeführt worden.

Die Mehrzahl der amerikanischen Kabelbagger sind meist nur behelfsmäßig durchgebildet und erwecken

Abb. 8
Schürfkübelanordnung nach Link-Belt (nach rückwärts entleerend)



a Maschinenturm
b Tragkabel

c Hubseil
d Schürfseil

e Schürfkübel
f Kippanschlag

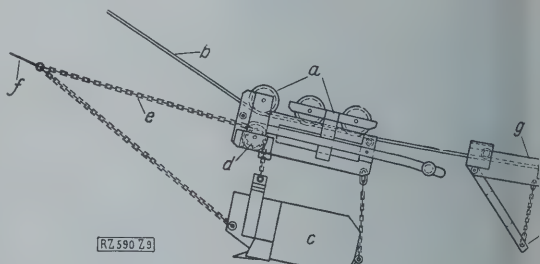


Abb. 9
Katze mit Schürfkübel (Anordnung Sauerman) für Kübelentleerung am Gegenblock

a Laufkatze
b Tragseil
c Schürfkübel
d Kettenumführung mit Sperrad
e Kippkette
f Fahrseil
g beweglicher Kippanschlag
h Anschlagshobel

tigen Eindruck. Dies betrifft besonders den hölzernen
hinenturm und Gegenblock nebst den zugehörigen Ab-
hungen und Verankerungen, auch sind meist ungenügende
amente vorgesehen. Dies ist zum Teil darin begründet,
die Anlagen nicht dauernd auf derselben Baustelle
en, sondern nach Beendigung der Baggerarbeiten in
Regel zum nächsten Arbeitsplatze geschafft werden.
n der hohen amerikanischen Löhne müssen auch die
arbeiten des Baggers schnell erledigt werden, da
die Wirtschaftlichkeit der Anlage in Frage gestellt
en kann.

Verwendungszweck

Die Verwendung der amerikanischen Kabelbagger
deckt sich hauptsächlich auf Abtragen von Sand- oder
alden, Lehm- und Tongruben, ferner zum Ausbaggern
Flußläufen und Kanälen, Ausheben von Gruben für
lungen, Herstellung von Böschungen. Die Firma Link-
baut die Kabelbagger in Verbindung mit Kies- oder
aufbereitungsanlagen und liefert Brech- und Sieb-
en und alle erforderlichen Fördereinrichtungen usw.
eschlossenes Ganze mit. Die Spannweiten der ameri-
ischen Kabelbagger schwanken zwischen 100 und etwa
, die Fassungsvermögen der Schürfkübel im Durch-
t zwischen 0,5 und 2,5 bis 3 m³. Bucyrus hat für Kana-
nsw Zwecke 14 Kabelbagger nach dem Mississippi ge-
t, die mit Kübeln von 4 bis 6 m³ ausgerüstet waren.
Die bei Kabelbaggern zu erreichende Schürftiefe kann
wa zu einem Drittel der Spannweite getrieben werden,
das Profil der ausgebagerten Erde schmiegt sich der
eglinie des Trageiles an. Auch unter Wasser kann
schürfkübel arbeiten, um z. B. Kies- oder Sandbänke
ragen, und der Gegenblock wird mitunter auf Pfählen
asser verankert. Beim Abtragen von Tongruben wird
baggergut spanartig abgeschält, beim Entleeren wird
g der ganze Kübelinhalt mit einem Mal abgestürzt.

Förderleistungen

Der von mir im Hafengebiet von Baltimore besichtigte,
die Arundel Corp. aufgestellte Kabelbagger, Bauart
man, hatte eine Tagesleistung von 2500 bis
t Sand und Kies. Die Spannweite dieser Anlage be-
trägt 200 m, das Fassungsvermögen des Kübels etwa
m³. Bei einem durchschnittlichen Förderwege von etwa
100 m dauerte ein Förderspiel, bestehend aus Schürfen und
len des Kübels, Heben des Kübel und Fahren (gleich-
zeitig), Entleeren des Kübels, Rückfahrt des leeren Kübels,
für Betätigung der Steuerorgane usw., etwa 55 bis 60 s,
zu berücksichtigen ist, daß der Kies unter Wasser
abgert wurde und es der Geschicklichkeit des Führers
anlassen war, eine genügende Kübelfüllung beim Schür-
en zu erreichen.
Auch die übrigen amerikanischen Kabelbagger weisen
in dem Maße das Kübelinhalte ähnliche Leistungszahlen
auf. Die Fahrgeschwindigkeiten betragen bei kleineren
Anlagen bis etwa 200 m/min, bei größeren etwa 300 bis

400 m/min, die Schürfgeschwindigkeiten in der Regel ein
Drittel dieser Zahlen. Die Verwirklichung der hohen
Förderleistungen bedingt eine sehr geschickte Bedienungs-
mannschaft; bei größeren Anlagen benutzt man für Kupp-
lungen und Bremsen die Druckluftsteuerung, um den Führer
von der körperlichen Betätigung der Steuerorgane zu ent-
lasten. Auch die Verwendung der vorher erwähnten Zwei-
geschwindigkeitsmotoren für den Windenantrieb trägt zur
Leistungssteigerung nicht unwesentlich bei. Die amerika-
nischen Kabelbagger sind also für bautechnische Förder-
zwecke sehr praktisch in der Anwendung und können bei
den für deutsche Begriffe hohen Förderleistungen bei der
Abtragung größerer Geländestücke wertvolle Dienste leisten
und ohne besondere Schwierigkeiten von Zeit zu Zeit die
Baustelle wechseln.

Der Vollständigkeit halber seien hier die in ähnlicher
Weise arbeitenden „Seilkratzer“⁽²⁾ angeführt, die auf Kohlen-
oder Sandlagerplätzen häufiger anzutreffen sind. Bei diesem
Fördermittel ist kein besonderes Tragkabel vorhanden, hin-
gegen ist das Fahrseil endlos und wird am Ende des
Lagers über eine Umführrolle umgelenkt. Das Schürfgerät
ist halbkreisförmig, ohne Boden ausgebildet und arbeitet
ähnlich wie der Kübel des Kabelbaggers. [M 590]

Dresden Dr.-Ing. W. Franke

²⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 1331.

Kraftanlagen

Die Stromversorgung Moskaus und des
Moskauer Industriegebietes

Die Entwicklung der Industrie und die Stromversorgung
der Siedlungen in den Vororten und auf dem Lande stellen
erhöhte Anforderungen an die Kraftwerke der „Moskauer
Vereinigung der Staatszentralen“ (Moges), die Moskau und
Umgebung mit Elektrizität versorgen¹⁾.

In der Zahlentafel 1 sind die Leistungsfähigkeit der
„Moges“-Kraftwerke, die höchsten Belastungen und die Ar-
beitsabgabe in den Jahren 1921/22 bis 1926/27 zusammen-
gestellt.

Die geringe Zunahme der Höchstbelastung 1926/27 ge-
genüber 1925/26 (12,2 vH) wurde durch künstliche Maß-
nahmen herbeigeführt, indem man vorschrieb, daß in den
Fabriken die Uhr um eine Stunde vorgerückt wurde, damit
die Lichtstromspitze nicht mehr mit der Kraftstromspitze
zusammenfiel, außerdem war einzelnen Kraftstrombeziehern
verboten, ihre Motoren zur Zeit der Höchstbelastung an das
Netz anzuschließen. Hätte man diese Maßnahmen nicht ge-
troffen, so hätte die Höchstbelastung die Leistungsfähigkeit
der „Moges“-Kraftwerke überschritten.

Unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Steige-
rung des Strombedarfes in den nächsten fünf Jahren ist fol-
gender Erweiterungsplan für die Kraftwerke aufgestellt
worden, Zahlentafel 2.

¹⁾ Nach „Elektrischestwo“ 1927 S. 205.

Zahlentafel 1. Betriebzahlen der Moskauer Elektrizitätswerke für 1921 bis 1927

	1921/22	1922/23	1923/24	1924/25	1925/26	1926/27
Leistungsfähigkeit der „Moges“-Kraftwerke	1000 kW	97,6	109,6	118	119	151,6
Höchste Belastungen	”	50,1	64,7	69,1	88,4	124
Nachschub an Belastung gegenüber dem Vorjahr	”	—	29,1	6,8	27,9	40,3
Arbeitsabgabe	Mill. kWh	201,1	231,6	253,7	343,8	466,7
Nachschub an Arbeitsabgabe gegenüber dem Vorjahr	vH	—	15,2	9,5	35,5	35,7

Zahlentafel 2. Erweiterungsplan für die Moskauer Elektrizitätswerke

Leistung der Kraftwerke	1926/27	1927/28	1928/29	1929/30	1930/31	1931/32
Das Moskauer Staatskraftwerk Smidowitsch	1000 kW	66	58	93	107,5	107,5
Städt. Straßenbahn-Kraftwerk	”	18	38,5	38,5	38,5	38,5
Kraftwerk Lenin in Schatura	”	27	48	92	136	136
Kraftwerk Klasson in Bogorodsk	”	30	36	36	51	58,5
Kraftwerk Kaschira	”	12	12	34	78	122
Neue Kraftwerke	”	4	7	—	—	—
Bestand Kraftwerke	”	—	—	—	40	120
Leistung aller Kraftwerke	”	157	199,5	293,5	411	502,5
Höchstbelastung normal	”	172	222	280	337	416
” bei künstlicher Verminderung (s. o.)	”	139,1	190	250	—	—
Nachschub der normalen Höchstbelastung gegenüber dem Vorjahr	vH	33,7	29,1	26,1	20,4	23,4
Stromvorrat der Kraftwerke, bezogen auf die vermin-	”	12,9	5	17,4	22	20,8
Erhöhte Höchstbelastung	”	585	740	1060	1300	1600
Voraussichtliche Arbeitsabgabe	Mill. kWh	—	—	—	—	1900

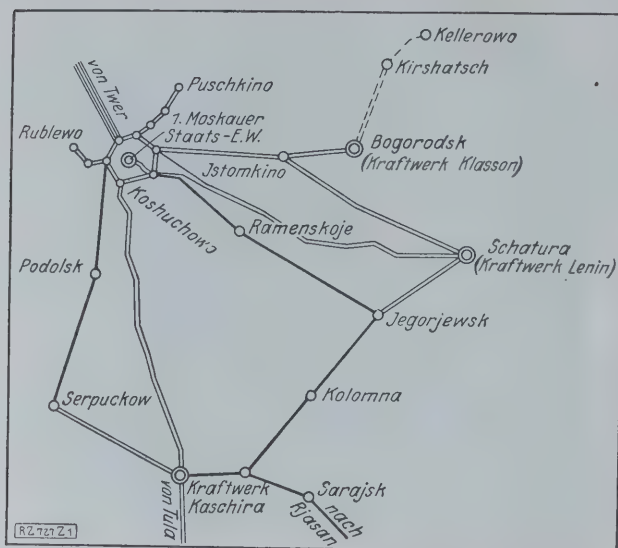


Abb. 10
Hochspannungsleitungen des Moskauer Gebietes nach dem geplanten Ausbau 1931/32.

Die in Zahlentafel 2 ausgedrückten Erweiterungsarbeiten sehen für die einzelnen Kraftwerke folgende vor:

Erstes Moskauer Staatskraftwerk Smidowitsch: Im Laufe des Jahres 1927 werden drei Turbodynamos abgebaut, wodurch die Leistungsfähigkeit auf 58 000 kW sinkt; sie wird dann durch neue Turbosätze bis auf 107 500 kW erhöht.

Das Moskauer Straßenbahn-Kraftwerk wird durch Aufstellung eines neuen Turbosatzes und Wiederherstellung eines alten für eine Leistung von 38 500 kW erweitert; es ist zum Ausgleich der Spitzenbelastung bestimmt. Seine weitere Vergrößerung hängt von der Höchstbelastung und von der Leistungsfähigkeit der Überlandwerke ab.

Im Überlandwerk Lenin in Schatūra werden neue, bereits bestellte Turbosätze für eine Höchstleistung von 136 000 kW eingebaut.

Überlandwerk Klasson in Bogorodsk unweit Moskau (ehem. „Elektropredatscha“): Durch neue Kessel und Turbosätze soll die Leistung allmählich auf 58 500 kW erhöht werden.

Überlandwerk Kaschira: Bis 1930/31 werden jedes Jahr neue Turbosätze bis 122 000 kW Gesamtleistung aufgestellt. Die Kesselanlage wird schon jetzt für Kohlenstauffeuerung eingerichtet. Als Brennstoff wird minderwertige Kohle des Moskauer Bezirkes benutzt.

Ein neues Kraftwerk, mit einer Leistung von 40 000 kW, später 120 000 kW, wird auf den Torffeldern „Orschinski Moch“, unweit Twer, erbaut. Die meisten Kraftwerke der Moskauer Vereinigung werden für örtliche Brennstoffe, hauptsächlich für Torf, eingerichtet.

Das Erste Moskauer Staatskraftwerk verfeuert Naphtha, das Straßenbahn-Kraftwerk Steinkohle; für die nächste Zukunft ist auch hier ausschließlich Kohlenstauffeuerung vorgesehen.

Die Erweiterung der Überlandwerke, die Torf als Brennstoff benutzen, stellt erhöhte Forderungen an die Technik der Torfgewinnung²⁾. In Zahlentafel 3 ist die Torfgewinnung bis einschließlich 1932 für die Überlandwerke Klasson und Lenin und für das neue Kraftwerk bei Twer zusammenge stellt.

Wie aus Zahlentafel 3 ersichtlich ist, bleibt in den letzten Jahren die Torfgewinnung für das Überlandwerk Klasson unverändert 360 360 t; dies erklärt sich aus der beschränkten Ergiebigkeit des örtlichen Torffeldes, das eine Leistungserhöhung des Kraftwerks über 58 500 kW nicht gestatten würde. Wie sehr die Torfgewinnung steigt, ersieht man aus einem Vergleich mit den Zahlen aus den Vorkriegsjahren. Nur dank der Entwicklung der Torfgewinnungstechnik, besonders des Hydrotorfs³⁾, um

²⁾ Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 585.

Zahlentafel 3

Die Torfgewinnung für die Moskauer Kraftwerke von 1921 bis 1931

Jahr	Überlandwerk Klasson t	Überlandwerk Lenin t	Neues Überlandwerk bei Twer t	Insgesamt t
1921	144 960	—	—	144 960
1922	152 670	—	—	152 670
1923	217 525	—	—	217 525
1924	315 150	—	—	315 150
1925	243 570	—	—	243 570
1926	270 270	303 030	—	573 300
1927	343 980	442 260	—	786 240
1928	360 360	671 580	—	1 031 940
1929	360 360	819 000	—	1 179 360
1930	360 360	819 000	98 280	1 277 640
1931	360 360	819 000	327 600	1 506 960
1932	360 360	819 000	720 720	1 900 080

die sich der verstorbene Dipl.-Ing. Klasson große Verdienste erworben hat, wird es möglich sein, den neuen großartigen Anfort zu decken.

Die Hochspannungsleitungen des Moskauer Gebietes

Entsprechend der Erweiterung der Kraftwerke wird auch das Hochspannungsleitungsnetz ausgebaut. Abb. 10 zeigt die Hochspannungsleitungen des Moskauer Gebietes nach dem geplanten vollen Ausbau in den Jahren 1931/32. Das Klasson-Kraftwerk ist mit Moskau durch eine 115 kV Leitung für 115 kV statt wie bis jetzt 70 kV verbunden. Das Kraftwerk Lenin wird mit Moskau durch eine 115 kV Leitung für 115 kV und eine dritte Leitung über Jegorjewsk-Ramenskoje verbunden. Mit einer Doppelleitung derselben Spannung wird das Überlandwerk Lenin mit Schatūra über das Unterwerk Istomkino auch mit dem Überlandwerk Klasson verbunden. Eine Leitung über Kolomna verbindet die Überlandwerke Schatūra und Kaschira untereinander. Das Überlandwerk Kaschira wird durch eine Doppelleitung unmittelbar mit dem Moskauer Unterwerk Koshuchowo und über das Unterwerk Serpuchow und Podolsk mit dem Moskauer Unterwerk Twer verbunden. Die Leitungen von Kaschira nach Rjasan und Tula werden für 115 kV statt nur bisher für 70 kV ausgebaut. Vom Klassonwerk führen dann nördlich von Moskau Leitungen für 70 kV nach Kirshatsch, dem Sitz großer Fabriken, und Kellerowo, wo Kupferwalzwerke sind. Dem auf den Torffeldern bei Twer geplanten neuen Kraftwerk werden zwei Doppelleitungen für 115 kV nach Moskau führen. Die übrigen Leitungen im Moskauer Gebiet werden für 30 kV gebaut.

Bei der Planung des Leitungsnetzes ist darauf zu achten, daß die Verbraucher den Strom durch Doppelleitungen oder von zwei Seiten erhalten.

Von besonderer Bedeutung ist die zuverlässige Stromversorgung Moskaus. Um die Stadt wird ein 115 kV Leitungsring für 115 kV gebaut, dem in verschiedenen Punkten der Strom von den Überlandwerken zugeführt wird. In fünf Punkten werden Freiluft-Unterwerke als Verteilungspunkte für die Ringleitung und Unterwerke zur Speisung der Luftleitungen und für niedrigerer Spannung. Zu diesem Zwecke werden in jedem Unterwerk Transformatoren mit drei Wicklungen 115 000/30 000/6600 V aufgestellt, so daß die Stromversorgung der Verbraucher innerhalb und außerhalb des Leitungsringes mit 30 000 und 6600 V möglich sein wird.

Der Ausbau der Kraftwerke und Leitungsnetze setzt den Anschluß der im Moskauer Gebiet befindlichen industriellen Unternehmungen voraus, die zum großen Teil eigene Kraftwerke besitzen und die wirtschaftlichen Vorteile des Strombezuges von großen Kraftwerken nicht einsehen wollen. Nur durch wesentlich billigere Preise der großen Werke und durch zuverlässige Stromlieferung kann ihr Anschluß erreicht werden.

An der Lieferung der Kraftmaschinen, Transformatoren und Schaltanlagen ist die deutsche elektrotechnische Industrie in großem Umfange beteiligt. [M 727]

Wien

A. Brauer

³⁾ Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 601

Kleine Mitteilungen

Amerikanische Aussichtswagen

Acht von der Pullmann Car and Manufacturing Corporation gebaute Aussichtswagen sind jetzt bei der Union Pacific-Bahn in Dienst gestellt worden. Untergestell und Räder dieser 25 m langen Wagen bestehen aus Stahl. Das Gewicht mit Einschluß der ganzen Einrichtung beträgt 70 t. Jeder Wagen hat 26 Sitzplätze. Ferner haben zwei Abteile obere Betten. Eine Rasierstube, je ein Schreib- und ein Badeabteil dienen der Bequemlichkeit der Reisenden. Der Wagen wird elektrisch beleuchtet und durch Dampf geheizt. Auf die Innenausstattung ist besondere Aufmerksamkeit gelegt. („Railway Age“ 12. November 1927 S. 933*) [N 999 a] Krs.

Ein neues Gerät für Luftheizungen

Die Firma Musgrave & Co., Ltd., Belfast, hat eine neue Art Luftheizanlage auf den Markt gebracht, die wegen der geringen Anschaffungs- und Anlagekosten, wegen der einfachen Anpassung an etwaige Erweiterungen oder Veränderungen der Räume, wegen des sehr geringen Platzbedarfes und wegen der Möglichkeit, jederzeit auch die Heizung durch Ansaugen von Frischluft zu regeln, für industrielle Anlagen Beachtung verdient. Das Gerät, das an irgendeiner Stelle der Wand, für kleinere Räume auch an Säulen oder Stützen, angebracht werden kann, arbeitet auf Frischluft oder Raumluft von diesem Lüfter an. Im Innern durch dampfbeheizte Rohre erwärmt und mit mäßiger Geschwindigkeit in breitem Strahl wieder ausgestoßen wird. Eine kleinere Bauart arbeitet mit einem, größere mit zwei Lüftern. Die kleinere Anlage gibt rd. 10 kcal in 1 h ab. („The Engineer“ 18. November 1927 S. 999 b) Pt.

Schaben oder Schleifen?

Die Führungskflächen, insbesondere an Werkzeugmaschinen, werden heute noch zum größten Teil durch den Arbeiter mit der Hand fertig bearbeitet; erst ganz allmählich beginnt das Schleifen sich für diese Arbeit durchzusetzen. Die Bullard Machine Tool Co., eine der führenden amerikanischen Werkzeugmaschinenfabriken, hat jetzt mit der Verwendung einer von der Chemnitzer Firma Schmigelwerk (Schönherr gebauten Führungskbahnen-Schleifmaschine¹) viel Erfahrungen gemacht. Die Maschine erfüllt zur vollen Genüge die beiden Hauptforderungen des Abnehmers: eine Führung und mechanische Zustellung des Werkzeugs einerseits und Unveränderlichkeit der Form des Werkzeuges andererseits. Die Ölhaltigkeit der geschliffenen Flächen ist nach dem erwähnten amerikanischen Bericht nur der von geschabten Flächen gleichwertig, sondern überlegen. Die Verringerung der Bearbeitungskosten beträgt in vielen Fällen 75 vH und mehr. („American Machinist“ 12. November 1927 S. 535) [N 999 c] Hä.

(Vergl. Z. Bd. 71 (1927) Nr. 23 S. 817.

Rauchbekämpfung in Amerika

Die oberflächliche Schätzungen haben ergeben, daß in den Vereinigten Staaten jährlich etwa 60 Mill. t Brennstoff in Rauch und Rauch verwandelt werden. In St. Louis, das besonders unter der Rauchplage zu leiden hat, sind die in-

dustriellen Kreise, insbesondere Großkesselbesitzer und Besitzer anderer Feuerungsanlagen, zur Einleitung eines „Rauchbekämpfungs-Feldzuges“ geschritten. Die Haupttätigkeit liegt in erzieherischer und unterweisender Richtung. Um den Gedanken der Rauchbekämpfung in weitere Kreise zu tragen, ist eine besondere Feuerungsschule mit praktischen und theoretischen Vorführungen gegründet worden. Von Zeit zu Zeit wird auch die Presse mit geeigneten Aufklärungsaufsätzen versehen. Die Stadt ist in Bezirke geteilt, von denen jeder unter der Aufsicht eines Obmannes steht, der ständig die Feuerungsanlagen zu überwachen hat. („Mech. Engineering“ November 1927 S. 1216) [N 999 d] Th.

Farbspritzen ohne Farbdunstbelästigung

Für die Firma Fisher Body Corp., Detroit, ist von der Firma R. C. Mahon Co., Detroit, eine neuartige Lackieranstalt der Tunnelbauart für fließende Fertigung von Kraftwagenenteilen gebaut worden. Der rund 21 m lange Tunnel hat sieben Dunsthauben, von denen jede in einen Schornstein von rund 1 m Dmr. ausläuft, durch den die Farbdünste von Lüftern (Leistung 280 m³/min) abgesaugt werden. Beleuchtet wird der Tunnel mit 28 außerhalb des Tunnels angebrachten 1000-W-Lampen. An den Lackiertunnel ist ein Tieftemperatur-Tunneltrockenofen angeschlossen, in den durch gewundene Röhren warme Druckluft eingeblasen wird. Unmittelbar neben dem Tunnel, der in den übrigen Fabrikräumen liegt, können andere Arbeiten durchgeführt werden, ohne daß die Arbeiter von den Farbdünsten belästigt werden.

Ist ein mehrmaliger Anstrich notwendig, so wird man mehrere solcher Anlagen, bestehend aus Spritzlackiertunnel und Trockenofentunnel, hintereinanderschalten. („The Iron Age“ 10. November 1927 S. 1309*) [N 999 f] Gw.

Brücken mit eigenartiger Stützung der Rampen

Die beiden Brücken über den Arthur-Kill-Fluß zwischen Staten Island und New Jersey, die gegenwärtig im Bau sind, unterscheiden sich besonders dadurch von andern Brücken gleicher Größe, daß infolge der Ungunst der Bodenverhältnisse die Rampen auf beiden Ufern durch eine große Zahl verhältnismäßig nahe beieinander stehender Pfeiler aus Eisenbeton gestützt werden. Jeder dieser Pfeiler besteht aus zwei Säulen, die durch ein die Rampe tragendes Bogenstück miteinander verbunden sind. Die höchsten dieser Säulen sind rd. 40 m hoch.

Bei der größeren der beiden Brücken kommen auf eine Rampe von rd. 1430 m Länge insgesamt 51 Pfeiler, während die andre von rd. 580 m Länge 21 solcher Pfeiler aufweist. Die Rampen der andern Brücke haben 35 und 36 Stützen. Beide Brücken sind als Kragträgerbrücken ausgeführt. Die eine Brücke von 640 m Länge ruht auf 6 Stützen, die mittlere Öffnung hat rd. 230 m Spannweite. Die kleinere Brücke mit vier Stützen ist insgesamt 355 m lang, die Hauptöffnung hat rd. 205 m Spannweite. Bei beiden Brücken beträgt die lichte Höhe der Hauptöffnung über dem Wasserspiegel rd. 47 m. („Engineering News-Record“, 10. November 1927 S. 744*) [N 999 e] Sd.

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Handbuch der Kokerei. Herausgeg. von Wilhelm Glund. Hrsg. von G. Schneider und H. Winter. 1. Bd. 1. Aufl. a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 302 S. m. 155 Abb. Preis 29 M.

Das Vorwort hebt mit Recht hervor, daß ein umfassendes Handbuch der Kokerei sich trotz mancher Arbeiten auf diesem Gebiet als Bedürfnis herausgestellt hat. Die Herausgabe eines solchen Handbuches kann also des Dankes der beteiligten Fachkreise gewiß sein.

Der vorliegende 1. Teil, der dem Kokereibetrieb im weitesten Sinne gewidmet ist, — der 2. und letzte Band soll sich mit den Erzeugnissen des Kokereibetriebes und ihrer Verwertung befassen — behandelt in einem allgemeinen, im wesentlichen von Dr. Winter bearbeiteten Teil die wissenschaftliche Grundlage der Kohlenchemie der Kokerei und geht sodann in einem besonderen Teile, der von Dr. Schneider übernommen hat, auf den Gang der Kohle vom Schacht zum Koksofen und durch diesen hindurch ein. Der allgemeine Teil erörtert die Entstehung und den chemischen Aufbau der Steinkohle, ihr Vorkommen in den

verschiedenen Ländern, ihre Elementarzusammensetzung, ihr Verhalten im Koksofen, ihre Verwitterung, Selbstentzündung und physikalischen Eigenschaften und sodann die Arten und Begleiterscheinungen der Destillation.

Im besonderen Teil wird zunächst die Auswahl und Beschaffenheit der Kokskohle und ihre Vorbereitung zur Verkokung (d. h. die Aufbereitung, Trocknung usw.) besprochen und sodann auch die Brikettierung kurz gewürdigt; daran schließt sich die Behandlung der Anlagen und Einrichtungen zwischen Aufbereitung und Koksofen und eine eingehende Darstellung des Koksofens in seinem geschichtlichen Werdegang und seiner verschiedenartigen Ausgestaltung. Am Schlusse wird noch ein Überblick über die Dampferzeugung auf Kokereien gegeben.

Von den beiden im Vorwort genannten Zielen — einerseits Führung und Beratung für alle, die sich dem Kokereiwesen widmen wollen, andererseits Vertiefung und Anregung für die bereits darin tätigen Fachleute — kommt vorzugsweise das zweite zur Geltung, da die Darstellung für den erstgenannten Zweck nicht straff und klar genug gehalten

ist; die Verfasser treten im allgemeinen stark hinter den mit außerordentlichem Fleiß und großer Sachkenntnis zusammengetragenen Arbeiten der verschiedenen Forscher zurück, so daß das Buch mehr Fundgrube als Leitfaden geworden ist; auch die auf den einzelnen Gebieten erteilten Patente sind ausgiebig berücksichtigt.

[E 947]

Fr. Herbst

Die deutsche Braunkohlenindustrie, 3. Bd.: Die Chemie der Braunkohle. Herausgeg. von E. Erdmann und M. Dolch. 2. Aufl. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 321 S. m. 191 Abb. Preis 42 M.

Ein neues Buch, ein höchst wertvolles Werk, die Enzyklopädie der Chemie und der chemischen Verwertung der Braunkohle, und dennoch mit einem Geburtsfehler behaftet, den der Herausgeber selbst kennt und erwähnt: „Die letzten Fortschritte auf technischem Gebiet erscheinen daher beim Hinausgehen des Werkes nicht mehr berücksichtigt.“ War dem wirklich nicht abzuhelfen, selbst auf die Gefahr, daß sich dadurch die Herausgabe des Werkes um einige Wochen verzögert? Denn gerade in der letzten Zeit sind auf diesem Gebiet der chemischen Nutzbarmachung der Braunkohle wie ihrer Destillationsstoffe so große Fortschritte gemacht worden, daß ihre Erwähnung durch ein etwas späteres Erscheinen des Buches nicht zu teuer erkauft wäre.

So vermißt man, um ein Beispiel anzuführen, die auf dem Gebiete der Schwelerei umwälzend wirkenden Öfen der Kohlenveredlungs A.-G., die schon auf eine mehrjährige Betriebsdauer zurückblicken können. Dafür ist ein längerer Abschnitt den Schwelrehöfen gewidmet, die sich bisher überhaupt noch nicht in die Braunkohlen-Teerindustrie einzuführen vermochten. Aber abgesehen davon schließt sich das Buch würdig den andern beiden Bänden über die deutsche Braunkohlenindustrie an.

Die ersten Fachleute auf dem Gebiete, wie Erdmann und Dolch und im technischen Teile Thau, Metzger, Bube, Heinze und der verstorbene Trenkler, haben das Werk zum unentbehrlichen Führer und Nachschlagwerk gemacht. Es behandelt Entstehung, Eigenschaft der Braunkohle und ihr Verhalten gegenüber den verschiedenen chemischen und physikalischen Einwirkungen. Im technischen Teile wird geschildert: die Schwelung der Kohle, die Verarbeitung des Teers, die Vergasung und schließlich die Gewinnung des Braunkohlenbitumens (Montanwachs). Besonders der letzte Abschnitt behandelt das Thema in einer Ausführlichkeit, wie sie bis jetzt noch nicht geboten wurde. Sehr erwünscht ist der reichhaltige Literaturnachweis. Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich. Eine besondere Empfehlung des Werkes erübrigt sich, da es sich jeder Fachmann so wie so anschaffen wird. [E 962]

Graefe

Der metallische Werkstoff, 3. Bd.: Modernes elektrolytisches Überziehen. Von W. E. Hughes. Übersetzt von M. Keinert. Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 229 S. Preis 15 M.

Unter den im deutschen Schrifttum vorhandenen Werken über Galvanotechnik nimmt das Buch insofern eine Sonderstellung ein, als sich sein Inhalt fast ausschließlich an den auf diesem Fachgebiet tätigen Chemiker und Elektrochemiker wendet. Daher werden rein praktische Arbeiten, z. B. die mehr oder weniger rein handwerksmäßigen Arbeiten des Vorbehandelns und Nachbehandelns der Werkstücke beim Galvanisieren (Entfetten, Dekapieren, Polieren, Mattieren und dergl.) nur auszugweise behandelt; ferner wird der Aufbau der galvanischen Bäder und die Einrichtung galvanischer Anstalten mit allen ihren Zubehörs teilen nur ganz flüchtig gestreift.

Der Hauptwert des Buches liegt darin, daß es dem deutschen Leser die wichtigeren, in englischer Sprache erschienenen neueren galvanotechnischen Arbeiten in einer guten und zusammenhängenden, wenn auch teilweise etwas breit geratenen Darstellung nahebringt. Bei der Behandlung aller Arten von Galvanisierungen angestrebt, z. B. auf die Beschreibung der Versilberung, der Vergoldung, der Vermessung sowie der elektischen Metallfärbungen verzichtet, und es werden nur Überzüge von Eisen, Nickel, Zink, Blei, Zinn, Kupfermum sowie die ersten ausländischen und deutschen Arbeiten über das Verchromen erwähnt. Neben den wichtigsten werden die Niederschlagbedingungen der einzelnen behandelt und zwar im Sinne der neuzeitlichen Forderungen unter ausgiebiger Verwendung guter Gefüge elektrolytischer Metallniederschläge und unter ausführlicher Darstellung der mechanischen und chemischen Verfahren zur Prüfung der Niederschläge.

Die Übersetzung schließt sich an das englische Original absichtlich möglichst wortgetreu an. Sie dürfte an gewonnen haben, wenn an einzelnen Stellen die dem deutschen Praktiker geläufigen Fachausdrücke gewählt worden.

Für den auf dem galvanischen Fachgebiete mehr weniger wissenschaftlich arbeitenden Chemiker oder Ingenieur dürfte das vorliegende Buch in seinen Darstellungen eine Bereicherung des vorhandenen Schrifttums bilden. Das Buch wird auch dem deutschen Fachmann eine wertvolle Anregung bieten.

[E 935]

Dr.-Ing. Georg E

Die Ölfuehrungstechnik. Von O. A. Essich. 3. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 128 S. m. 253 Abb. Preis 8 M.

Distillation des combustibles à basse température. R. B. Rau und Henri Besson. Paris 1928, Gaston Dreyer. 356 S. m. 75 Abb. Preis 40 Fr.

Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. Richard Mollier. 5. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 28 S. m. 2 Taf. Preis 2,70 M.

Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt und dem Institut für Metallforschung zu Berlin-Dahlem. Sonderheft Nr. 3. Berlin 1927, Julius Springer. 434 S. m. 24 Abb. Preis 24 M.

Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau, 1. H. Zylinder ortfester Dampfmaschinen. Von H. Frey. Berlin 1927, Julius Springer. 42 S. m. 131 Abb. Preis 1,80 M.

Werkstattdbücher, 4. H.: Wechselraderberechnung für Zahnwerke. Von Georg Knappe. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 65 S. m. 13 Abb. Preis 1,80 M.

Werkstattdbücher, 9. H.: Rezepte für die Werkstatt. Fritz Spitzer. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 72 S. Preis 1,80 M.

Sammlung Götschen, 799. Bd.: Die Elektromotoren. Arbeitsweise und Verwendungsmöglichkeit. Von F. L. Hammer. 2. T. 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 88 S. m. 62 Abb. Preis 1,80 M.

Quantitative Analyse durch Elektrolyse. Begründet von Alexander Classen. 7. Aufl. von A. Classen. Heinrich Dannel. Berlin 1927, Julius Springer. 78 S. m. 24 Abb. Preis 24 M.

Die Fermente und ihre Wirkungen. 3. Bd.: Die Methoden der Fermente. Herausgeg. von Carl Oppenheimer und Ludwig Pincussen. 1. Lfg. Leipzig 1927, Thieme. 320 S. m. 181 Abb. Preis 28 M.

Einführung in die höhere Mathematik. Von Fritz W. 1. u. 2. Bd. Berlin 1927, Julius Springer. 921 S. m. 404 Abb. Preis je Bd. 24 M.

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

Seite

Die Ausstellung der Deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft in Dortmund 1927. Von Vormfelde	1697
Zur Theorie der zylindrischen Schalen und Bogensträger	1702
Die elektrische Ausrüstung von Kraftfahrzeugen. Von E. C. Rassbach	1703
Die unmittelbar angetriebene Diesellokomotive. Von O. Günther	1710
A. Wichert †	1716
Technische Fortschritte beim Rhön-Segelflugwettbewerb. Von W. Hübner	1717

Diesel-elektrisch angetriebene Verschiebelokomotive	
Der piezoelektrische Quarz in der Hochfrequenztechnik. Von M. Zorn	
Gußeisen mit Nickel- und Chromgehalt	
Rundschau: Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft — Amerikanische Kabelbagger — Die Stromversorgung Moskaus und des Moskauer Industriegebietes — Kleine Mitteilungen	
Bücherschau: Handbuch der Kokerei. Von W. Glud	
— Die Chemie der Braunkohle. Von E. Erdmann und M. Dolch — Modernes elektrolytisches Überziehen. Von W. E. Hughes — Eingänge	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS ★

71

SONNABEND, 10. DEZEMBER 1927

Nr. 50

Das zehnte internationale Seeflugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig

Von Dipl.-Ing. F. Goßlau, Charlottenburg

(Hierzu Textblatt 23 bis 26)

Vorgeschichte und technische Entwicklung — Flugzeuge und Motoren des Rennens 1926 — Wettbewerb in Venedig 1927: Kirkham-Doppeldecker mit 24zylindrigem Packard-X-Motor von 1250 PS; Doppeldecker, Bauart Gloster III und IV, mit 12zylindrigem Napier-Lion-Motor von 900 PS; Tiefdecker, Bauart Supermarine S 4 und S 5; Short-Bristol-Crusader mit luftgekühltem 9 zylindrigem Bristol-Merkur-Motor von 8,0 PS; Tiefdecker, Bauart Maehi 52, mit 12zylindrigem Fiat-Motor AS 3 von 1000 PS — Verlauf des Rennens

Am 25. September 1927 fand in Venedig, Abb. 1, zum zehnten Male das heute schon als klassisch anzusehende internationale Rennen der Seeflugzeuge um die Schneider-Trophäe statt. Dieses Ereignis, das jedesmal die Augen aller fliegenden Nationen mit dem Interesse gerichtet sind, hat heute eine bereits zehnjährige Geschichte und darf es für sich in Anrechnung nehmen, die Entwicklung des schnellen Seeflugzeuges mächtig gefördert zu haben.

Vorgeschichte

Im Jahre 1913 stiftete Jacques Schneider, der Träger der bekannten französischen Waffenfabriken Schneider-Creuzot, als begeisteter Anhänger der Fliegerei einen Geschwindigkeitspreis, um den seither die Flugzeuge der Nationen mit wechselndem Erfolge gekämpft haben.

Jedes Land kann sich der Ausschreibung gemäß an dem Wettbewerb mit höchstens drei Flugzeugen beteiligen und den Preis endgültig gewinnen, wenn es innerhalb von fünf Rennen dreimal siegreich bleibt.

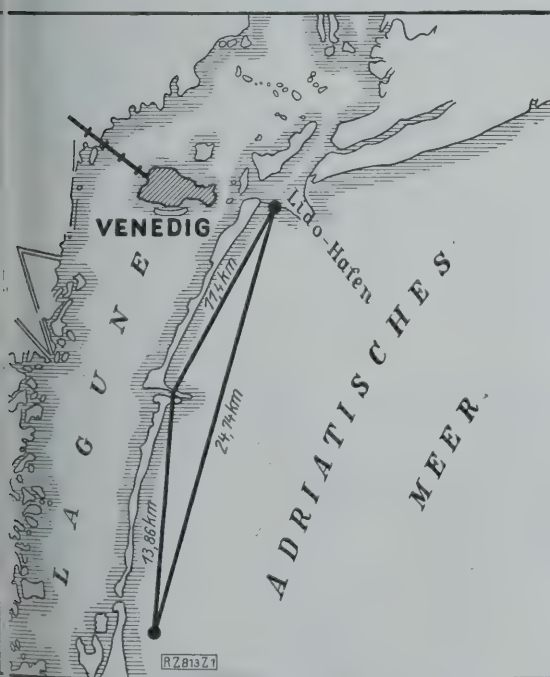


Abb. 1

Verlaufsstrecke des internationalen Geschwindigkeits-Wettbewerbs der Seeflugzeuge, Venedig, September 1927. 7 Runden von je 50 km Länge.

Der erste Wettbewerb fand 1913 in Monaco statt, Abb. 2, ging über 178 km und wurde von Prévost auf einem Déperdussin-Eindecker mit 150 PS Gnôme-Umlaufmotor gewonnen. Die mittlere Geschwindigkeit wurde damals zu 72,08 km/h festgestellt.

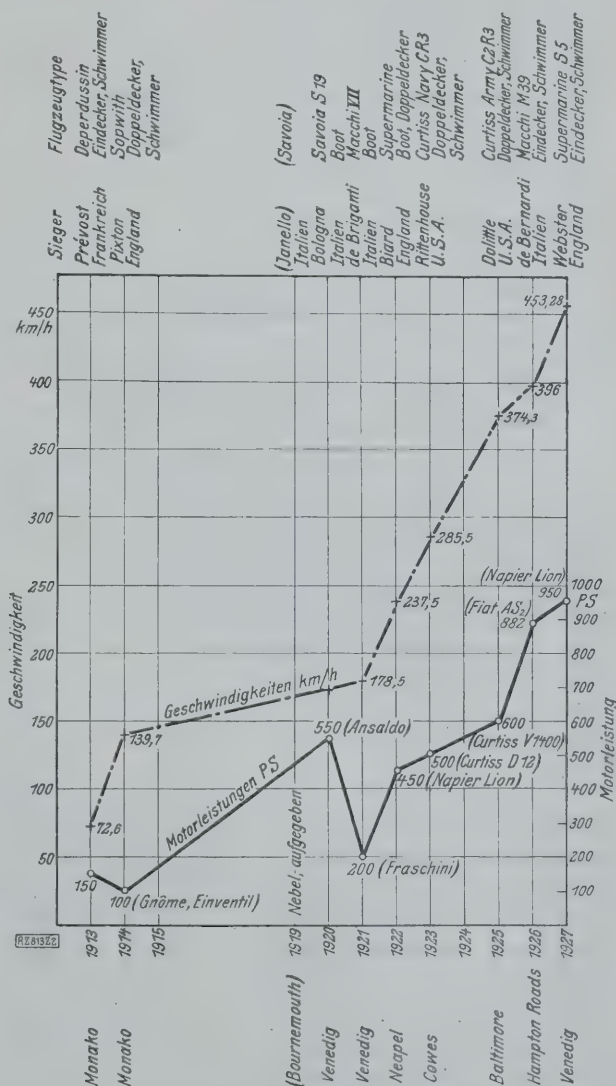


Abb. 2

Steigerung der Fluggeschwindigkeiten und Motorleistungen gelegentlich der Schneider-Seeflugwettbewerbe 1913 bis 1927

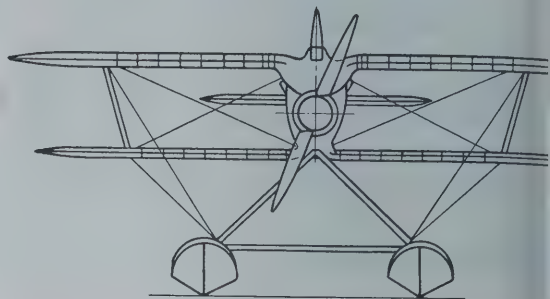
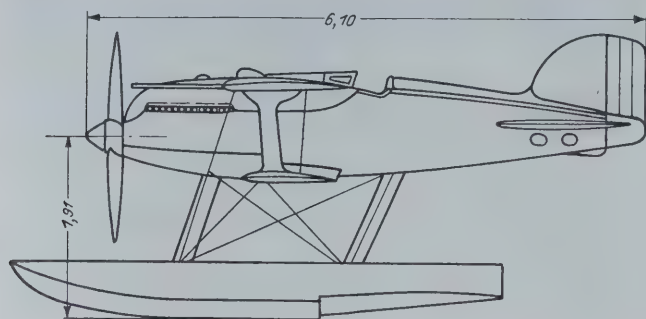
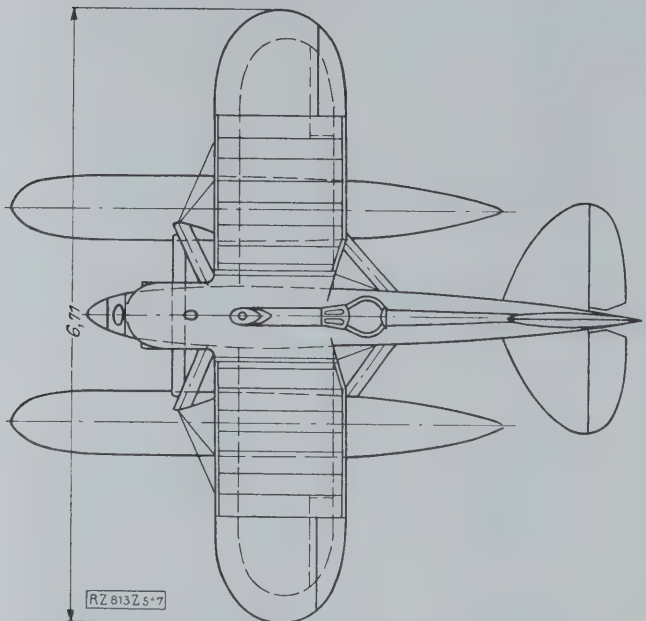


Abb. 5 bis 7

Curtiss-Doppeldecker R 3 C 2 mit 600 PS-Curtiss-Motor, Bauart 1925



geschwindigkeit von 172,48 km führend durchs Ziel gehen.

Zweimal noch, 1921 und 1922, fand das Rennen in Italien statt. In Venedig schlug das Flugzeug M. Savoia mit 178,5 km/h wiederum alle Wettbewerber. 1922 in Neapel mußte Italien den Preis an England geben, das in dem Supermarine-Flugboot einen Doppeldecker ins Treffen führte, der mit 237,5 km/h die Leistungen gegenüber den Vorjahren sprunghaft verbesserte, Abb. 2.

1923 finden sich auch die Amerikaner zum ersten Mal ein und gewinnen das Schneider-Rennen bei der Wight. Ihr Curtiss-Doppelschwimmer-Doppeldecker, Muster CR 3, Abb. 3¹⁾, der bereits deutlich das Schneider-Flugboot nach hoher Geschwindigkeit erkennen läßt, erreicht eine Geschwindigkeit von 285,43 km/h.

Bis zum nächsten Rennen vergehen nunmehr vier Jahre; aber diese beiden Jahre sehen sämtliche

¹⁾ Abb. 3, 4, 8, 14, 28, 29 auf Textblatt 23, Abb. 16, 24, 41, 48, Textblatt 24, Abb. 15, 17 bis 19, 21, 23, 52 auf Textblatt 25, Abb. 53 auf Textblatt 26.

Ein Jahr später war die Rennstrecke in Monaco auf 280 km verlängert worden, und England konnte dank der Geschwindigkeit von 139,7 km/h, die das von Pixton geführte Sopwith-Flugzeug erreichte, den Preis an sich bringen.

Das erste Seeflugzeug-Rennen um den Schneiderpreis nach dem Kriege, das bei Bournemouth (England) abgehalten werden sollte, stand im Zeichen des englischen Nebels, der so dick war, daß alle Wettbewerber auf den Austrag des Rennens verzichteten, bis auf den Italiener Janello, der sein Savoia-Doppeldecker-Flugboot in der erforderlichen Anzahl von Runden über die Strecke führte. Da er aber an den Wendemarken nicht gesehen werden konnte, so war eine Entscheidung über das Rennergebnis sehr schwierig. Man einigte sich schließlich dahin, das Rennen für ungültig zu erklären, den Preis selbst noch in England zu belassen, aber als Anerkennung für die tüchtige Leistung des Piloten die Organisation des nächsten Rennens an Italien zu übertragen, eine Aufgabe, die sonst nur dem siegenden Lande zukommt.

Das Jahr 1920 sah also Venedig zum erstenmal als Schauplatz des Schneider-Seeflugzeugrennens. Frankreich, England und Italien waren vertreten, und es gelang dem Savoia-Doppeldecker, mit einer Stunden-

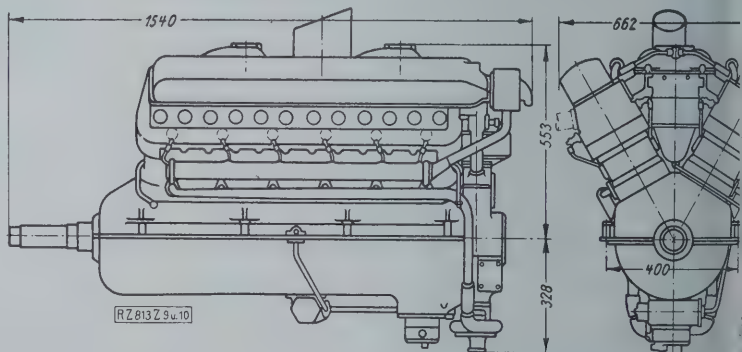


Abb. 9 und 10

700 PS-Curtiss-Motor V 1500, eingebaut beim Rennen 1926; Vergaser zwischen den Zylinder-Blöcken.

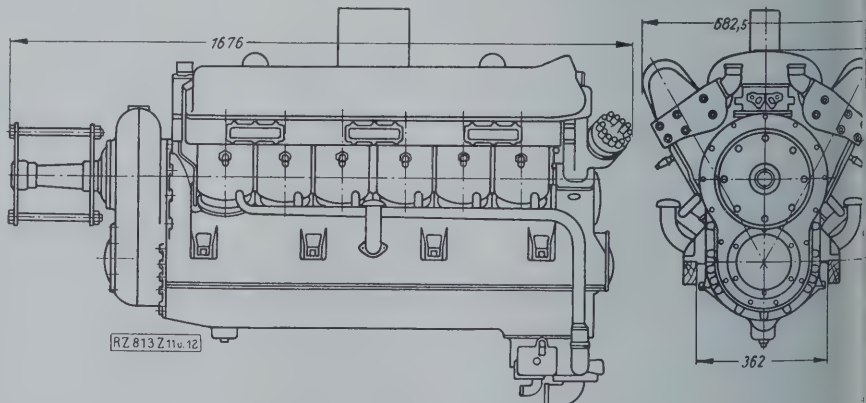


Abb. 11 und 12

700 PS-Packard V 1500 mit Getriebe; 12 wassergekühlte Zylinder in V-Form; je 4 Auslaßventile zweier benachbarter Zylinder mit gemeinsamem Auspuffstutzen.

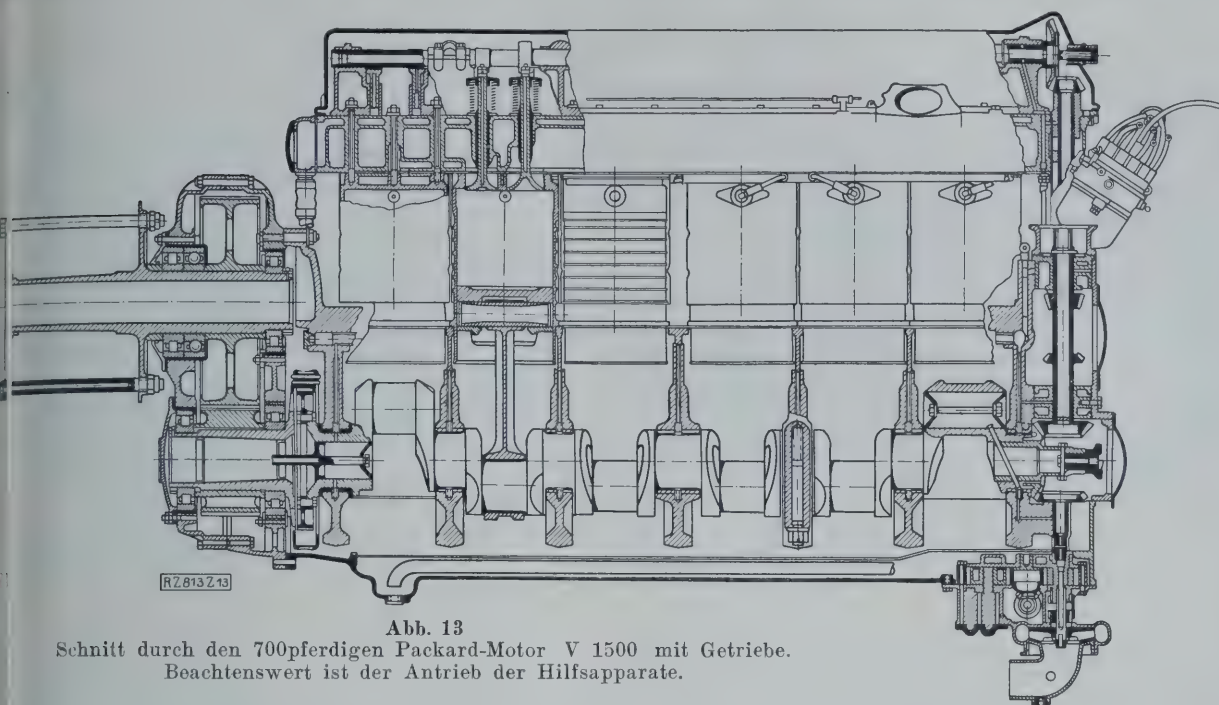


Abb. 13

Schnitt durch den 700pferdigen Packard-Motor V 1500 mit Getriebe.
 Beachtenswert ist der Antrieb der Hilfsapparate.

ber in eifrigen Vorbereitungen. Mit großer Spannung erwartet man das technische Ergebnis des Kampfes in Baltimore, der ein überraschend sicherer Erfolg Amerika wird. Der 600 PS-Motor, Curtiss V 1400, sehr leicht eingebaut in den rassigen Doppeldecker, Curtiss R 3 C 2, Abb. 4 bis 7, schlägt mit 374,5 km/h den folgenden Gegner um nicht weniger als 52,5 km/h und damit zeitig den Geschwindigkeits-Weltrekord für Seeflugzeuge.

Das Rennen 1926 in Amerika

zweimal hintereinander hatte Amerika die Schneiderpreise gewonnen. Sein Vorsprung war groß; England machte für 1926 die größten Anstrengungen. Das Luftministerium gab drei Rennflugzeuge in Auftrag; weil die Motoren nicht fertig wurden, sah sich England zu Zwang, auf die Beschickung des Rennens zu verzichten, das nun allein zwischen Amerika und Italien stattfand. Am 1. November 1926 in der Bai von Hampton-Roads (Virginia) ausgetragen wurde.

Amerika war mit drei Curtiss-Renn Doppeldeckern R 3 C, vertreten, wie sie auch am Wettbewerb des Vorjahres (1925) teilgenommen und von denen zwei auch Pulitzer-Rennen, als Landflugzeuge mit Fahrgestell, gewonnen hatten. Während die Zellen selbst seit dem Vorjahr kaum geändert waren, hatte man neue, vom Naval-Bureau of Aeronautics entworfene Schwimmer gebaut, deren Nase eine mehr abgerundete Form und deren senkrechter Längsschnitt an Stelle der geraden Kanäle der früheren Bauart geschwungene Stromlinien zeigte;

aber die Schwimmer der Italiener erwiesen sich doch noch als zweckmäßiger. Die steilere Hohlkielung der Macchi-Schwimmer ergab weicheren und kürzeren Abflug und selbst in kurzer und harter See geringeres Spritzwasser.

Zwei der amerikanischen Flugzeuge hatten die neuesten Motoren bekommen, eine den 700 PS-Curtiss V 1500, Abb. 9 und 10, das andere den 700 PS-Packard V 1500, Abb. 11 bis 13, mit Getriebe. Das dritte Flugzeug, der Curtiss R 3 C 2 von 1925, blieb im Triebwerk unverändert und behielt den 600pferdigen Curtiss-Motor V 1400.

Sieger des Rennens wurde der italienische Capitain Bernardi auf dem Tiefdecker Macchi 39 mit 880 PS-Fiat-Motor. Er rundete die Wendemarken auffällig weit, aber seine Geschwindigkeit betrug schließlich im Mittel 393,15 km/h.

Das siegreiche italienische Flugzeug, Abb. 14, ähnelte dem englischen Supermarine S 4, Abb. 39 bis 41, und war von Castoldi entworfen worden. Es war ein Tiefdecker, dessen Flügel oben zwei, unten drei Kabel aufwiesen. Der Rumpf ruhte auf vier Streben über den Schwimmern, die in nur zwei Knotenpunkten an ihm eingriffen.

Diese Lösung ist offenbar recht geschickt, und sie findet sich auch bei den englischen Wettbewerbflugzeugen dieses Jahres. Die Wasserkühler lagen im Flügel, die Ölkühler vorn an der Unterseite des Rumpfes. Die Abmessungen des Flugzeuges sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

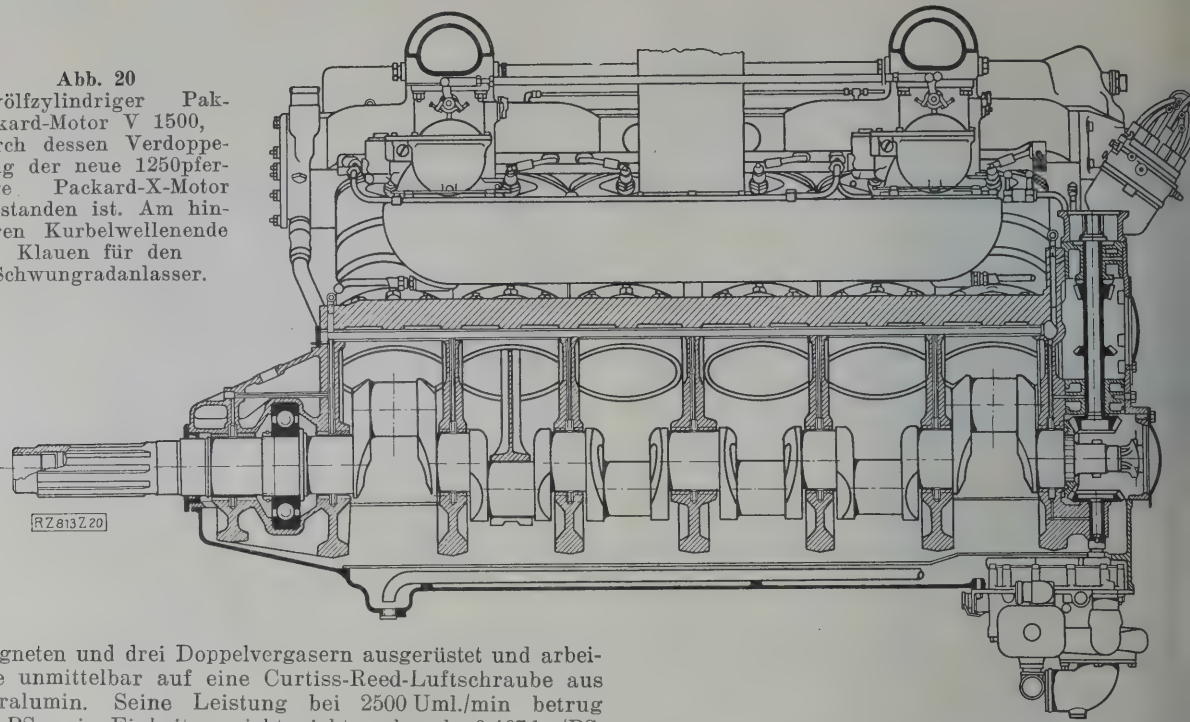
Der ausgezeichnete Fiat-Motor AS 2, Abb. 15, Entwurf des Ingenieurs Zerbi, war mit zwei Marcelli-

Zahlentafel 1

Flugzeuge der Schneider-Seeflugzeug-Wettbewerbe 1925 bis 1927

Wettbewerb	1925				1926		1927		
	Gloster III	Supermarine S 4	Curtiss R 3 C 2	Macchi 33	Curtiss R 3 C-3	Macchi 39	Gloster IV	Supermarine S 5	Crusader
Flugzeugbauart									
Spannweite m	6,09	10,64	6,68	—	6,6	9,26	7,0	9,0	8,4
Flügelhöhe „	9,18	8,2	8,75	—	6,0	6,74	7,5	8,1	7,8
Flügelbreite „	3,17	4,03	4,08	—	3,15	3,06	2,65	3,75	2,73
Flügelfläche m ²	14,1	12,65	13,4	—	13,4	14,5	13,6	15,1	13,5
Flügelprofil }	Napier	Napier	Curtiss	Curtiss	Packard, Curtiss	Fiat	Napier	Napier	Bristol
Flügelmaterial }	Lion	Lion	Curtiss	Curtiss	Curtiss	Fiat	Lion	Lion	Merkur
Leistung PS	700	700	600	450	700	882	860	860	870
Gewicht des Flugzeuges . kg	1200	1425	1240	—	1245	1300	1360	1430	1270
Belastung kg/m ²	85	112,5	92,5	—	93	90	100	94,5	94
Flügelbelastung kg/PS	1,72	2,04	2,06	—	1,78	1,48	1,58	1,66	1,46
Geschwindigkeit km/h	343	360	375	350	370,7	393,15	439,4	453,3	—
Leistung PS/m ²	49,6	55,3	44,8	—	52,5	60,8	63,3	57	64,4

Abb. 20
Zwölfzylindriger Packard-Motor V 1500, durch dessen Verdoppelung der neue 1250pferdige Packard-X-Motor entstanden ist. Am hinteren Kurbelwellenende Klauen für den Schwungradanlasser.



Magneten und drei Doppelvergasern ausgerüstet und arbeitete unmittelbar auf eine Curtiss-Reed-Luftschaube aus Duralumin. Seine Leistung bei 2500 Uml./min betrug 880 PS, sein Einheitsgewicht nicht mehr als 0,467 kg/PS.

Das Rennen 1927 in Venedig

Bei der Tagung der Fédération Aéronautique Internationale in Rom im Oktober 1926 war angeregt worden, den Schneider-Wettbewerb in Zukunft nur noch alle zwei Jahre abzuhalten, weil sich die Fachleute darüber einig waren, daß ein solcher Zeitraum notwendig sei, um wirkliche Fortschritte aller Teilnehmer zwischen den einzelnen Veranstaltungen zu ermöglichen. Es ist nicht bekannt, weswegen trotzdem bereits in diesem Jahre wieder der Kampf ausgetragen wurde, zumal da Amerika amtlich um Verschiebung gebeten und mitgeteilt hatte, es könne zu dem angesetzten Zeitpunkt mit seinem Flugzeug nicht fertig werden.

Das amerikanische Flugzeug

Es ist inzwischen einiges über das amerikanische Rennflugzeug bekannt geworden. Dieser Zweischwimmer-Doppeldecker, Abb. 16, ist von der Kirkham Products Co., Long Island, N. Y., hergestellt. Im Gegensatz zu dem englischen Flugzeug Gloster IV weisen die Flächen in der Vorderansicht keine V-Form auf, sind aber ebenfalls durch einen schrägliegenden I-Stiel von beträchtlicher Breite miteinander verbunden. Die Übergänge vom Rumpf, der den Abstand zwischen den Flächen völlig ausfüllt, sind härter als beim Gloster, bei dem gerade hier auf beste Abrundung großer Wert gelegt ist.

Der Rumpf, der den in X-Form gebauten 4 × 6-zylindrigen Packard-Motor aufnimmt, muß notwendigerweise vorn ziemlich plump gehalten werden, geht aber allmählich aus Rechteckform in eine Kegelspitze über.

Die Schwimmerabstützung ist, entsprechend dem nicht geringen Gewicht des starken Triebwerks, kräftig durchgebildet. Die Schwimmerstreben stehen in der Seitenansicht senkrecht, und ihr Zwischenfeld weist je eine Schrägstrebe auf. Die Schwimmer aus Holz mit Duraluminboden hat man wie üblich durch zwei kräftige wagerechte Streben miteinander verbunden. Im Vergleich zu dem Unterbau des Gloster IV erscheint die amerikanische Ausführung sehr kräftig.

Es dürfte auch hierbei zum ersten Male der Fall auftreten, daß das Flugzeug sozusagen um den Motor herumgebaut ist. Die Augen für die Motorbefestigung stellen nämlich gleichzeitig Knotenpunkte der Rumpf- und Schwimmergestell-Konstruktion dar.

Der neue Packard-Motor von 1250 PS

Das Gewicht des 24zylindrigen Packard-Motors, Abb. 16 bis 19, der bei 2700 Uml./min 1250 PS leistet, wird mit 660 kg, also 0,525 kg/PS angegeben. Das Trieb-

werk ist eine Konstruktion von Wootson v. Packard-Motor-Car Company und eigentlich nur eine Verdoppelung des 12zylindrigen Packard-Motors, V 1500, Abb. 20. Dieser wurde ja bereits früher sowohl stehend, als auch mit hängenden Zylindern ausgebaut und der neue Motor stellt den Zusammenbau beider Bauarten mit einer gemeinsamen Kurbel dar²⁾.

Das Verdichtungsverhältnis des Packard X 7,5:1, die Bohrung 146, der Hub 127 mm, woraus ein Gesamt-Hubvolumen von 45 l und damit eine

²⁾ Vergleicht man diesen amerikanischen Motor mit einigen Jahren bekannten englischen 1000pferdigen Napier-Motor, so erkennt man, daß in der Verminderung des Stirnwidens und in der Zusammendrängung des Gesamtaufbaues ein beträchtlicher Fortschritt erreicht wurde, der diesen Motor vor dem Schickel-Cub, wegen Einbauschwierigkeiten und zu großen Widerständen gegeben zu werden, bewahren dürfte.

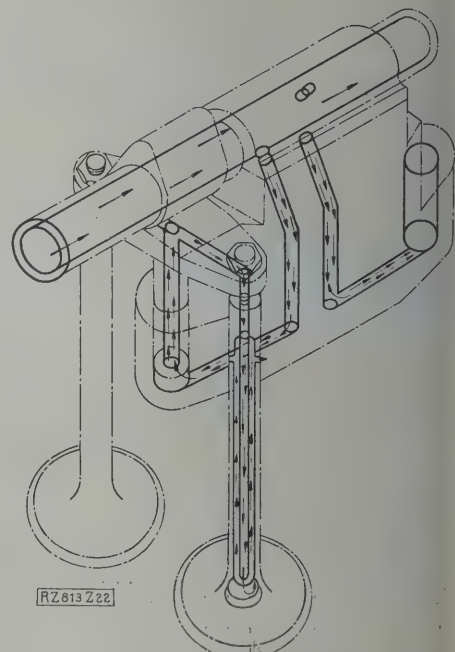


Abb. 22

Packard benutzt das Schmieröl zur Kühlung der Auslaßventile, eine sehr verwickelte Einrichtung. Der gleiche Erfolg ist mit einfacheren Mitteln erreichbar.

G o ß l a u: Das zehnte internationale Seeflugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig



Abb. 3

Doppeldecker CR 3 mit 500pferdigem Curtiss-Motor
Sieger 1923 mit 285,54 km/h. Weist noch viele
Stiele und Drähte auf, die später wegfallen.

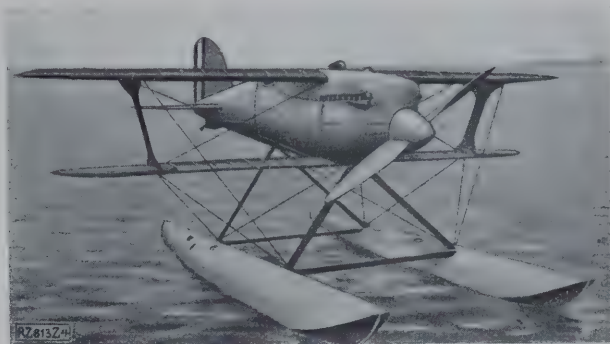


Abb. 4

Curtiss-Doppeldecker R 3 C 2, mit 377 km/h Sieger 1925.
Wasserkühler in Ober- und Unterfläche.

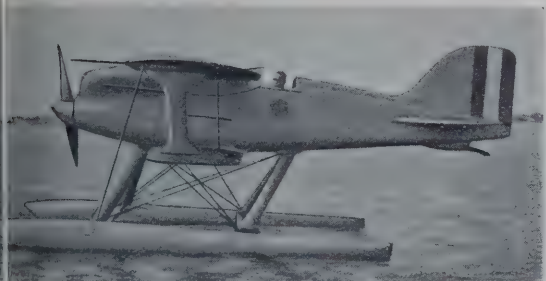


Abb. 8

iss-Doppeldecker R 3 C, für den Wettbewerb 1926
vorfen und mit 700 PS-Motor, Bauart Curtiss oder
Packard, ausgerüstet.

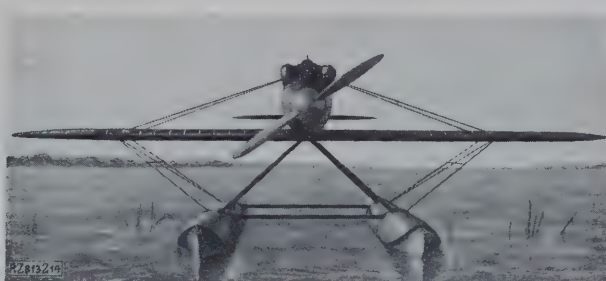


Abb. 14

Macchi 39, italienischer Tiefdecker, der mit 396 km/h
das Rennen 1926 gewann.

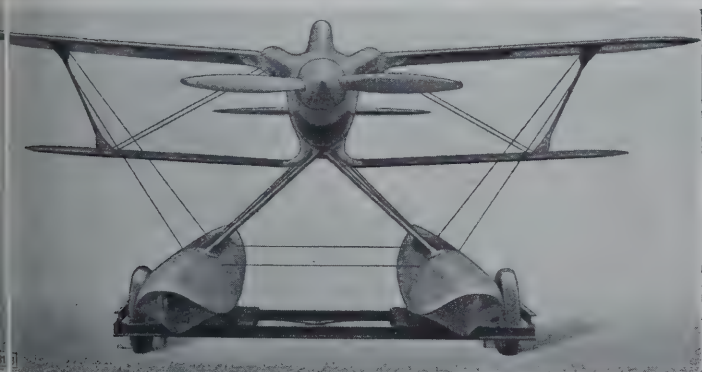


Abb. 28

Vorderansicht des Doppeldeckers
Gloster IV. Flügel in leichter V-
Form nach oben, Schwimmer-Zwi-
schenstreben durch Spanndrähte er-
setzt. Die Oberfläche der Schwim-
mer zwischen dem Streben bildet
einen Teil des Wasserkühlers.

Abb. 29
seitenansicht des Doppeldeckers Glo-
ster IV. Stromlinienform der scharf
gekehlten Schwimmer mit einer Stufe.
Ölkühler unter dem Bug.



Goßlau: Das zehnte internationale Seeflugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig

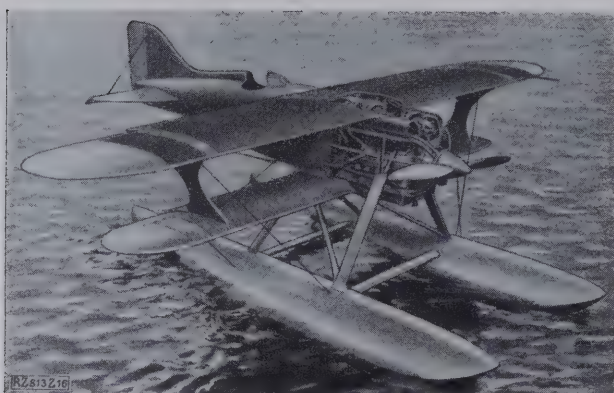


Abb. 16

Kirkham-Doppeldecker, von Amerika für den Wettbewerb 1927 gebaut, wurde jedoch nicht rechtzeitig fertig. Soll als Landflugzeug mit einem 1250 PS-Packard-Motor am 7. November 519 km/h erreicht haben.

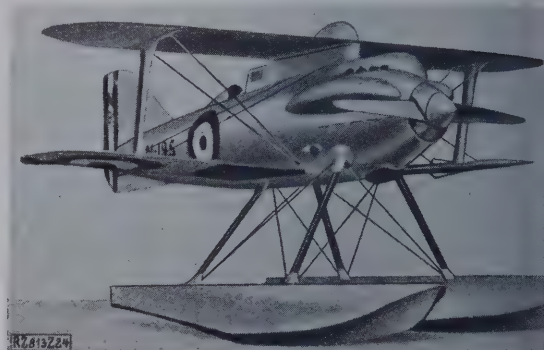


Abb. 24

Doppeldecker Gloster III, Zweiter im Wettbewerb



Abb. 41

Tiefdecker Supermarine S 5 mit 950pferdigem Napier-Lion-Motor. Sieger 1927 mit 453,3 km/h.

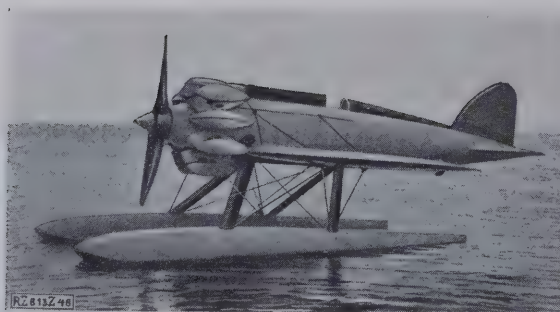


Abb. 48

Short-Tiefdecker Crusader mit verkleidetem luftgekühltem Sternmotor von 870 PS „Bristol-Merkur“. Dieses sehr beachtenswerte Flugzeug ging leider bei einem Übungsflug vor dem Rennen zu Bruch.



Abb. 53

Der Motor des Tiefdeckers Macchi 52 beim Probelauf vor dem Start. Das Flugzeug mußte während Rennens aufgeben. Am 5. November hat Major Bernardi mit diesem Flugzeug 478 und sogar 505 km/h erreicht.

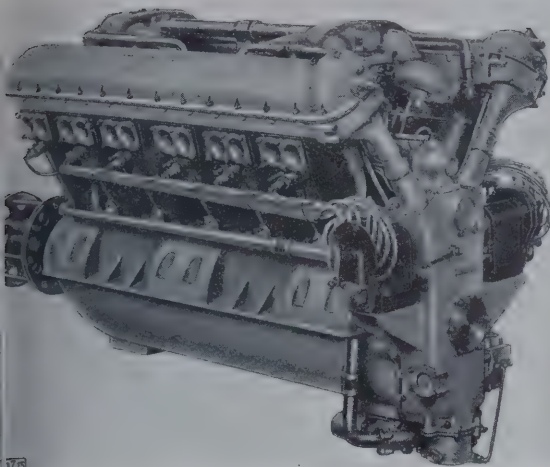


Abb. 15
Motor A S 2 von 880 PS, 2500 Uml./min, 0,467 kg/PS;
Jahr 1926. Anbau von Magnetapparaten; Zwischen-
wellen mit Druckluftverteiler.

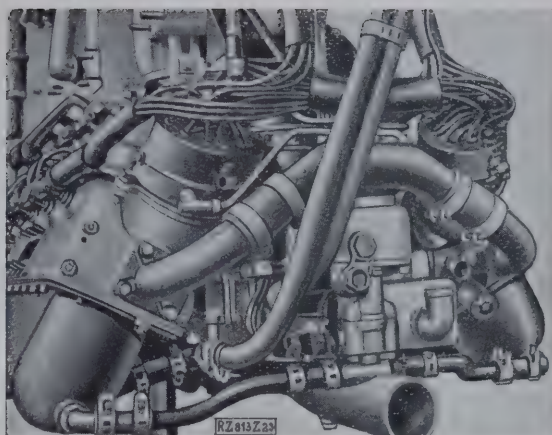


Abb. 23
Anbau der Hilfsapparate am X-förmigen Packard-
Motor; Verteiler der Batteriezündung, Kühlwasser-
pumpe, Vergaser.

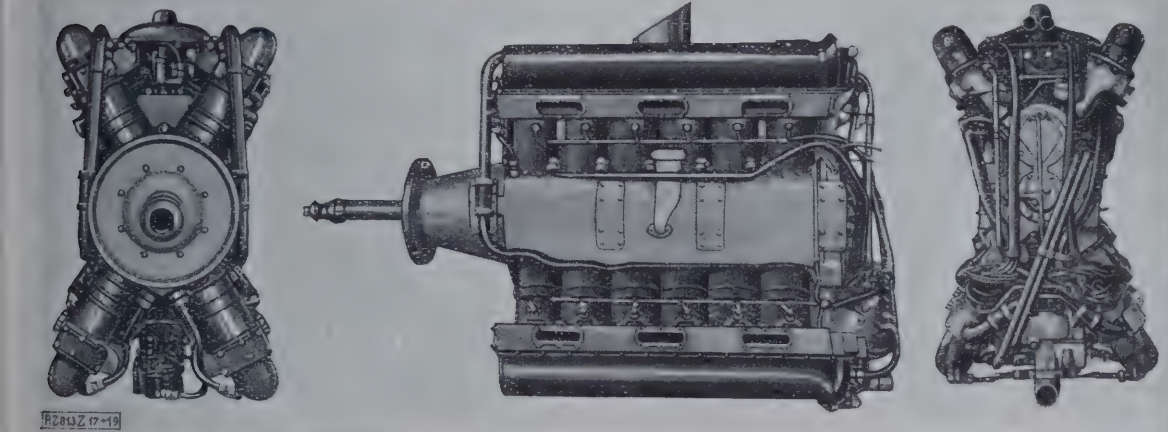


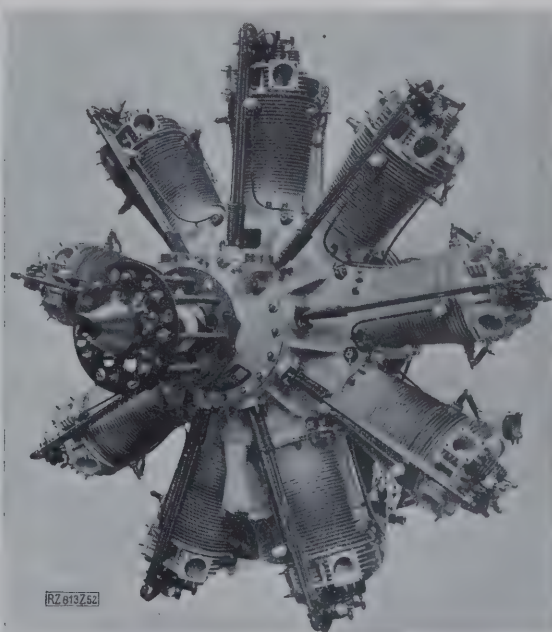
Abb. 17 bis 19
Der 24zylindrige neueste Packard-Flugmotor in X-Form. Leistung 1250 PS, Gewicht 660 kg, 0,528 kg/PS;
Hubvolumen 45 l, 2700 Uml./min.



Abb. 21
Zehn Federn für ein Ventil beim Packard-X-Motor,
sicher auch bei hohen Drehzahlen sicheres Arbeiten
der Steuerung ermöglichen.

Abb. 52 (rechts)
Jupiter VI, 450/550 PS, Einheitsgewicht
0,5 bis 0,61 kg/PS. Einer der erfolgreichsten Flug-
motoren, für den jetzt in Deutschland Siemens die
Bauerlaubnis erworben hat

Goßlau: Das zehnte internationale
Flugzeugrennen um die Schneider-Trophäe
in Venedig



Goßlau: Das zehnte internationale Seeflugzeugrennen um die
Schneider-Trophäe in Venedig

Abb. 33 bis 37. Entwicklung des Napier-Lion-Motors

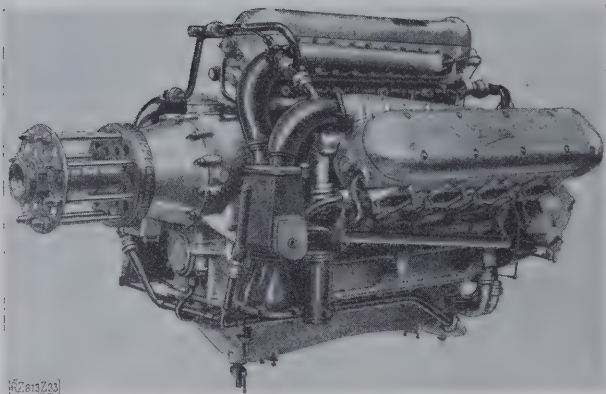


Abb. 33

Napier-Lion V mit zwei vorn liegenden Claudel-Hobson-Sondervergasern und Getriebe (27/41 Zähne). Zwölf Zylinder in W-Form mit 60° Zwischenwinkel. 480 PS bei 2000 Uml./min, Gewicht 426 kg, Brennstoffverbrauch 142 l/h.

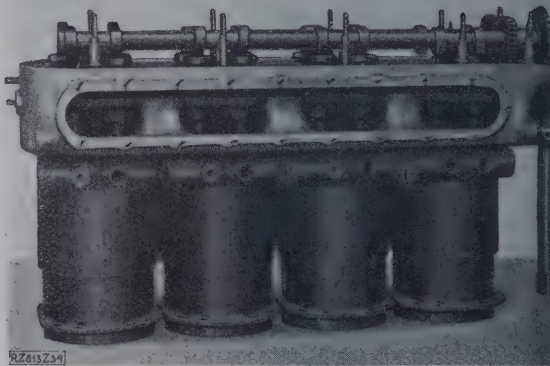


Abb. 35

Zylinderblock des neuesten Napier-Lion-Motors. Lagerschalen und Kühlwassermäntel aus Stahl, Zylinderkopf aus Aluminiumguß. Je eine Nockenwelle für Einlaß- und Auslaßventile. 139,7 mm Bohrung und 130,2 mm Hub.

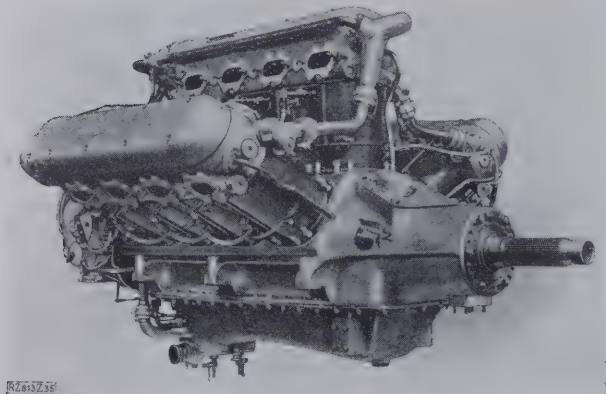


Abb. 34

Alterer Napier-Lion-Motor für schnelle Flugzeuge mit kleinem Rumpffuerschnitt. Hinten liegende Vergaser und Zündapparate. Öldruck der Schmierung etwa 4 at, Ölaustrittstemperatur 60 °C.

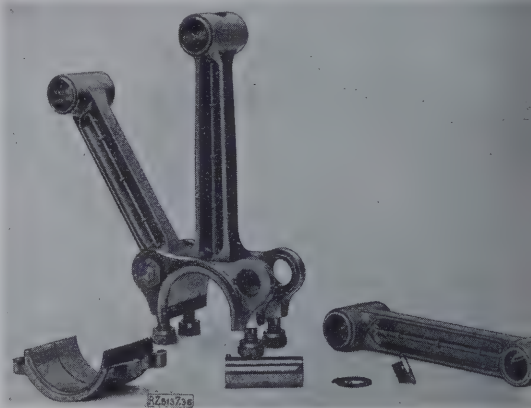


Abb. 36

Pleuelstangen des älteren Napier-Lion-Motors. Gesteuertes Pleuellager; bei der neuen Ausführung sind die Ölröhre durch Bohrungen ersetzt.

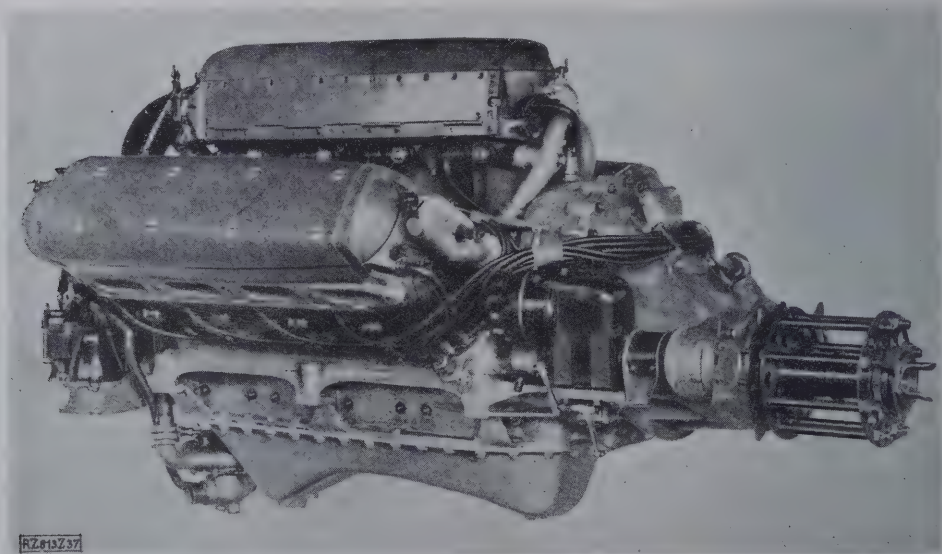


Abb. 37

Der Siegermotor von 1927. Neueste Bauart des Napier-Lion, bis zu 950 PS leistend. Vornliegende Zündapparate. Mit und ohne Getriebe.

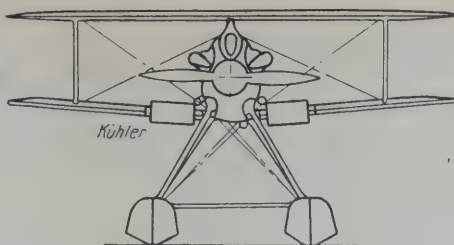
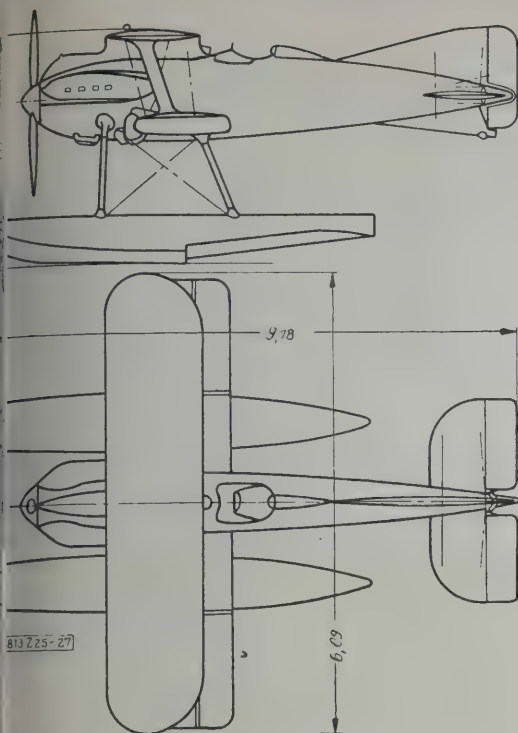


Abb. 25 bis 27
 Gloster III, englischer
 Zweischwimmer-
 Doppeldecker (1925),
 der noch freiliegende
 Wasser- und Ölküh-
 ler zeigt.

drückt, so daß also der Motor nicht weniger als 960 Ventildfedern hat. Die Auslaßventile sind ölgelkühlt, Abb. 22.

Für große Motoren beginnt man in Amerika die Batteriezündung aus Gewichtsgründen zu bevorzugen. Sie wird auch beim Packard X angewandt. Brennstoff-, Öl- und Wasserpumpe sind zu einer Einheit zusammengefaßt und in dem Raum zwischen den unteren Zylinderblöcken untergebracht, Abb. 23.

Der Motor ist noch ganz neu, und es schien ziemlich gewagt, das Flugzeug gegen die wesentlich erprobteren Flugzeuge der Engländer und Italiener antreten zu lassen. Kurz vor dem Rennen erklärte dann auch die amerikanische Marine, daß man die Absicht, das Flugzeug nach Venedig zu schicken, wegen ungenügender Zeit zu Erprobungen fallengelassen habe.

Die englischen Flugzeuge

Englands Flugzeuge waren sämtlich bereits für den Schneider-Wettbewerb 1926 gebaut und dazu schon bis auf die Motoren fertig.

Der Gloster IV. Die Gloster Aircraft Co. erbaute auf Grund ihrer Erfahrungen mit schnellen Flugzeugen und als Weiterentwicklung des Gloster III, Abb. 24 bis 27, mit dem sie sich 1925 auch das schnelle Seeflugzeug als Arbeitsgebiet erschloß und sofort in Baltimore den zweiten Platz belegte, einen Zweischwimmer-Doppeldecker, der gegenüber diesem eine ganze Reihe von Verbesserungen aufweist, Abb. 28 bis 32. Der Stirnwiderstand ist aufs äußerste vermindert. Die

ung von rund 28 PS/l bei 2700 Uml./min errechnet. Inbetracht der großen, auf das Kurbelgehäuse wirkenden Kräfte und der Erfahrungen mit einfacheren Motoren wurde die Gehäuseteilung aufgegeben und ein ungeteiltes Kurbelgehäuse vorgezogen. Mit 178 mm über dem Durchmesser der Kurbelwelle an Dicke die bisher bekannten Flugmotoren.

Die vier Einlaß- und Auslaßventile zweier benachbarten Zylinder sind in einen gemeinsamen Kanal zusammengefaßt. Jedes der 96 Ventile wird auffälligerweise von zehn Federn, Abb. 21, auf seinen Sitz ge-

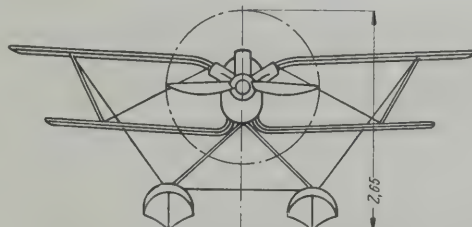
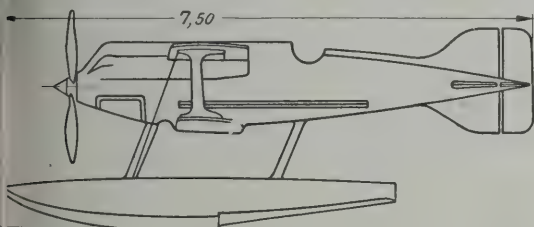
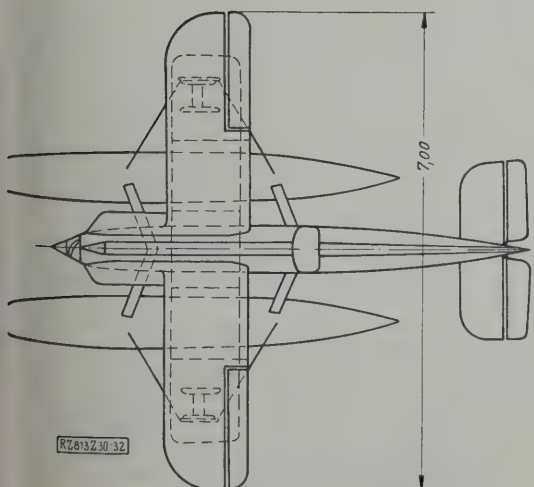
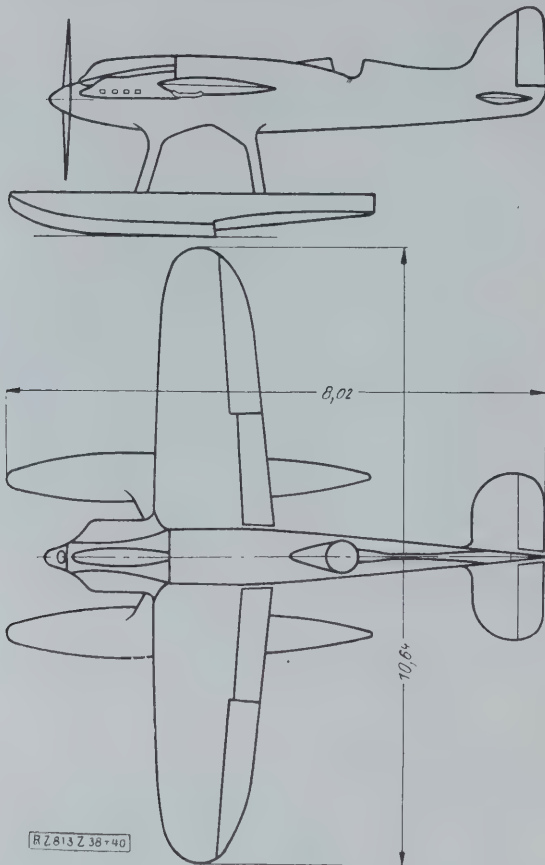


Abb. 30 bis 32
 Gloster IV mit
 900 PS-Napier-
 Lion, Ge-
 schwindigkeit
 440 km/h



Flügel in Mehrholmkonstruktion zeigen das schmale, bikonvexe Profil für hohe Geschwindigkeiten und gehen im Bogen sehr weich in den Rumpf über. Die Wurzeln des Oberflügels schließen teilweise die äußeren Zylinderblöcke des W-förmigen Motors ein.

Die Kühler sind im Gegensatz zu der Bauart Gloster III in Teile der Ober- und Unterfläche beider Flügel gelegt. Erfahrungsgemäß läßt die Dichtigkeit solcher Flügelkühler im Dauerbetrieb und bei den unvermeidbaren Erschütterungen der Flächen, insbesondere beim Durchfahren der kritischen Drehzahl sehr zu wünschen übrig und selbst für Rennflugzeuge bedeutet ihre Anwendung einen starken Unsicherheitsfaktor. Die Ersparnis an Luftwiderstand läßt aber diese Störungsmöglichkeiten mit in den Kauf nehmen. Der Rumpf von überaus sorgfältig gewählter Stromlinienform ist aus Sperrholz gewickelt und trägt den Motor auf einem Stahlrohrgerüst. Das Schmieröl wird in einem als Kühler ausgebildeten Behälter an der Unterseite der Rumpfspitze mitgeführt, Abb. 29. Ein langgestreckter Tank, der das Rückgrat zwischen dem mittleren Zylinderblock und dem Windschild bildet, dient als Kühlwasserbehälter und Fallgefäß für den Brennstoff.



Die Schwimmer aus Duralumin, eigener Entwurf und Bau von Gloster, sind durch elektrische Behandlung seewasserbeständig gemacht und vereinigen gute nautische Eigenschaften mit geringem Stirnwiderstand.

Rumpf, Flügel- und Leitwerksbekleidung bestehen aus Spruce. Das gesamte, nicht wie üblich über dem Rumpf, sondern zu beiden Seiten des Hecks liegende Seiten-Leit-

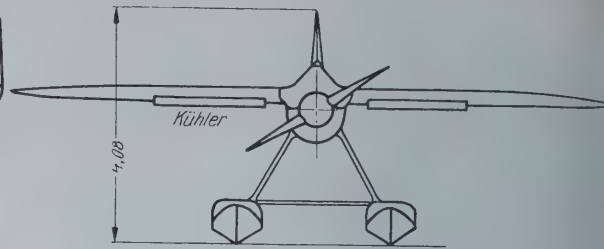
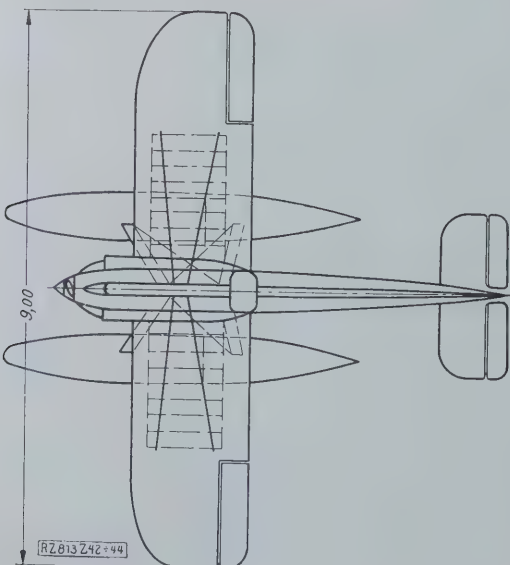
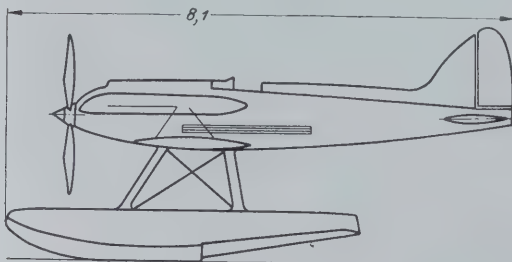
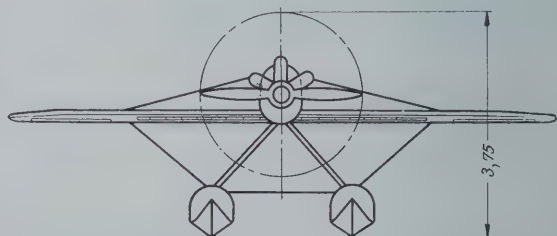


Abb. 38 bis 40

Der Supermarine S 4 hielt mit 362,7 km/h den englischen Geschwindigkeitsrekord. Hat noch Schwimmer-Zwischenstreben und angebaute Kühler. Kein Tiefdecker. Vorläufer des S 5.

werk ist wie auch das Höhenruder innengesteuert. besondere Vorrichtung erlaubt die Steuerempfindlichkeit im Verhältnis 2:3 oder 3:2 während des Fluges ändern, bei den enormen Geschwindigkeiten eine Erleichterung für den Piloten. Die üblichen Streben zwischen den Schwimmern sind weggefallen. Stromliniendrähne an ihre Stelle getreten. Die gestelldrähte finden im Innern des Schwimmers gemeinsame Knotenpunkte. In Anbetracht des starken Werks ist das nur 6,75 m breite, von Follan geworfene Flugzeug klein zu nennen. Das Fluggewicht trägt 1360 kg bei einer Nutzlast von 220 kg.

Der neue Napier-Lion-Motor von 900 PS. Als Triebwerk wurde der neueste noch als geheilter Napier-Lion-Rennmotor, Abb. 33 bis 37, gewählt. hat 12 Zylinder in W-Form. Es ist ihm äußerlich zusehen, daß man bei ihm alles getan hat, um die Projektion zu verkleinern. Er kann in einem schmalen Rumpf eingebaut werden. Die Zylinder sind so ausgebildet, daß sie einer besonderen Schale nicht mehr bedürfen, sich vielmehr harn in den Rumpf einfügen. Der Motor soll bereits eine Leistung von 700 PS erreicht haben; sie ist das diesjährige Rennen bis auf 860 PS bei 2400 U/min gesteigert worden. Die Verdichtung ist mit 10,5 gewöhnlich hoch gewählt.

Abb. 42 bis 44
Der siegreiche Supermarine S 5 mit Wasserkühler am Flügel. Sorgfältig gekühlte Schwimmern. Gesamtgewicht 1430 kg.

Man benutzte einen Brennstoff, der stark gefärbt war, was auf die Verwendung von Antiknockmitteln schließen läßt. Dieser Motor war in Gloster IV und dem Supermarine S 5 Webster einem Getriebe versehen worden, das die Vermeidung niedriger Drehzahlen der Luftschraube, einen hohen Leistungswirkungsgrad und gleichzeitig einen einfachen Betrieb der beiden vorn parallel zur Kurbelwelle liegenden Zündgeräte ermöglicht. Die Spitzenleistung des Motors beträgt bei 3000 Uml./min rd. 950 PS.

Der Supermarine S 5. Die Firma Napier bereits an den englischen Erfolgen im Schneider-Seaplane-Wettbewerb von 1922 durch ihren Motor wesentlich Anteil gehabt. Sie lieferte in diesem Jahr den Entwurf auch für die zweite neue Seeflugzeugbauart, die England nach Venedig schickte, den Supermarine S 5. Grund für den Entwurf, an dem außer dem Konstrukteur Mitchell auch das Luftfahrtministerium mitgearbeitet hat.

³⁾ Eine ausführliche Besprechung dieses Motors soll einem späteren Bericht des Verfassers vorbehalten bleiben.

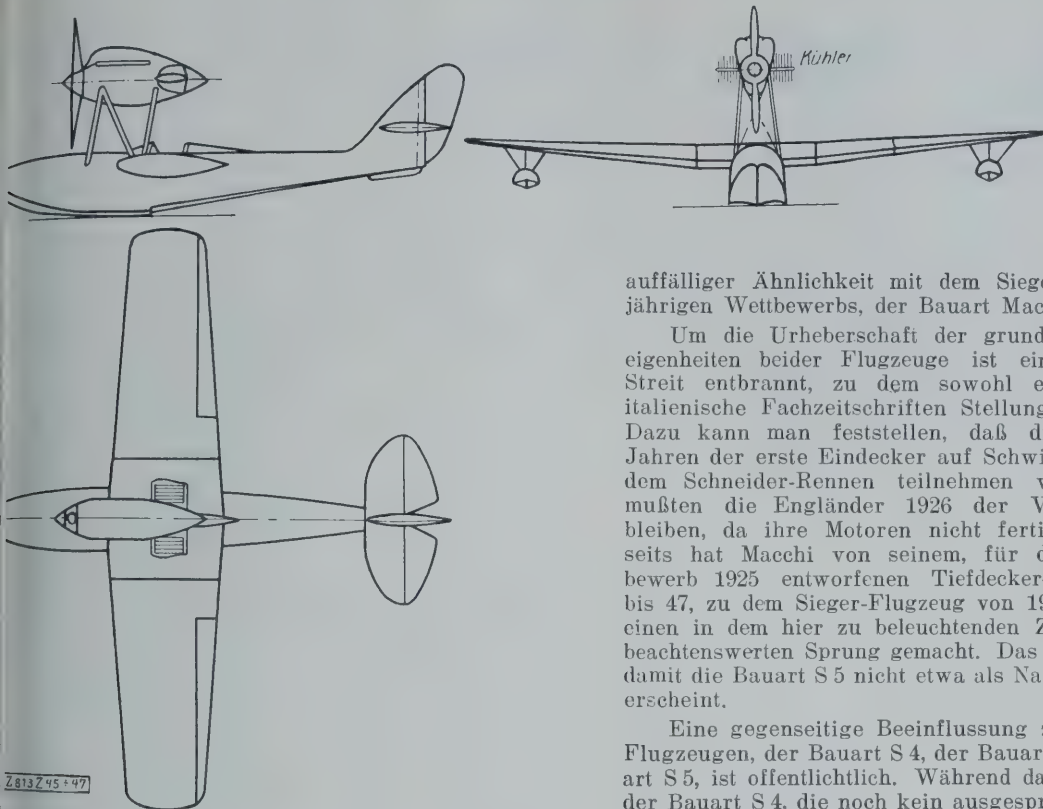


Abb. 45 bis 47
Macchi-Tiefdecker-
Flugboot 1925, Vor-
läufer des Macchi
M 39, Abb. 14. (Zur
Frage der Urheber-
schaft an den sieg-
reichen Flugzeu-
gen von 1926
und 1927.)

auffälliger Ähnlichkeit mit dem Siegerflugzeug des vor-
jährigen Wettbewerbs, der Bauart Macchi 39, Abb. 14.

Um die Urheberschaft der grundlegenden Entwurfs-
eigenheiten beider Flugzeuge ist ein ziemlich heftiger
Streit entbrannt, zu dem sowohl englische, als auch
italienische Fachzeitschriften Stellung genommen haben.
Dazu kann man feststellen, daß die Bauart S 4 seit
Jahren der erste Eindecker auf Schwimmern war, der an
dem Schneider-Rennen teilnehmen wollte; bekanntlich
mußten die Engländer 1926 der Veranstaltung fern-
bleiben, da ihre Motoren nicht fertig wurden. Ander-
seits hat Macchi von seinem, für den Schneider-Wett-
bewerb 1925 entworfenen Tiefdecker-Flugboot, Abb. 45
bis 47, zu dem Sieger-Flugzeug von 1926, Abb. 54 bis 56,
einen in dem hier zu beleuchtenden Zusammenhang sehr
beachtenswerten Sprung gemacht. Das muß betont werden,
damit die Bauart S 5 nicht etwa als Nachbau des Macchi 39
erscheint.

Eine gegenseitige Beeinflussung zwischen allen drei
Flugzeugen, der Bauart S 4, der Bauart M 39 und der Bau-
art S 5, ist offensichtlich. Während das Schwimmergestell
der Bauart S 4, die noch kein ausgesprochener Tiefdecker
war wie die Bauart Macchi 39 und das diesjährige Flug-
zeug, Bauart S 5, noch vier Knotenpunkte am Rumpf
aufweist, hat die Bauart Macchi 39 deren nur zwei, eine
sehr geschickte Lösung, die sowohl der Gloster IV als
auch der Supermarine S 5 übernommen haben. Als neu
dürfen die Engländer den Verzicht auf die Schwimmer-

bildet die Bauart S 4, Abb. 38 bis 40, die mit 362,7 km/h
englischen Geschwindigkeitsrekord hielt.
Bereits auf den ersten Blick erkennt man bei der
art S 5, Abb. 41 bis 44, das ausgesprochene Renn-
zeug: Ein Tiefdecker mit Doppelschwimmern von

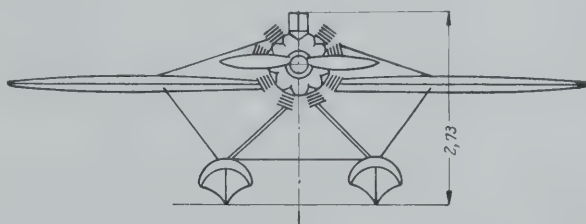
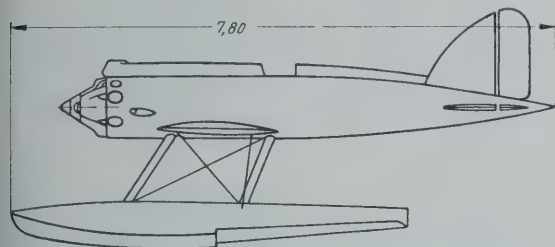
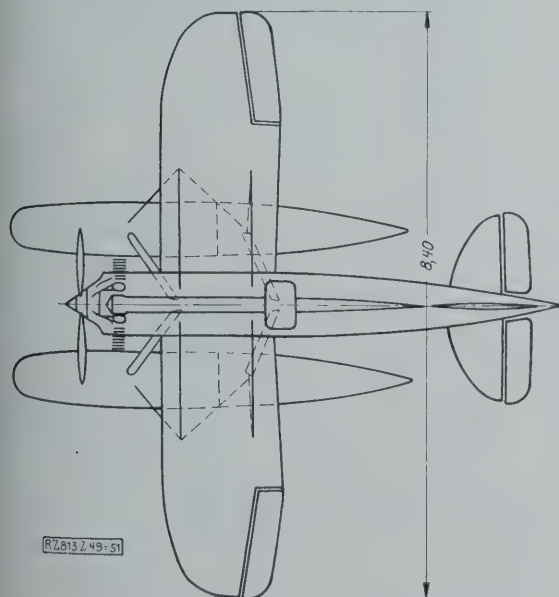


Abb. 49 bis 51

Short-Crusader mit 870pferdigem luftgekühltem
Bristol-Merkur, Leistungsbelastung 1,46 kg/PS.
Die Zylinder wurden später mit „Kreuzfahr-
erhauben“ verkleidet, der Motor wiegt bei
Höchstleistung 0,34 kg/PS.



zwischenstreben für sich in Anspruch nehmen, die sie
durch Profildrähte ersetzt haben.

Die Schwimmer der Bauart S 5 sind verhältnismäßig
lang, aus Duralumin, gegen Seewasser elektrisch behan-
delt. Ein Teil des Steuerbordschwimmers dient als Brenn-
stoffbehälter. Das ermöglicht den Ausgleich des Dreh-
moments der Luftschraube, ein leichteres Schwimmergestell
und sichert dem Flugzeug gute Flugeigenschaften.

Der Flügel ist mitsamt der Bekleidung in Holz, der
Rumpf dagegen vollständig in Metall mit tragender
Außenhaut ausgeführt. Der Rumpf von geringerem
Inhalt als einer der Schwimmer und schmalere
Querschnitt, als je bisher bekannt, machte es notwendig,
besonders kleine Piloten auszusuchen; man mußte, um
den Aufenthalt im Führerraum zu ermöglichen, zwecks
Abfuhr der Hitze und der Auspuffgase besondere Frisch-
luftführungen einbauen. Der Ölkühler längs der beiden
Rumpfsseiten besteht aus drei Rohren. Die Luftschraube
wurde von Fairey geliefert.

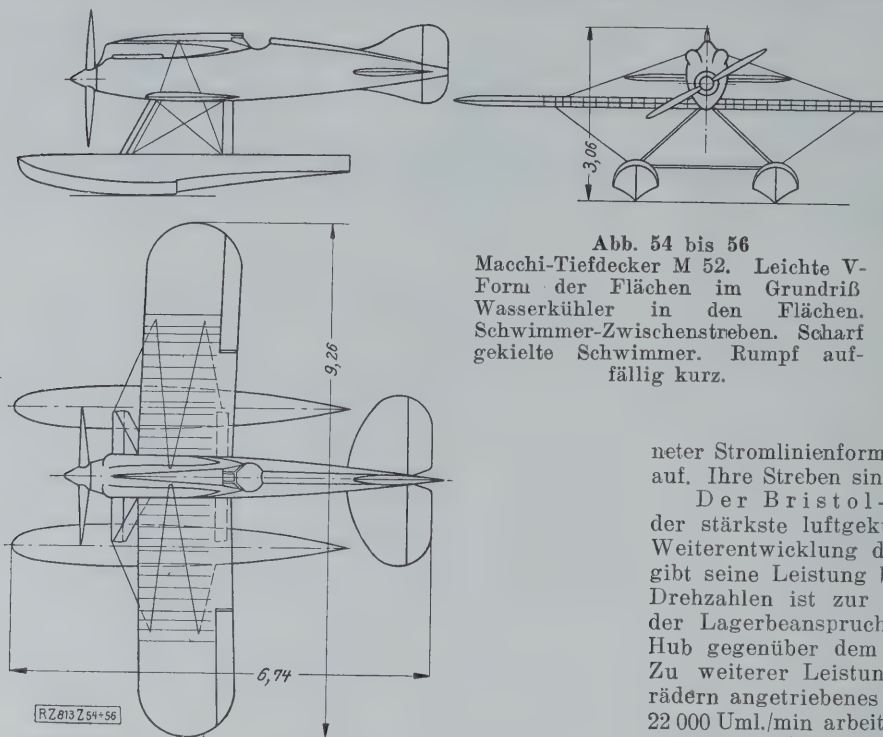


Abb. 54 bis 56
Macchi-Tiefdecker M 52. Leichte V-
Form der Flächen im Grundriß
Wasserkühler in den Flächen.
Schwimmer-Zwischenstreben. Scharf
gekielte Schwimmer. Rumpf auf-
fällig kurz.

Der Crusader. Die dritte Bauart, die England für den Wettbewerb entwickelt hatte, stellt den Versuch dar, mit einem luftgekühlten Sternmotor Höchstgeschwindigkeiten nachzuweisen. Vergleicht man die Vorderansicht der drei englischen Rennflugzeuge miteinander, so erscheint der Stirnwiderstand des Sternmotors nicht gerade gering. Der Bau des Short-Bristol-Crusader, Abb. 48 bis 51, sollte aber den Beweis erbringen, daß dieser allein nicht maßgebend ist, sondern auch das Gewicht mitspricht und daß selbst für schnellste Kampfeinsitzer der luftgekühlte Sternmotor ausreichende Geschwindigkeiten ermöglicht.

Der Entwurf stammt von Carter, der längere Zeit bei der Hawker Engineering Co. tätig war. Als Motor wurde eine Neuschöpfung, der Bristol-Merkur, eingebaut. Den Bau des Flugzeuges übernahm Short, Rochester.

meter Stromlinienform und weisen eine einzige flache auf. Ihre Streben sind nach vorn geneigt und ausge-

Der Bristol-Merkur-Motor von 870 ist der stärkste luftgekühlte Motor der Welt. Er ist Weiterentwicklung des Bristol-Jupiter VI, Abb. 52. Er gibt seine Leistung bei 2200 Uml./min her. Für so hohe Drehzahlen ist zur Verminderung der Fliehkräfte der Lagerbeanspruchungen an der Kurbelkröpfung der Hub gegenüber dem Bristol-Jupiter verkleinert worden. Zu weiterer Leistungssteigerung dient ein mit Vordrädern angetriebenes Schaufelgebläse, das bei 22 000 Uml./min arbeitet. Den Motor hatte man in England vor seinem Abgang nach Venedig 10 h gebremst. Er wurde eine Spitzenleistung von 1000 PS nachgewiesen.

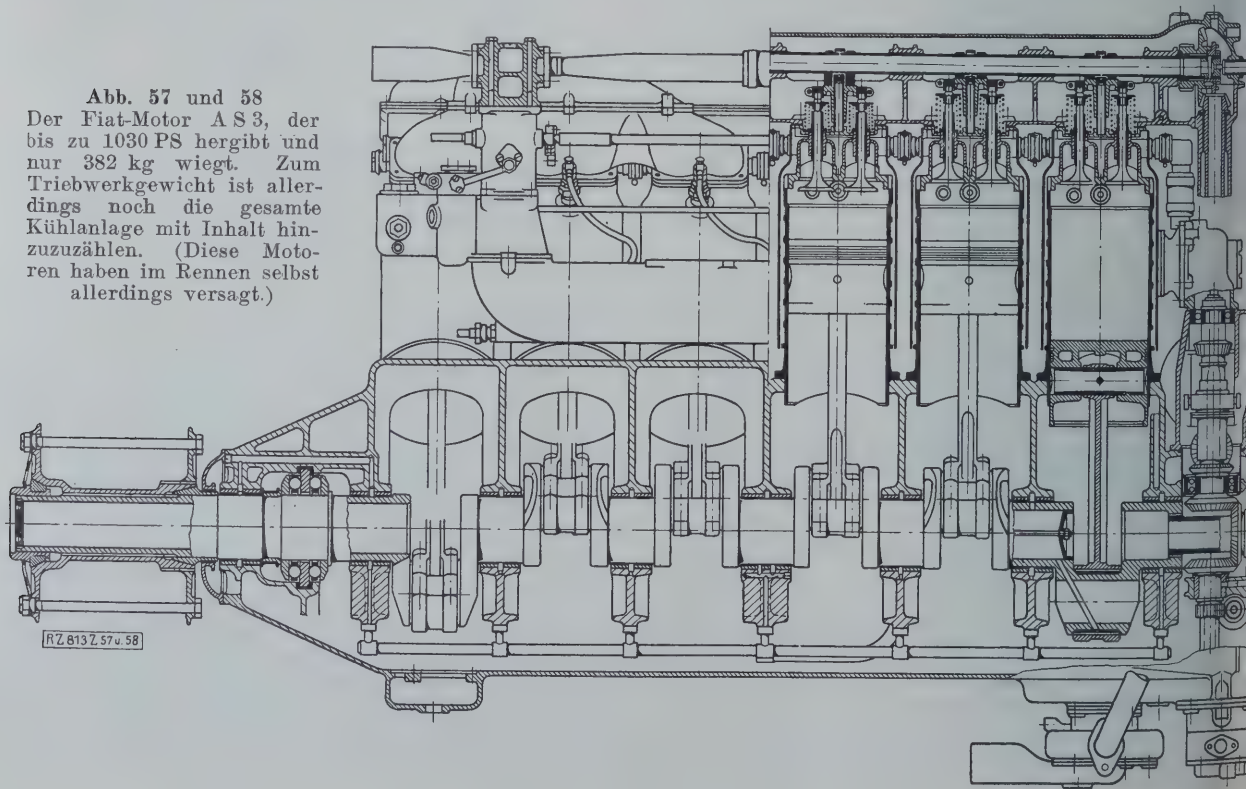
Die Zylinder neuester Bauart mit offener Stahlbüchse und aufgeschraubtem Aluminiumkopf haben schrägliegende, von einer Brücke aus gesteuerte Ventile. Wie beim Bristol-Jupiter ist auch hier ein Ventilspiegel gleich vorgesehen. KLG-Kerzen⁴⁾ mit besonders langen Gewinden sind ohne Bronzeinsätze unmittelbar in den Aluminiumkopf eingeschraubt. Trotz der hohen Leistung ist die Stirnfläche des Motors kleiner als die des Bristol-Jupiter, das Gewicht ihm annähernd gleich.

Zur Verminderung des Luftwiderstandes waren die einzelnen Zylinder unter stromlinienartige Helme in Kreuzfahrthauben genannt — gesetzt worden, die das Flugzeug den Namen gegeben haben. Der Motor ist mit 0,39 bis 0,34 kg/PS fraglos das leichteste überhaupt.

⁴⁾ KLG-Works, London.

Abb. 57 und 58

Der Fiat-Motor A S 3, der bis zu 1030 PS hergibt und nur 382 kg wiegt. Zum Triebwerkgewicht ist allerdings noch die gesamte Kühlanlage mit Inhalt hinzuzuzählen. (Diese Motoren haben im Rennen selbst allerdings versagt.)



nde Triebwerk, und das Fluggewicht des ganzen zeugs bei einer Zuladung von 270 kg war nicht er als 1270 kg, die Leistungsbelastung mit 1,46 kg/PS geringste aller Wettbewerbsflugzeuge der letzten Jahre haupt, Zahlentafel 1. Der Motor ist mit Farman- ebe ausgerüstet.

Das aussichtsreiche Flugzeug startete am 11. Septem- n Venedig zu einem Übungsflug. Kurz nach dem in etwa 10 m Höhe sah man das Flugzeug über den en Flügel gehen, der Steuerbordschwimmer schlug aufs Wasser und riß ab. Gleichzeitig brach der f hinter dem Führersitz ab und das Flugzeug sank. Führer Lt. Schofield kam mit leichteren Ver- en davon. Die Untersuchung der später gehobenen ine soll ergeben haben, daß die Querruder falsch chlossen waren. Glaubwürdiger erscheint es, daß Flugzeug, dem man glaubte, alles zumuten zu n, beim Start überzogen wurde, ehe es noch seine Geschwindigkeit erreicht hatte.

Die Fachleute werden den Unfall dieses sehr bedeut- u Flugzeuges, von dem man immerhin einige Über- en erwartete, bedauern.

Die italienischen Flugzeuge

Das Flugzeug Bauart Macchi 52, Abb. 53 bis 56, das aliener in drei Mustern in den Wettbewerb schickten, m Siegerflugzeug des Vorjahres sehr ähnlich. Für Wettbewerb in Venedig hatte man die Flügel ver- ert und ihnen im Grundriß noch mehr V-Form en. Das Flügelprofil ist bikonvex wie auch bei den ndern. Um die nautischen Eigenschaften zu verbes- wurden die Schwimmer gekürzt und in Anbetracht der en Motorleistung die Flächenkühler vergrößert. Motorverkleidung hat teilweise neue, flüssigere Form men. Der Rumpf ist nicht schlanker geworden, ie beiden Abstandstreben zwischen den Schwimmern, och nur Zug aufzunehmen haben, wurden merk- gerweise beibehalten. Die Flügelverspannung be- aus zwei Profildrähten oben und drei N-förmig an- chten Drähten unten.

Die italienischen Motoren

Als Motor verwendete man den Fiat AS 3, Abb. 57 und ne Weiterentwicklung des siegreichen Motors AS 2 vorigen Jahr. Es ist dies ein Zwölfzylinder in m mit drei Doppelvergasern zwischen den Zylinder- en. Jeder Zylinder hat vier Ventile, die ähnlich em Packard zu zweien über Brücken von zwei dar-

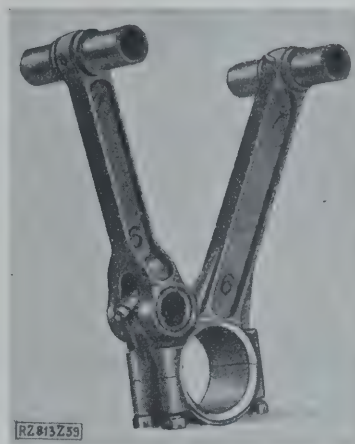
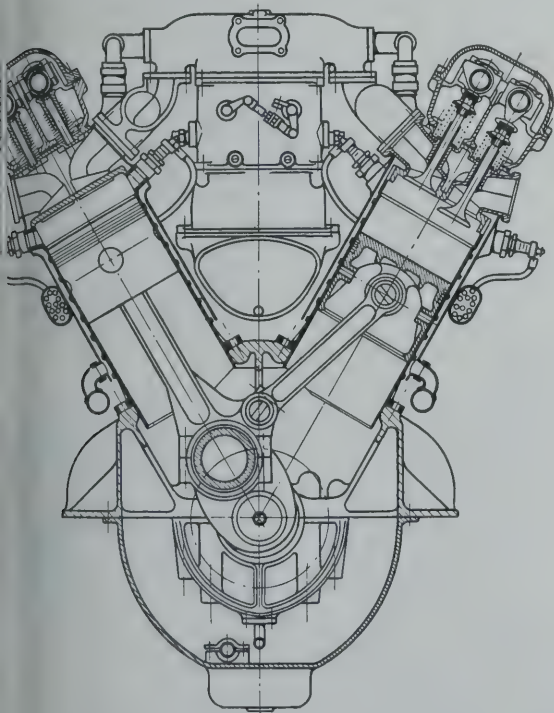


Abb. 59

Pleuelstange des Fiat-Motors AS 3

überliegenden Nockenwellen gesteuert werden. Für die Auslaßventile hatte man ursprünglich Ölkühlung (Packard) vorgesehen; aber diese Maßnahme erwies sich als eine unnötige, betriebsgefährdende Verwicklung, die vor dem Rennen wieder verlassen wurde. Bohrung und Hub des Motors wurden mit 140 und 170 mm angegeben. Die Leistungsausbeute bei 2500 Uml./min beträgt 1030 PS, so daß sich das Einheitsgewicht bei einem Motorgewicht von 382 kg zu nicht mehr als 0,37 kg/PS und die Literleistung zu 33 PS/l errechnet. Einheitsgewicht und Literleistung deuten auf eine ungeheure mechanische und thermische Beanspruchung der Bauelemente, Abb. 59, hin.

Der Verlauf des Rennens

Sonntag, den 25. September 1927, mußte das Rennen wegen Sturmes und hohen Seegangs abgesagt und auf den nächsten Tag verschoben werden. Am Montag morgen hatte sich der Wind gelegt, und auch die See war ruhiger geworden.

Der Start war fliegend und nicht gleichzeitig. Die Flugzeuge stiegen in der Nähe des Marineflughafens St. Andräa auf und kreuzten Start- und Ziellinie vor dem Excelsior-Hotel auf dem Lido in Abständen von etwa 6 min.

Um 14 h 30 min wurde dieses schnellste Rennen der Welt durch einen Kanonenschuß eröffnet. Hunderttausende von Augen richteten sich nach Norden, und Sekunden später — ein brüllender, winziger Schatten rast kaum 15 m hoch über uns hin und ehe man noch dieses Schauspiel ungeheurer Geschwindigkeit begreift, verschwindet das erste Flugzeug als kleiner Punkt im Süden. Man mag die wenig technische Bemerkung an dieser Stelle gestatten: Für einige Minuten lag der Zauber dieser unfäßbaren Schnelligkeit wie ein Bann auf Tausenden von Menschen, die dieses technische Wunder zum ersten Male in nächster Nähe erlebten.

6 min hinter dem Ersten, dem blauen Gloster-Doppeldecker unter Kinkeads Führung, erschien der rote Macchi-Tiefdecker, mit dem italienischen Favoriten Major de Bernardi am Steuer, eine dunkle Ölfahne hinter sich lassend. Auch der englische Supermarine-Eindecker von Lt. Webster scheint zu rauchen. Der Ton der Napier-Motoren ist hoch, fast knarrend, der der Fiat-Motoren dumpf und voll. Auch Guazetti (Macchi-Fiat 880 PS) und Worsley (Supermarine-Napier) sind inzwischen schon vorüber und als Letzter startet Hauptmann Ferrarin (Macchi-Fiat 1000 PS).

Der nicht gleichzeitige Abflug aller Teilnehmer macht das Rennen bald unübersichtlich. Während die Engländer im allgemeinen sehr niedrig fliegen — kaum höher als 15 bis 20 m — und die Wendemarken in weitem, flachem Bogen umrunden, ohne den Motor zu drosseln oder wesentlich die Höhe zu ändern, sieht man die Italiener ihre Flugzeuge an den Kurven hoch in die Luft reißen, die Flügel fast senkrecht stellen und nach der Wendung erst in der geraden Strecke ganz langsam in die wagerechte Lage zurückkehren. Zwar können dafür die

Italiener bei der gewonnenen Höhe auf den Langstrecken die Flugzeuge drücken und so ihre Geschwindigkeit steigern, aber es scheint doch, daß die englische Taktik, die übrigens auch die der Italiener im vorigen Jahr gewesen war, sich als vorteilhafter und auch physisch für die Piloten selbst als erträglicher erwies. Zweifellos waren die Kurven der Italiener eindrucksvoller, bei den Engländern gefiel das nüchterne, musterhafte Kursfliegen.

Kaum waren an den Zeittafeln die ersten Zahlen erschienen, als man das Flugzeug Nr. 7, den Macchi unter Ferrarins Führung, die Rennstrecke mit unsicher laufendem Motor zurückkommen sah. Es stellte sich später heraus, daß zwei der Magnesiumkolben trotz reichlicher Schmierung versagt hatten.

Kincaid war bereits zum zweitenmal vorüber; aber vergebens wartete man auf das Wiedererscheinen Bernardis. Bald gab der Lautsprecher bekannt, daß auch er auf Grund einer Motorstörung in der Nähe von Chioggia ausgeschieden und unbeobachtet von den Zuschauern über die Lagune zum Flughafen St. Andrä zurückgefliegen war. Die Ursache seines Aufgebens war eindeutig nicht festzustellen. Nach einer Lesart soll eine Pleuelstange gebrochen sein. Eher scheint aber Vergaserstörung glaubhaft, da man bereits bei seiner ersten Runde unregelmäßiges Arbeiten des Motors heraushören konnte.

Nunmehr war nur noch ein Italiener im Rennen. Guazetti, dessen Flugzeug den unveränderten, siegreichen Motor aus dem Vorjahre eingebaut hatte, während Bernardis und Ferrarins Motoren bis aufs Äußerste rennmäßig hochgetrieben waren.

Einige Aufregung gab es, als der Lautsprecher verkündete, daß der Geschwindigkeits-Weltrekord gebrochen sei. Kincaid sollte in seiner dritten Runde eine Geschwindigkeit von 465,4 km/h erreicht haben. Leider stellte sich nach dem Rennen heraus, daß ein Zeitmeßfehler unterlaufen war; begreiflich, da die Teilnehmer bei diesen großen Geschwindigkeiten und einer so schnellen Folge der Flugzeuge wirklich keine leichte Arbeit hatten. In einer der nächsten Runden sah man am Horizont Gloster und Worsley sich einander nähern und mit wechselndem Erfolg um die Führung ringen. Schließlich gelang es doch dem Doppeldecker, den Eindecker zu überholen.

Bald darauf aber mußte Kincaid den Kurs verlassen. Ihm war auch im Rennen das gleiche Mißgeschick begegnet, unter dem er während der Übungsflüge gelegentlich zu leiden hatte; die Propellerhaube riß auf, gerade dort, wo der Propeller hindurchgeht. Der Riß, der sich allmählich vergrößerte, war die Ursache heftiger, schließlich unerträglicher Erschütterungen des ganzen Flugzeugs, so daß dem Führer nichts weiter übrigblieb, als mit gedrosseltem Motor den Flughafen aufzusuchen.

Kurz nach diesem Ereignis näherte sich Guazetti dem Excelsior-Hotel, in dem sich die Rennleitung befand. Man sah das Flugzeug auf dem linken Flügel liegend und stark schwänzelnd herannahen und auf Sekunden schien ein Anprall gegen das Gebäude unvermeidlich. Plötzlich wurde die Maschine herumgerissen und ging in weitem Bogen aus dem Kurs nach Venedig zu. Der erste Eindruck war der eines Seitensteuerbruchs. Wie sich aber später herausstellte, war die Benzinleitung geborsten. Der Benzinregen hatte den Führer geblendet und das sich entwickelnde Gas ihn fast betäubt.

Zahnrädergetriebe für Diesellokomotiven

R. Klein, Essen, berichtet in der Zeitschrift „Maschinenbau“¹⁾, daß sich die Firma Fried. Krupp A.-G. zur Zeit mit dem Entwurf eines Zahnrädergetriebes für eine große amerikanische Lokomotive befasse. Dieses unterscheidet sich von dem für die bekannte russische Diesellokomotive²⁾ dadurch, daß es für Geschwindigkeiten von 14 bis 96 km/h brauchbar sein soll. Um zu vermeiden, daß dabei die leer mitlaufenden Stirnräder zu hohe Drehzahlen erhalten, hat man die Übersetzung zwischen der zweiten Vorgelegewelle und der Blindwelle mit der Hand veränderlich gemacht, da man annehmen kann, daß die Lokomotive niemals ohne Ruhepause vom Verschiebedienst zum Personen-

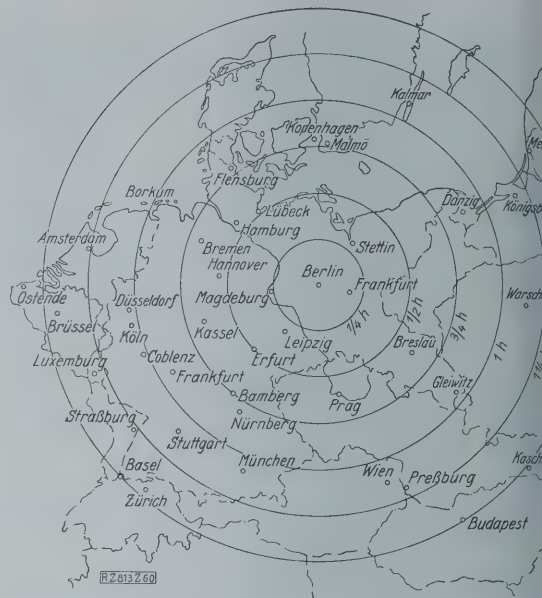


Abb. 60

Was mit den heutigen Fluggeschwindigkeiten leicht ist: Die Kreise geben in Abständen von 1 h die Flugzeiten von Berlin nach den wichtigsten Städten an.

Italiens Himmel war allmählich trübe geworden, langsam begann es zu regnen. Da beobachtete man die auf der Reede liegenden englischen Kriegsschiffe, die beiden übrig gebliebenen englischen Flugzeugen signale gaben. Offenbar teilten sie ihnen mit, daß der Sieg sicher sei. Schließlich gegen 3 h 15 kreuzte Venedig als Sieger die Ziellinie. Er hatte für die lange Strecke 46 min und 20,3 s gebraucht. Seine Geschwindigkeit hatte 453,282 km/h betragen, der zweite Siegers Worsley 439,472 km/h. Abb. 60 zeigt eine Vorstellung dieser Geschwindigkeit.

Inzwischen sind diese Geschwindigkeiten schon bedeutend überholt worden. Bernardi hat am 5. November auf dem Tiefdecker Macchi 52 auf der Strecke bei Venedig 478 und in einer späteren Runde 519 km/h erreicht; fast gleichzeitig, am 7. November, ist der kanische Kirkham-Doppeldecker, jedoch mit Landungsgestell, bei Kunstflügen mit 519 km/h geflogen. Alle diese rekorde sind diese Geschwindigkeiten indessen noch nicht anerkannt.

Der Sieg war ein verdienter Erfolg für das lange angestrengte Training der Führer, für den sie den gezeichneten Flugzeugentwurf des Supermarine S 5 und zuletzt für die planmäßige, bewunderungswürdige Entwicklungsarbeit am Napier-Lion.

Kameradschaftlichkeit und echter Fliegergeist über der kleinen Siegesfeier der Engländer am Abend am Excelsior-Hotel auf dem Lido, und unsere Glückwünsche waren aufrichtig und herzlich.

Das nächste Schneider-Seeflugzeug-Rennen wird 1928 bei Cowes auf der Insel Wight stattfinden.

zugdienst übergehen wird. Auf der zweiten Vorgelegewelle des Getriebes sind zwei lose Stirnräder angeordnet, die durch Verschieben von gezahnten Muffen abwechselnd mit der ersten Vorgelegewelle oder mit der Blindwelle dieser Welle gekuppelt werden können. Die Räder sind ständig mit entsprechenden Stirnrädern auf der Blindwelle im Eingriff und werden selbst verschieden schnell gedreht, da sie durch die Zahnkupplungen mit verschiedenen schnell laufenden Vorgelegen des Getriebes verbunden sind. Die Fahrtrichtung der Lokomotive wird durch Umschalten der Kegelräder auf der ersten Vorgelegewelle geändert. Alle Zahnräder des Getriebes sind gehärtet und nicht geschliffen. Ihre Zahnbelastungen liegen zwischen den äußersten Beanspruchungen, die man für die in der Eisenbahnstraße-Zahnradzulassung zuläßt. Die von Fried. Krupp A.-G. hat auch schon ein Getriebe für Diesellokomotiven entworfen, das 2000 PS übertragen kann. [N 1019]

¹⁾ Fachheft „Getriebe“ Bd. 6 (1927) S. 1095.

²⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 873.

Die Ausstellung der Deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft in Dortmund 1927

Von Prof. Dr.-Ing. Vormfelde, Bonn-Poppelsdorf
(Schluß von S. 1702)

Lokomobilen

Stark zusammengeschmolzen sind die Lokomobile. Der elektrische Dreschantrieb und neuerdings der weitere Verbreitung gewinnende Rohöl- und Erdölmotor als Glühkopf- oder Dieselmachine benehmen mehr und mehr die an sich sehr betriebsicheren, zu bedienenden und überlastungsfähigen Dampfmaschinen zu verdrängen, die übrigens gegen die vorgelegte DLG-Ausstellung in Breslau nichts wesentliches zeigten. Ich habe schon weiter oben darauf hingewiesen, daß sich sogar die englischen Dampfzuglokomotiven in Dieselfluglokomotiven umwandeln.

Dreschmaschinen

Zu den Maschinen, die noch stark in der Entwicklung sind, gehört merkwürdigerweise auch die Dreschmaschine, und zwar die sogenannte Motordreschmaschine mit höchstens 25 Ztr. Stundenleistung. Hier seit etwa 1910, angeregt durch Wilh. Schultze, über, eine Bewegung ein, die kleineren Maschinen den großen, sogenannten Dampfdruckdreschmaschinen zuzubauen, sondern eigene Wege zu gehen, und es enten im Laufe der Zeit Maschinen, die in Menge und dasselbe leisteten wie die früheren Ausführungen, die jetzt statt 9 bis 10 Wellen nur noch 2 bis 3 haben. ist Deutschland seinen Nachbarländern ein großes voraus, die noch immer bei den alten Bauarten der Jahre stehen geblieben sind. Bei vielen neueren Dampfdruckdreschmaschinen ist der Schaufelschüttler ersetzt durch den Schwingschüttler, die Förderbecher und Entleerung durch Wurfentgranner, den Druckwind für die erste und zweite Reinigung liefert ein Gebläse. Die in Nr. 71 (1927) S. 44 in Abb. 37 gekennzeichnete einfache

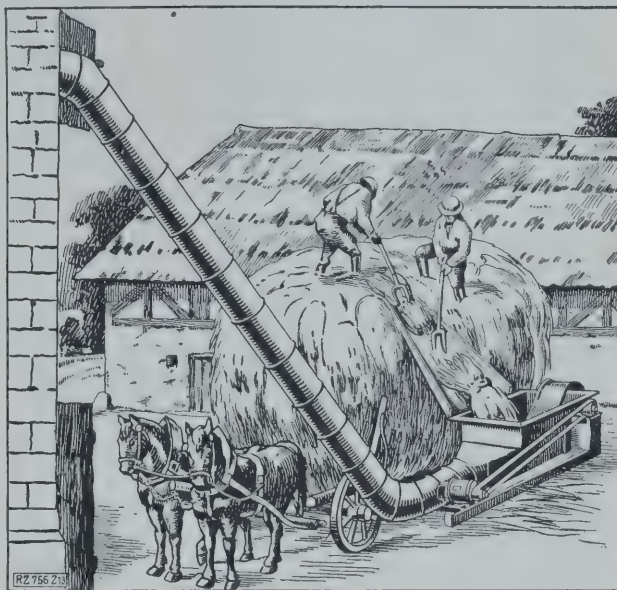


Abb. 13
Druckluft-Ferngebläse mit Einschleusen des Fördergutes in die Druckluftleitung der Pinneberger Maschinenbauanstalt

Lanz-Maschine hat nach kleinen Änderungen ebenfalls ihre Brauchbarkeit bewiesen. Bei ihr ist sogar noch der Schwingschüttler mit dem Kurzstrohsieb vereinigt, so daß das Kurzstrohsieb als selbständiges Sieb ebenso wie der Rücklaufboden fortgefallen sind.

Von anderer Seite sind nun noch weitere wichtige Veränderungen vorgenommen worden, die sowohl der Einfachheit der Bauart wegen gewählt wurden, als auch um die Güte der Drescharbeit zu verbessern. Die Firma Wilhelm Lanvermeyer, Melle, verwandte für die erste Reinigung Saugwind statt Druckwind. Diese Anregung ist von andern Fabriken aufgegriffen worden. In Dortmund stellten schon fünf Firmen derartige Maschinen aus, darunter zwei, die auch schon die zweite Reinigung mit Saugwind ausführten. Von einer dieser Firmen, Erntesegen, Bremen, liegt mir eine Druschprobe von Knaulgras vor, die hervorragend gereinigt worden ist. Wenn sich auch andre Feinsämereien mit Saugwind derartig reinigen lassen, dann werden die mit Saugwind reinigenden Maschinen in Zukunft das Übergewicht über alle mit Druckwind arbeitenden erlangen, da sie noch den Vorteil haben, daß das Sauggebläse zugleich Druckgebläse für die abgesaugte Spreu ist, hierfür also kein besonderes Gebläse mehr gebraucht wird.

Strohförderer

Viel Arbeit verursacht das Wegführen des Strohes hinter der Dreschmaschine. Wenn es hierfür auch schon Strohbinden, selbstbindende Glattstrohpressen und jetzt auch mit Draht selbstbindende Krummstrohpressen gibt, so werden von außerordentlich vielen Fabrikanten Versuche gemacht, das aus der Dreschmaschine kommende Stroh sofort zu Streustroh zu schneiden und fortzublasen. Eine an sich ideale Arbeitsvereinigung, auch für das spätere Ausfahren und die Unterbringung des Düngers. Aber leider ist der Kraftbedarf bis jetzt noch außerordentlich hoch, und häufig ist der Betrieb durch Verstopfung der Leitungen gestört, besonders wenn man Heu mit diesen Maschinen fördert. Aber es wird in geradezu stürmischer Weise an der Ausbildung dieser

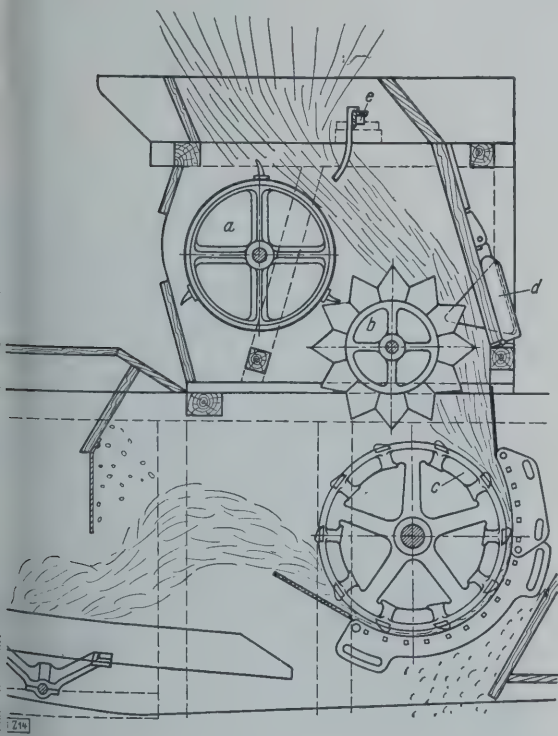


Abb. 14
Steinleger mit Strohschneider für Dreschmaschinen von Welger
a, b Zubringer- und Verteiltrommel c Dreschtrommel
d Messer e verstellbare Klappe zum Bemessen der Getreidemenge

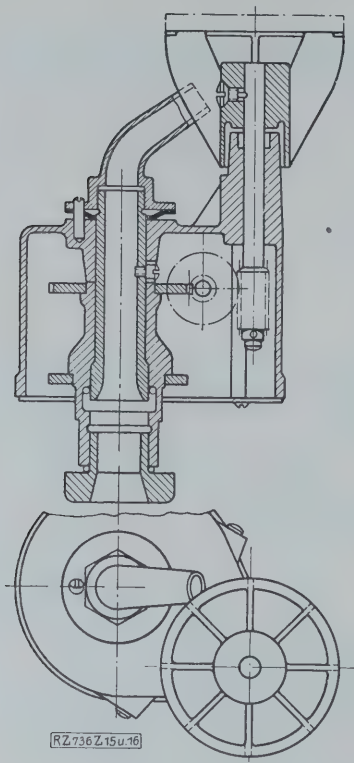


Abb. 15 und 16
Weitstrahlregner der
Siemens-Schuckertwerke

Fördergeräte gearbeitet und ohne Zweifel mit Erfolg⁹⁾. So tauchten zum erstenmal in Dortmund Firmen auf, die statt eines offenen Gebläses, zwischen dessen Windflügeln das Fördergut wie bisher hindurch geleitet wird, geschlossene Gebläse ausführen und das Fördergut dahinter in die Förderleitung einschleusen, Abb. 13. Eine andre Arbeitsanordnung, die bisher schon hier und da versucht wurde, war von der Firma Welger, Seehausen, ausgestellt, Abb. 14. Der Einleger ist hier als Strohschneider ausgebildet, so daß das Stroh schon geschnitten in die Dreschmaschine kommt. Hierdurch soll eine größere Leistung der Dreschmaschine erzielt werden, und ferner soll das Stroh besser zerschnitten werden, als bei den Strohschneidern und Gebläsen hinter der Dreschmaschine, wo die an und für sich unregelmäßig vom Ende des Schüttlers abgeworfenen Halme durch die Saugwirkung noch mehr in die Längsrichtung gelangen, so daß sie oft von den Messern nicht geschnitten werden.

Beregnung

Ein andres Gebiet, das ebenfalls ein ganz neues Gesicht seit der Breslauer Ausstellung zeigte, war das der Beregnung. Während bisher nach Möglichkeit ein feiner Sprühregen erzeugt wurde und die Firmen sich bemühten, kleine Flächen möglichst quadratisch zu beregnen, sind in diesem Jahre zum Teil auf die Anregungen des Reg.-Baumeisters Horten hin Weitstrahlregner¹⁰⁾, Abb. 15 und 16, aufgekommen, die große Vorteile zeigen. Die Verstopfungsgefahr fällt fort; man kann Abwässer benutzen und man beherrscht größere Flächen, wird doch geplant, die Beregnungsdüsen bis 100 m voneinander zu entfernen, so daß eine Düse, ohne verlegt zu werden, 1 ha beregnen kann. In Dortmund war die größte Entfernung allerdings noch 36 m. Aber schon bei diesem geringeren Abstand können gegen früher viele der verlegbaren Leitungen gespart werden. Die Wasserverteilung ist bei den Weitstrahlregnern allerdings nicht so fein, wie bei den bisherigen Beregnungsanlagen, das spielt aber für viele Fälle auf dem Acker und noch mehr auf der Wiese keine große Rolle, während für Gärtnereien usw. die Sprühregengeräte auch künftig vorgezogen werden dürften. Die Frage ist nun noch die Beschaffung billiger Eiserne Rohre sind zu teuer und machen die ganzen Anlagen unwirtschaftlich.

Trieure

Eine wesentliche Vereinfachung brachten die Jahre in der Getreidereinigung für Mühlen und Gutanlagen mit den Hochleistungstrieuren. Wenn man nämlich ein sogenanntes marktfertiges Getreide, wie es aus der Dreschmaschine kommt, also gut verwenden wollte, so würde man eine schwache und kranke Pflanzen erzeugen. Daher immer mehr auf die Herstellung von Edelsaatgut sehen, das nur die schweren und starken Körner hält, die maschinell aus dem geernteten Getreide gelesen und ausgesiebt werden. In den hierzu dienenden Saatgut-Reinigungsanlagen nahmen die Trieure einen großen Raum ein, und auch dann waren sie nicht groß genug, so daß die andern ihnen gegenüber leistungsfähigeren Reinigungsgeräte, wie Siebe, Fegen usw. oft ihre Leistungsfähigkeit gar nicht ausnutzen konnten. In den großen Mühlen mit starkem Getreidedurchfluß mußten ganze Stockwerke mit Trieuren gefüllt werden, was natürlich äußerst unsichtlich war und viel wertvollen Platz kostete.

Da wurden dann unmittelbar nach dem Kriege in Amerika, das früher Abnehmer deutscher Trieure gewesen war, aber infolge der Seesperre eigene durch Verwendung von Auslesescheiben sehr leistungsfähige Trieure geschaffen hatte, diese Scheibentrieure auch bei uns eingeführt und da sie das zehnfache alte Trieure leisteten, also nur etwa ein Zehntel Platzes erforderten, von den raumhungrigen Großmühlen den deutschen Trieuren vorgezogen. Durch diesen fählichen Wettbewerb angespornt, verbesserten auch die deutschen Trieurfabriken ihre Trommeltrieure, an der Spitze die Firma Seck, Dresden, denen sich bald Firmen Flammger, Zudse & Co., Mayer & Neuhaus und Restle anschlossen; und schon ist zu erkennen, daß die deutschen Trieurfabriken ihre Stellung wohl wiedergewinnen werden, wobei ein Zusammenschluß sehr günstig wäre, zumal sich die Bauart einzelner Firmen zu einer noch besseren Maschine einigen ließen. Die deutschen Hochleistungstrieure

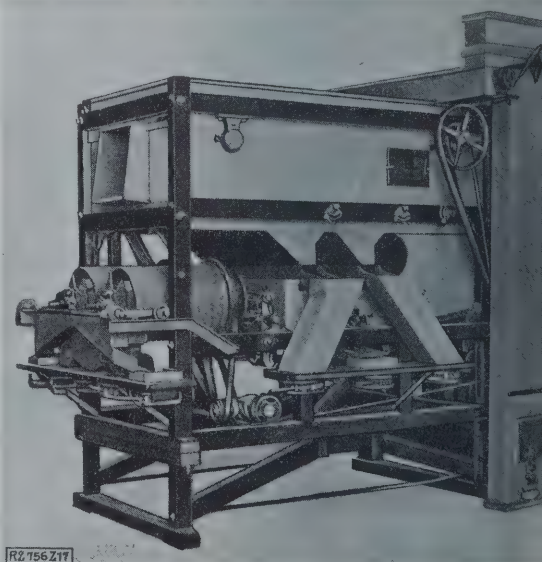


Abb. 17
Saatreinigungsanlage Neusaat für 20 Zentner
Stundenleistung mit zwei nebeneinander angeordneten Hochleistungstrieuren von Neuhaus G. m. b. H., Eberswalde

⁹⁾ „Technik in der Landwirtschaft“ Bd. 8 (1927) S. 197 u. 229.

¹⁰⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1615 und Bd. 71 (1927) S. 496.

en zwar nur die etwa 5- bis 7fache Leistung der Trieure, also immer noch etwas weniger, als die mechanischen Scheibentrieure, sie haben aber infolge anderer Behandlung des Getreides, geringerer Abnutzung und infolge so gut wie keiner Getreideverluste Reinigen oder Umstellen auf eine andere Getreideart gegenüber den amerikanischen Maschinen so große praktische Vorteile, daß sie sogar ohne weiteres in den Reinigungsanlagen benutzt werden können, was bei Scheibentrieuren nicht der Fall ist¹⁴⁾.

Ein besonderer Vorteil dieser Hochleistungstrieure in Reinigungsanlagen ist ihre Kleinheit und Handlichkeit. In dieser Richtung brachte in Dortmund die Firma Haus, Eberswalde, eine bemerkenswerte Neuheit: größere Saatreinigungsanlagen, Abb. 17. Sie hatte nämlich statt eines großen, unhandlicheren zwei kleineren Trieure, wie sie in der kleinen Saatreinigungsanlage verwendet werden, nebeneinander angeordnet. Diese Lösung ist auch vom Standpunkt der Normung, der Handhabung und der damit verbundenen Vorteile gut, so daß nicht übersehen werden darf.

Melkmaschinen

Nachdem es im Laufe der letzten 20 bis 30 Jahre in Deutschland dreimal vergeblich versucht worden war, eine Melkmaschine in die landwirtschaftlichen Betriebe einzuführen, ist nun ein neuer Ansturm gelungen. In Dortmund hatten acht Werke, darunter vier deutsche, brauchbare Melkmaschinen ausgestellt. Die Arbeitsweise, Abb. 18, ist heute bei allen Melkmaschinen ähnlich. Die Hand wird mit einem Metallbecher umgeben, der einen Gummizylinder enthält. Während nun der Milchsaug aus der Zitze in einen Unterdruck von 25 bis 30 cm Quecksilbersäule austritt, ist der Zwischenraum zwischen dem die Zitze umschließenden Gummi- und dem äußeren Zylinder abwechselnd mit dem Unterdruck und der Außenluft in Verbindung, so daß, besonders wenn der äußere Zylinder oben dünnwandiger ist als unten, ein saugender Unterdruck von oben nach unten in bestimmten Ständen eintritt.

Sehr gut bewährt hat sich die Alfa-Melkmaschine mit zwei Rohrleitungen, aber es scheint, daß man auch in einfacheren Anlagen mit einer Rohrleitung dasselbe erreichen kann, und der Wettbewerb der Alfa-, Westinghouse-, Pinetree-Melkmaschinen hat auch die Firma Laval-Separator veranlaßt, eine einfachere Melkmaschine zu bauen. Eine Frage ist noch nicht ganz gelöst. Bei den meisten Melkmaschinen-Bauarten wird das Nachmelken der Kühe mit der Hand empfohlen, während die Amerikaner Wallace und Moment kein Nachmelken

¹⁴⁾ Vergl. „Technik in der Landwirtschaft“ Bd. 8 (1927) S. 164.

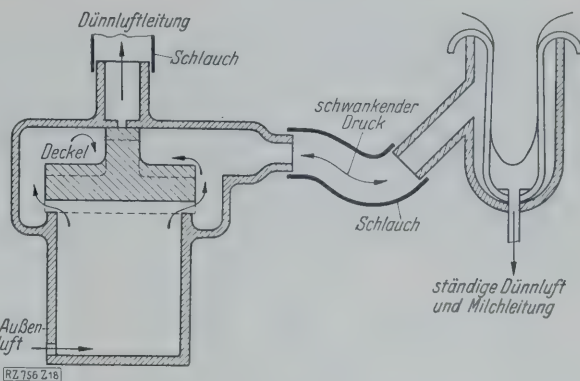


Abb. 18

Schematische Darstellung der Arbeitsweise einer Melkmaschine

verlangen, da hier infolge besonderer Anordnung am Schlusse selbsttätig die Geschwindigkeit des abwechselnden Saugens und Drückens vergrößert wird. Ob diese Geschwindigkeit allerdings nicht etwas zu hoch wird, müssen erst noch langjährige Versuche ergeben. M.E. muß aber auf alle Fälle gefordert werden, daß in Zukunft beim Maschinenmelken die Hand des Melkers nicht mehr zum Nachmelken an die Zitze kommt. Ebenso, wie die saubere Herstellung der Butter mit den neuen Butterfertignern durch Vermeidung der Berührung durch die Hand gelobt wird, so muß auch sauberste Behandlung in den Ställen gefordert werden. Das ist das nächste und dringendste Ziel der Melkmaschinenentwicklung! Dann wird es nicht lange dauern, daß Vorzugsmilch nur durch Maschinen gemolkene Milch sein darf. Bei der Milchwirtschaft zeigt sich deutlich, wie die Industrie die Grundbedingungen für die Veredlung landwirtschaftlicher Erzeugnisse zu liefern hat, hier einmal in der Melkmaschine, dann aber auch in besonderen Erhitzungsverfahren, schädliche Keime in der Milch abzutöten, ohne daß die Milch an Geschmack und Nährwert verliert und schließlich durch Behandeln mit Kühleinrichtungen.

Normung

Von immer größerer Wichtigkeit wird die Normung auch für die Landmaschinenindustrie, und zwar besonders wegen der Ersatzteillfrage. Es ist ein durchaus falscher Standpunkt der Maschinenfabriken, das Ersatzteillgeschäft dadurch in der Hand behalten zu wollen, daß sie einzelne, besonders der Abnutzung unterworfenen Teile mit geringfügigen Unterschieden gegenüber denen der Konkurrenzfirmen ausstatten, damit ein Austausch zwischen den einzelnen Ersatzteilen nicht möglich ist. So kommen wir auf etwa 500 verschiedene Rübenmesser, vielleicht ebenso viele Häckselmesser, 1000 Eggenzinken usw., während von jedem nur einzelne wenige Formen tatsächlich erforderlich wären. Daß wir uns auf diese Weise bei manchen guten Maschinen die Ausführungsmöglichkeiten, die doch heute auch für Deutschland mehr und mehr aufleben, sehr erschweren, ist so augenscheinlich, daß hierüber kein Wort mehr gesagt zu werden braucht. Um so erfreulicher sind die Ergebnisse, die die Normung bis heute schon gebracht hat, und die bei weiterem Vorschreiten mehr und mehr das jetzt in Ersatzteillagern brachliegende Vermögen zu nutzbringender Arbeit freimachen wird. So sind jetzt, wenn ich nur ein Beispiel herausgreife, Vorschläge ausgearbeitet, künftig von 351 verschiedenen Mähmaschinenklingen nur noch zwei Klingen zu verwenden, Abb. 19. Aber man will sich nicht nur mit der Normung der Formen begnügen, sondern ist daran, auch die bisher außerordentlich wechselnde Werkstoffbeschaffenheit zu vereinheitlichen. Allen diesen Arbeiten stehen natürlich auch beträchtliche Widerstände entgegen, besonders von Firmen, denen möglichst vielfgestaltige und verwickelte Ersatzteile eine gewisse Vormachtstellung verbürgen.

Die Vereinheitlichung der in den verschiedenen Gattungen verschieden geformten Werkzeuge, wie Sensen,

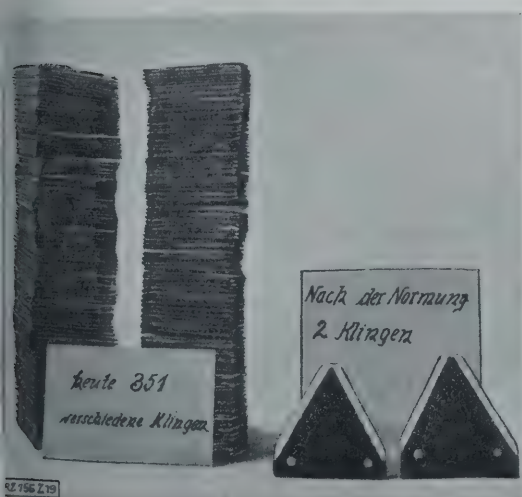
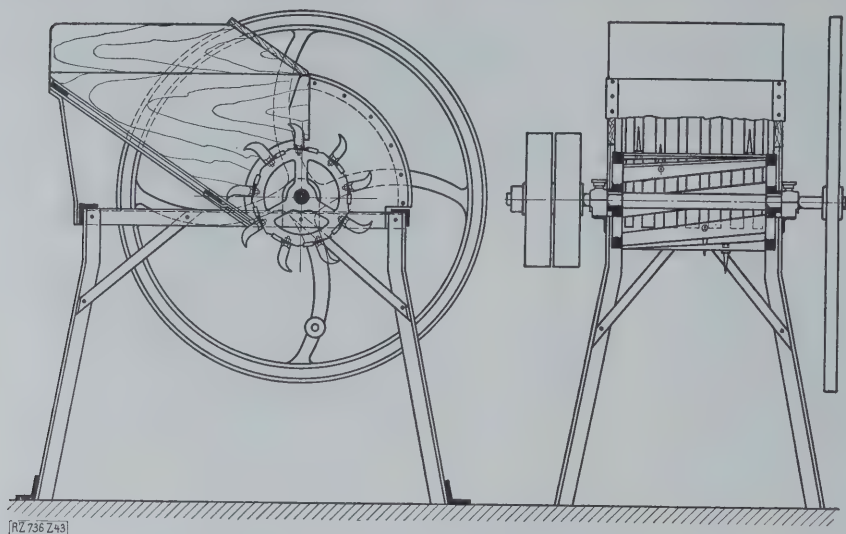


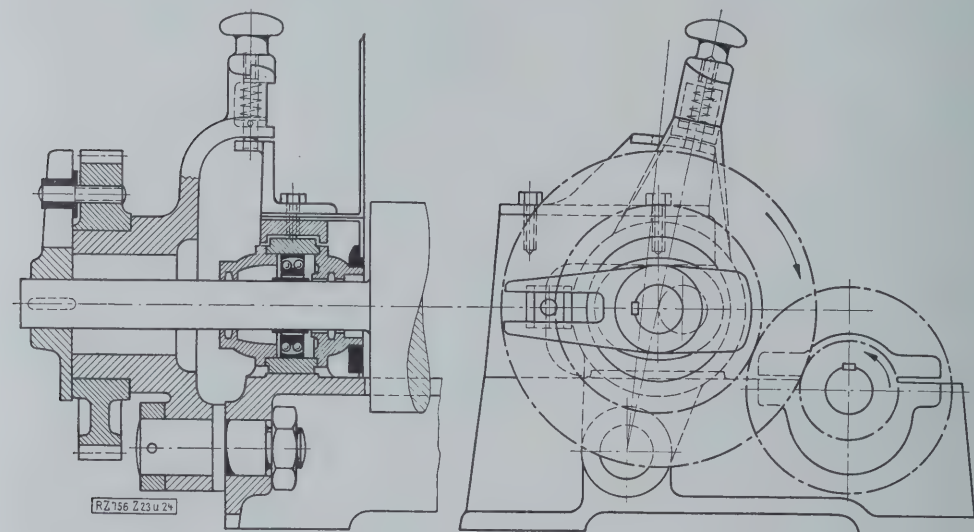
Abb. 19

Der Einfluß der Normung auf die Anzahl der erforderlichen Klingen für Mähmaschinen.



[RZ 736 Z 43]

Abb. 21 und 22
Rübenschneider „Greif“ von Fricke, Bielefeld



[RZ 756 Z 23 u 24]

Abb. 23 und 24
Antrieb einer Walzenschrotmühle von F. Stille, Münster i. W.

Schaufeln, Hacken usw. erfordert vorher genaue Eignungsprüfung dieser Geräte, wie sie von den Instituten für Arbeitsforschung mit Stoppuhr und Zeitlupe vorgenommen werden. In jedem Jahr sind hier weitere Fortschritte zu verzeichnen.



[RZ 756 Z 20]

Abb. 20
D-Hacke der Deutschen Industrie-Werke. Die erste von einem Mann zu bedienende Hackmaschine mit Sitz.

Eine besonders eindringliche Forderung dieser Institute ist die Verbesserung der Sitzgelegenheiten für den Bedienungsmann an den verschiedenen Ackergeräten, gegebenenfalls Anhängen eines besonderen Karrens. Es ist erstaunlich, wie langsam diese wichtige, korrumpierende Einrichtung in der deutschen Landwirtschaft Eingang gefunden hat. Bei es auch wichtig, den Sitz genügend abzufedern, damit die ordentlich ermüdenden Stöße der Ackerfahrt abgefangen werden. Es darf nie vergessen, daß ein Landarbeiter bei seiner Ackerarbeit nicht bleibt, schon diese flotter und ausführt und dann noch zu seiner Maschine und Pferde pflegen kann. Die Firma brachte einen derartig gefederten heraus, der den Ehrennamen „reifensitz“ bekommen hat. Die von einem Mann zu bedienende Maschine mit Sitz war die v.

Firma Deutsche Industrie-Werke baute D-Hacke, die die Führung des Pfluges, die Steuerung der Maschine, die Bedienung der Harter usw. sind hier der Sitz aus zu beweisen.

Anbaumotor

Eine Frage, die sich mehr und mehr an die Landwirtschaft gewinnt, ist die bei Mähmaschinen und deren leichteren Landmaschinen mit eigener Arbeitsbewegung die Kraft durch die Verbrennungsmotoren werden soll. Wird ein Schlepper als schafflicher und zureichender erweisen oder kleiner Anbaumotor, der sowohl bei Mähmaschinen, als auch bei

maschinen, Drillmaschinen, Düngestreuern usw. genutzt werden kann? Auch für die Kartoffelmäschmaschine, eine seit 50 Jahren immer wieder bearbeitete, aber noch immer nicht befriedigend gelöste Aufgabe, vielleicht die Kraftfrage in dieser oder jener Form der Schlüssel zur endgültigen Lösung.

Verschiedenes

Weiter ist zu untersuchen, welcher Baustoff für Metall, Beton oder Holz, am wirtschaftlichsten ist. Die Grünspeicher am zweckmäßigsten zu werden, durch Gebläse, Höhenförderer oder dergleichen. Alle Verfahren waren ausgestellt. Die Transportfrage im Stall ist noch nicht gelöst. Die Beförderung der Jauche zeigte durch eine in die Jauchegrube gelegte Schlangpumpe weitere Fortschritte, da ein Füllen der Pumpen in Betriebsetzung nicht mehr notwendig ist. Die Rübenschneider zeigten neue Formen bei den Firmen Fricke, Bielefeld, Abb. 21 und 22, Stille, Münster, Krenn, Velen i. W. Die Futterdämpfer werden jetzt vielfach elektrischem Nachtstrom geheizt. Bemerkenswert ist noch die Verbesserung an der Stilleschen Walzenschrotmühle, Abb. 23 und 24. Durch kulissenartigen Antrieb wird ein Auseinandergehen der Walzen ermöglicht, wobei die Zahnräder einwandfrei im Eingriff bleiben. Die Firma Heyer, Geldern, nahm die Fabrikation in England in den letzten Jahren sehr aufzukommen.

denrechnens, Abb. 25, mit auswechselbarem Mittelstück auf; sie hat hiermit besonders für die oft empfohlene Heubereitung auf Holzgerüsten eine praktische Lösung geschaffen.

Eine Reihe von Fabriken versuchte die in letzter immer mehr aufkommende Trockenbeize derartig machbar zu machen, daß die Belästigung der Leute die für Augen und Lungen schädlichen Beizmittel auf ein Mindestmaß herabgesetzt wird. Überhaupt wird ers auf dem Gebiete des Leuteschutzes und ferner Unfallverhütung außerordentlich viel getan, was unbedingt erforderlich ist, kommen doch in der deutschen Wirtschaft jährlich etwa 40 000 Unfälle vor, davon ist tödlichem Ausgang, wofür die deutsche Landwirtschaft jährlich etwa 45 Mill. \mathcal{M} aufzubringen hat. Man ist bei der Unfallverhütung von dem strengen Befehl und mehr abgekommen und versucht, die allgemeine Teilnahme und die Mitarbeit zu gewinnen durch sinnvolle Darstellung und Vorführung praktischer Beispiele, indem aber durch Ersinnen von Schutzvorrichtungen, die Arbeitstätigkeit an der Maschine nicht behindern, sondern erleichtern.

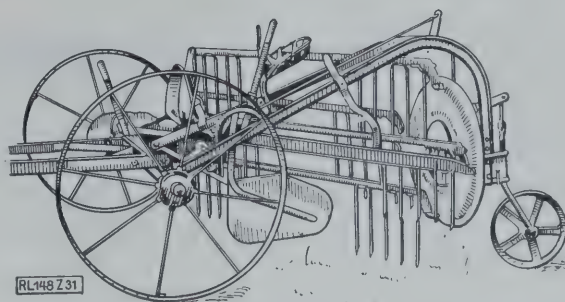


Abb. 25
 Schwadenrechen mit auswechselbarem Mittelstück

Überall, das hat Dortmund gezeigt, eifriges Wirken und Schaffen, überall Fortschritt und Aufblühen, das Bild einer starken schaffenskräftigen Industrie; der Vergleich mit den ausländischen Landmaschinenausstellungen zeigt aber darüber hinaus, daß heute unsere deutsche Landmaschinenindustrie in Europa an der Spitze steht. [B 756]

Abnahmeversuche an Turbokompressoren

Wie der in Z. Bd. 71 (1927) S. 1007 wiedergegebenen Tabelle scheint es nötig, auf die Verhältnisse einzugehen, die sich beim Betrieb der Kondensationsanlage einer Turbinengruppe mittels kleiner Hilfsturbinen ergibt. Es spielen zwei Zahlen bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines solchen Antriebes gegenüber dem reinen Betrieb von Kondensationsanlagen eine gewisse Bedeutung bisher nicht ganz klar hervor, und zwar:

1. das Leistungsverhältnis $K = \frac{N'}{N}$ mit N' als Hilfsmaschinenleistung (Kraftbedarf der Kondensation) und N als Hauptmaschinenleistung,

2. das Dampfmengenverhältnis $\varepsilon = \frac{d}{D}$ mit d als Dampfverbrauch in kg/h der Hilfsturbine und D als Dampfverbrauch der Hauptturbine bei einer bestimmten Belastung.

Die erste Zahl ist nur dann vergleichbar, wenn für N eine bestimmte Leistung der zu vergleichenden Gruppen (Vollast) angenommen wird. Sie ist bei größeren Leistungen kleiner, bei kleineren verhältnismäßig größer. Die Ing. L. and s b e r g genannte Zahl von 4 vH bezieht sich nur auf einen bestimmten Fall. Die Leistungen lassen sich aus den Versuchswerten berechnen.

Die zweite Zahl, das Dampfmengenverhältnis ε , kann man in demselben Fall dadurch verschiedene Werte erhalten, daß sich vor allem d ändert. Dies kann, wie schon erwähnt ist, durch Veränderung des Gegenstromes der Hilfsturbine geschehen. Bei Umstellung der Hilfsturbine auf Kondensation ist d trotz der im allgemeinen geringeren Wirkungsgrade η_h der Hilfsturbine am kleinsten, das zur Verfügung stehende Wärmegefälle am größten. In den seltensten Fällen gelingt es hier, durch eine niedrige Drehzahl und Stufenzahl das zum Erreichen des bestimmten hohen Wirkungsgrades nötige $\frac{\sum u^2}{H_0}$ in der Hilfsturbine unterzubringen; auch dann aber erzielt man einen hohen Wirkungsgrad der Hauptturbine, da die Verluste wesentlich kleiner sind¹⁾.

Erhöhung des Gegendruckes der Hilfsturbine durch einen Abampfes in einen Vorwärmer oder in eine Hauptturbine wird das Gefälle H_0 verringert. Die Erfahrung ist, daß schon einfach gebaute Hilfsturbinen Wirkungsgrade von 60 bis 65 vH erreichen. Die Dampf- und damit der Vergleichswert ε muß große Werte annehmen. Da aber bei Betrieb mit Vorwärmer der Dampf der Hilfsturbine dem Arbeitsprozeß in der Hauptturbine zugeführt wird, genügt es, die Dampfmengenverhältnisse zu vergleichen, indem man muß, um diese Schaltungsart zu beurteilen, die auf die aufgewandten und die verbrauchten Leistungen für die Einheit der Leistung beziehen.

Auch durch Einschalten der Hilfsturbine in eine Stufe der Hauptturbine erreicht man wohl den auch im Schriftwechsel erwähnten Vorteil, infolge des kleineren Wärmegefälles einfach gebaute Hilfsturbinen verwenden zu können; doch sind mit der Einführung des Abdampfes in die Hauptturbine mannigfache Nachteile verbunden, die dazu geführt haben, daß man neuerdings diese Schaltungsart weniger häufig anwendet. Z. B. kann bei starkem Lastwechsel die Drucksteigerung an der Einführstelle des Abdampfes so groß werden, daß die Hilfsturbine, insbesondere bei fallendem Frischdampfdruck, die verlangte Leistung nicht hergibt. Bei Entlastung der Hauptturbine muß ferner unbedingt dafür gesorgt werden, daß der Dampf der Hilfsturbine die Hauptturbine nicht zum Durchgehen bringt. In diesem Fall muß man daher auf Auspuff oder Kondensation umstellen, was wieder den Nachteil hat, daß die auf Überdruck eingestellten Stopfbüchsen der Hilfsturbine nun gegen Luftleere abzudichten haben, wodurch Störungen hervorgerufen werden können.

Um die Schwankungen des Abdampfdruckes von der Hilfsturbine fernzuhalten, kann man zwar Hilfsdüsen verwenden, die den Gegendruck der Hilfsturbine unverändert erhalten; aber dann tritt die Gefahr des Abfalls der Hilfsturbinenleistung noch stärker hervor. Wenn daher Rollwagen erwähnt, daß diese Schaltung die Höchstlast beeinträchtigt, so trifft dies bis zu einem gewissen Grade zu. Am sichersten ist noch diese Schaltung bei Zweidruckturbinen, deren Steuerung den Druck des in die Hilfsturbine eingeführten Abdampfes unveränderlich erhält. Da bei dieser Schaltung der Abdampf im Niederdruckteil der Hauptturbine weitere Nutzarbeit leistet, ist ε kleiner als bei Verwendung von Vorwärmern.

Eine einwandfreie Beurteilung der Güte einer Schaltungsart ergibt aber immer nur der Vergleich auf Grund des spezifischen Wärmeverbrauches²⁾. Es würde hier zu weit führen, näher auf die sich ergebenden Verhältnisse einzugehen; deshalb sei auf die unten angeführte Schrift hingewiesen²⁾. Man muß stets auch angeben, wie der Abdampf der Hilfsturbine verwendet wird; denn bei Rückgewinnung der Wärme dieses Abdampfes, im Speisewasser z. B., erzielt man gegenüber allen anderen Schaltungen eine wesentliche Verbesserung im Gesamtverbrauch, obschon die Abdampfmenge der Hilfsturbine verhältnismäßig groß ist.

Der Angabe von Dr.-Ing. Landsberg, daß man durch Vergrößern der Dampfmengen (Erhöhung des Gegendruckes) den Dampftrieb der Hilfsmaschinen dem elektrischen Antrieb gleichwertig machen kann, trifft somit nur mit gewissen Einschränkungen zu. Werden auch die hydraulischen Verluste in den Schaufeln mit zunehmenden Dampfmengen kleiner, so steigt andererseits der Verlust durch Undichtigkeit; außerdem verstärken sich die oben erwähnten Betriebsgefahren. Ist es aber möglich, die Abdampfwärme im Speisewasser auszunutzen, so erzielt man beim Dampftrieb wohl die günstigsten Verhältnisse, doch dürfte der elektrische Antrieb in den meisten Fällen vorzuziehen sein.

Berlin

[N 760]

Dr. Melan

²⁾ Vergl. Melan: „Schaltungsarten von Haus- und Hilfsturbinen“, Berlin 1926.

Großflächen-Holzschleifer

Von Ing. Fritz Hoyer, Cöthen

Einflüsse, die beim Holzschleifen maßgeblich sind. — Die einzelnen Bauarten des Großflächenschleifer: Stetiger Schleifer von Voith, Dauerschleifer von Füller, Bautzener Schleifer, Zwillingsschleifer der Mag. mechanischer Großflächenschleifer von Ripperger.

Auf den Schleifvorgang beim Zerfasern des Holzes für Papierhalbstoff haben die verschiedensten Bedingungen ihren Einfluß. Man unterscheidet zweierlei Haupteinflüsse:

1. Einflüsse, die unabänderlich gegeben oder durch ganz bestimmte gewählte Umstände hervorgerufen werden, und
2. Einflüsse, die auf willkürlich gewählten Umständen beruhen.

Zu den ersten gehört die Art des verwendeten Schleifsteines, also die Körnung, die Härte, das Bindemittel und die sich aus diesen drei Umständen ergebende Schärfe. Je nach dem gewünschten Endergebnis, also der Art des zu schleifenden Stoffes, hat man hierbei eine ziemlich weitgehende Unterscheidung zu treffen, ganz besonders aber bei dem Kunststein, der infolge der leichteren willkürlichen Beeinflussung seiner Eigenschaften auch heute oft für große Schleifer dem Naturstein vorgezogen wird. Als ein im allgemeinen unabänderlicher Umstand ist auch die Holzart zu bezeichnen; denn soweit es sich um die Großerzeugung von Holzschliff handelt, werden nur besondere und für den Zweck besonders geeignete und hohe Ausbeuten bei hoher Stoffgüte ergebende Holzarten verwendet. Ein anderer Umstand, der von einem großen Einfluß auf den Schleifvorgang ist, ist die Beschaffenheit des Holzes, das sich, je nachdem, ob es frisch oder trocken, alt oder jung, gedämpft, gekocht oder nicht vorbehandelt ist, sehr verschieden verhält. Von immer größer werdender Bedeutung ist die Form des Schleifholzes, das ja in den meisten Fällen rund ist. Immer mehr kommen aber auch Spalthölzer und auch Schwarten zum Verschleifen, die also eine mehr oder minder kantige Form aufweisen.

Von sehr großem Einflusse sind nun ferner die Umstände, die man willkürlich wählen und verändern kann. Hierher gehört die Schärfung der Steine, die man weitgehend in der Hand hat, die Geschwindigkeit, mit der der Stein umläuft und die man heute bis nahe an die zulässige Festigkeitsgrenze treibt. Weiter ist hierher zu rechnen der Winkel, unter dem das Holz in bezug auf die Lagerung der Fasern an den Stein angepreßt wird, also je nachdem, ob es sich um Querschleif, Längsschleif oder Diagonalschleif handelt. Im allgemeinen wird allerdings heute bei allen neueren Schleiferbauarten der Querschleif durchgeführt. Auch der Druck auf 1 cm² Schleiffläche, unter dem das Holz dem Stein anliegt, hat einen großen Einfluß und ist willkürlich wählbar.

Von hoher Bedeutung ist hierbei das Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeit des Steines zum Druck. Es hat sich nämlich durch Versuche und vor allen Dingen auch in der Praxis gezeigt, daß bei niedrigen Drücken (z. B. 225 g/cm²) die Leistung um etwa 9 vH erhöht wird, wenn man die Geschwindigkeit des Steines (z. B. von 12 auf 16 m/s) erhöht, bei hohen Drücken (etwa 550 bis 1050 g/cm²) hingegen wird bei einer Erhöhung der Steingeschwindigkeit in den obengenannten Grenzen die Leistung herabgesetzt, und zwar um 5 bis 20 vH. Den Druck hat man nun in den letzten Jahren immer mehr gesteigert; man ging zunächst bis zu 2000 g/cm², da man hier bei gleichbleibender Schleiffläche eine ziemlich gleichmäßige Leistung erhielt.

Hierbei spielt allerdings die Spritzwassermenge eine große Rolle. Bei der Verwendung von großen Spritzwassermengen, wie man sie beim Kaltschliff braucht, wird wohl die Schleiffläche des Steines dauernd rein gespült; andererseits wird aber die Wärme rasch abgeführt, so daß sie nicht ihren günstigen Einfluß auf das Holzgefüge ausüben kann. Wenn man mit hohem Druck unter großer Spritzwasserzugabe schleift, dann erzielt man einen röschen Stoff. Durch die Verwendung gerin-

gerer Spritzwassermengen, also beim Warmschliff, wesentliche Vorteile nicht zu erzielen. Anders im Fall beim Heißschliff, bei dem man mit sehr wenig Wasser schleift.

Um nun hier ein Verschmieren des Steines zu hüten, was gleichbedeutend mit einer Verminderung gar einem Aufhören der Schleifwirkung sein würde, man bei dem Heißschliff den Stein im abgeschliffenen Stoff „waten“, indem man diesen staut. Man erreicht bei sehr hohen Schleifdrücken (bis zu 5000 g/cm²) man heute anwendet, daß der Stoff immer feiner wird, so eine Schmierwirkung ausübt, die wohl eine Stelle der Schleifleistung verhindert, aber andererseits einen Einfluß auf den Kraftverbrauch hat. Daß es in der Einschränkung der Schleifwassermenge Grenzen nach gibt, ist bekannt. Denn durch zu geringe Wassermenge wird einmal ein nachteiliger Einfluß auf den Stein geübt, der dessen Festigkeitseigenschaften unbeeinflusst, und zum andern besteht die Gefahr, daß der Holzkörper durch die Dampfbildung zum Teil gesplittert wird, so daß sich Splitter bilden. Eine weitere Gefahr der zu großen Erhitzung liegt darin, daß das Holz anfängt, sich zu bräunen, indem sich die Lignine umsetzen, es zeigt sich also dann leicht eine ähnliche Erscheinung wie man sie beim Dämpfen des Holzes herbeiführt.

Von ganz besonders großem Einfluß ist nun die Größe der Schleiffläche, und zwar vor allem hinsichtlich der Länge des Steines. Je länger die Schleiffläche ist, desto gleichmäßiger muß im allgemeinen der Schleifvorgang sein. Die für die Güte und für die Mengenleistung des Stoffes so schädlichen Schwankungen werden in der Sache durch die sich dauernd ändernde Reibfläche zwischen Stein und Holz hervorgerufen. Einen idealen Schleifvorgang würde man in dieser Hinsicht erzielen, wenn man einen geschlossenen Holzblock an die Schleiffläche des Steines anpressen könnte, so daß eine lückenlose Schleifungsfläche auf die ganze Schleiflänge entsteht.

Dieser Umstand und die Tatsache, daß eine Schleiffläche an und für sich ein besseres, weniger reiches Ergebnis liefert, gaben den Anlaß zur Konstruktion neuer Großflächenschleifer.

Man unterscheidet bei diesen Großflächen-Holzschleifern Mehrpressen-Schleifer mit Preßkasten und Einsen-Schleifer mit einem Holzschacht oder einem Magazin. Bei den Mehrpressen-Schleifern findet man sehr bewährte hydraulische Anpressung des Holzes, so wie auch den rein mechanischen Vorschub, bei den Einsen-Schleifern mit Holzschacht nur den mechanischen Vorschub. Ein Mittelding zwischen den beiden Bauarten bildet der zweipressige Großpressen-Schleifer mit Preßkasten und Vorschub mittels Flüssigkeitsdrucke, den man allgemein als Magazinschleifer bezeichnet.

Die erste Maschine dieser Art, die in der Industrie weitgehende Einführung fand, war der bereits erwähnte Voithsche Magazinschleifer¹⁾, dessen Kennzeichen in selbsttätiger Holzzuführung und selbsttätiger Steuerung der Pressen bestand. Der Magazinschleifer hat nur zwei Schleifpressen, die aber sehr große Schleifflächen aufweisen. Die durch die dauernde Änderung der Schleiffläche hervorgerufenen Schwankungen bleiben auch bei dieser Bauart bemerkbar. Diese Maschinen finden sich noch in vielen Großkraftwerken, es werden aber in neuerer Zeit wegen der vielen Vorteile immer mehr die neueren, im folgenden erwähnten Bauarten der Großflächen-Schleifer bevorzugt.

Die erste in der Industrie verwendete Bauart des neuen Einpressen-Schleifer mit großer Schleiffläche und ununterbrochener Zuführung des Holzes dürfte wohl m. W. der „Warren-Schleifer“ der

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 68 (1924) S. 757.

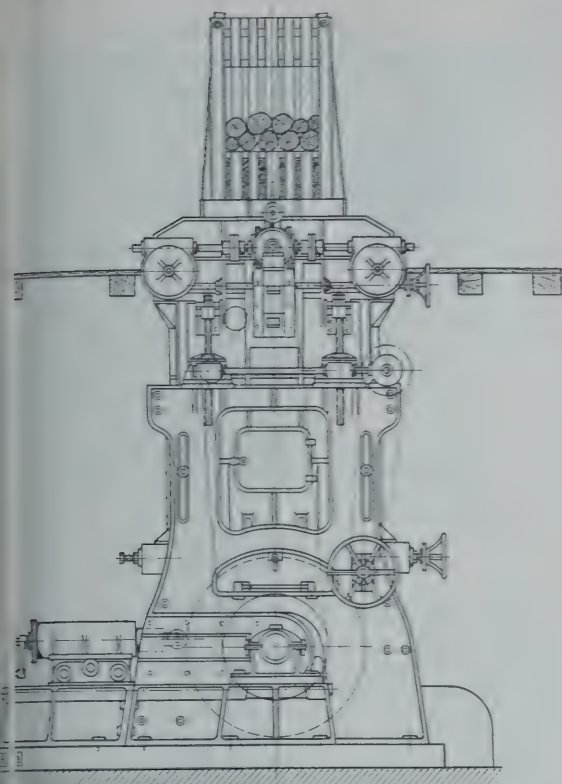


Abb. 1

Einpressiger Großflächenschleifer, Bauart Füllner-Werk, Warmbrunn. Zum Vorschub des Holzes dienen Schraubenspindeln.

von Engineering Works in Montreal sein, der sich allerdings in seinen Ausführungen an ältere deutsche Vorschläge anlehnt, die wegen deutscher Patente nicht geschützt werden können. Dieser Warren-Schleifer hat in Deutschland Eingang gefunden und weist auch dem nachher erwähnten Voithschen „Stetig“-Schleifer verschiedene Nachteile auf, die vor allem in dem sehr hohen Holzschacht zu suchen sind, der bei der Art der Vorschubketten. Auch bei dem Warren-Schleifer wird das Holz durch eigenartig geformte Vorschubketten vorgeschoben.

Gerade die Vorschubteile der verschiedenen Bauarten, die sich auf solche Einpressen-Schleifer beziehen, bilden leicht eine schwache Stelle. Bei dem Warren-Schleifer wird das Holz von Gliedern gefaßt, die mit den Rollen versehen sind; hierin liegt die Gefahr, daß das Holz nicht vollkommen sicher geschieht und daß beim Herausreißen der Spitzen aus dem Holz Splitter bilden.

Der Voithsche Schleifer²⁾ (stetiger Schleifer) war eine wesentliche Verbesserung, da er einmal den hohen Holzschacht vermied und dann die seiner eigentümliche Form der Vorschubketten schaffte. Es erwies sich, daß nicht das Eigengewicht der Rolle im Schacht, als vielmehr eine seitliche Pressung eine Verdichtung der Holzsäule zur Folge hat. Der hohe Holzschacht brachte also keine besonderen Vorteile, sondern eher Nachteile, da eine Gefahr des Klemmens immer vorhanden ist. Bei der seitlich wirkenden Verdichtung der Holzsäule ist das viel unwahrscheinlicher. Die Holzrollen werden ununterbrochen und ebenfalls auch durch geeignete Vorrichtungen gefüllt. Es bereitet keine Schwierigkeiten, selbst einen mit 2200 mm Schleifbreite durch einen Mann zu betreiben. Bei Anordnung geeigneter Fördervorrichtungen kann ein Arbeiter sogar mehrere Maschinen betreiben, so daß die Bedienungskosten auf einen sehr geringen Betrag heruntergedrückt werden.

Zur Regelung dieser Schleifer benutzt man einen elektrischen Hilfsmotor, der die Ketten vollkommen gleichmäßig bewegt.

Nachdem nun die Vorteile dieser einpressigen Großflächen-Holzschleifer einmal zweifellos erwiesen waren, gingen auch andere Firmen dazu über, solche Maschinen zu schaffen. Die Firma Füllner-Werk in Warmbrunn benutzt bei ihrem Dauerschleifer zum Vorschub des Holzes Schraubenspindeln, Abb. 1. Durch diese Schraubenspindeln wird eine sichere und gleichmäßige Zuführung der Holzrollen an den Stein erreicht.

Das Holz wird hierbei in der Weise angepreßt, daß mittels der seitlichen Spindeln die Holzsäule verdichtet wird, da der Stein keilförmig wirkt, wobei auch die in der Mitte liegenden Holzrollen sicher gefaßt werden. Die Gewindegänge der Spindeln heben dabei das Gewicht der Holzsäule fast vollkommen auf. Der seitliche Druck der Spindeln wird durch Kniehebel geregelt, so daß eine Anpassung an die jeweiligen Verhältnisse in leichtester Weise möglich ist. Klemmungen innerhalb des Holzschachtes, die an und für sich nur schwer auftreten können, werden durch die seitlich federnd gelagerten Spindeln vermieden.

Eine dritte Bauart, die sich bisher in der Industrie eingeführt hat, ist der Schleifer der Eisengießerei und Maschinenfabrik, A.-G., Bautzen, Abb. 2, der ebenfalls eine stetige Schleifarbeit bezweckt und dessen Eigentümlichkeit in den als Vorschubgliedern dienenden Rollenketten liegt. Diese Rollenketten stellen eine besonders einfache Vorrichtung dar, die sicher manche Vorteile aufweist. Ob sie allerdings alle Vorteile der Voithschen Kettenglieder und auch der Füllnerschen Spindeln hat, muß erst erwiesen werden.

Die großen und sehr hoch einzuschätzenden Vorteile dieser Rollenketten sind zunächst in ihrer Unempfindlichkeit, der leichten Auswechselbarkeit der einzelnen Glieder und deren niedrigem Preise zu suchen. Grundsätzlich bestehen die Rollenketten aus einfachen Hartholzrollen, die mit Stahlspindeln versehen sind. Diese Stahlspindeln wieder laufen in Bronzelagerbüchsen, die durch eingeschnittene Schraubengänge und Schraubenspindeln bewegt werden und so die vorschiebende Bewegung der Rollen zustandebringen. Es besteht also hier die beste Möglichkeit, die einer Schmierung bedürftigen Stellen zu schmieren, ohne daß eine Gefahr der Verunreinigung des Stoffes vorhanden ist. Bei den Gliederketten ist das nicht in dieser einfachen Weise möglich. Von ganz besonderem Vorteile dürften sich aber diese Holz-

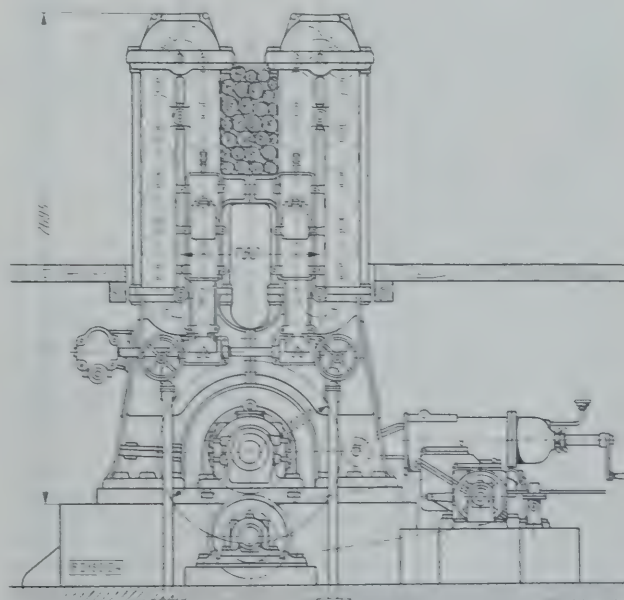


Abb. 2

Stetiger Schleifer der Eisengießerei und Maschinenfabrik A.-G., Bautzen. Zum Vorschub dienen Rollenketten.

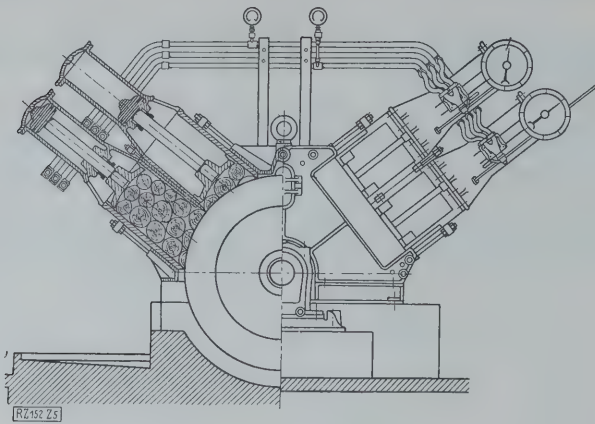


Abb. 3
Zwillings-Pressenschleifer der Amme-Luther-
Werke, Braunschweig, (Miag A.-G.), mit
hydraulischem Vorschub

rollen bei dem Verschleifen von gedämpftem Holz, also bei der Braunholzschleiferei erweisen; denn die Ameisensäure kann mit den Eisenteilen der Rollenkette kaum in Berührung kommen, während sie den Holzteilen nicht schadet. Daß die Ameisensäure des gedämpften Holzes einen nachteiligen Einfluß auf die Stahlketten und die Stahlspindeln ausüben muß, unterliegt keinem Zweifel. Eine Verwendung von Sonderstahl, der diesen Angriffen nicht unterliegt, dürfte wohl zunächst noch an dem zu hohen Preise scheitern.

Eine seitliche Zusammenpressung des Holzes findet bei diesen Schleifern nicht in dem Maße statt, wie bei den andern Bauarten, da sich die Rollketten vollkommen parallel nach unten bewegen. Das Holz erfährt aber einen starken, senkrecht gerichteten Druck und eine durchaus gleichmäßige Zuführung zur Schleiffläche. Die Wirkung des Rollkettenvorschubes erstreckt sich auch nicht so dicht an den Schleifstein heran, wie bei der Kniehebelkette und der Schraubenspindel.

Der Schleifdruck dieses Schleifers wird durch Veränderung der Vorschubgeschwindigkeit der Rollketten geregelt.

Um aber auch die Vorteile des hydraulischen Antriebes für die Großflächen-Holzschleifer ausnutzen zu können, hat man auch die Pressenschleifer mit größeren Schleiflängen versehen.

Als Beispiel dafür dient der „Zwillings-Pressenschleifer“, Abb. 3, der Amme-Luther-Werke, Braunschweig, (Miag A.-G.). Dieser Schleifer ist nach den Grundsätzen der hydraulischen Mehrpressenschleifer gebaut, nur sind je zwei Schleifpressen so dicht aneinandergerückt, daß sie lediglich durch eine schmale Zwischenwand getrennt sind. Diese Zwischenwände sind verstellbar und im normalen Betrieb etwas vom Stein zurückgestellt. Die Schleifhölzer je zweier nebeneinanderliegender Preßkasten treffen also an dieser Stelle zusammen und bilden eine geschlossene Schleiffläche von etwa 1 m Länge.

Diese Zwillingschleifer verlangen nun eine ganz gleichartige Bedienung wie die üblichen Mehrpressenschleifer mit hydraulischem Holzvorschub; sie haben also nicht die großen Vorteile der einfacheren und leichteren, mechanisch durchführbaren Beschickung der erwähnten Einpressenschleifer mit Vorratschacht. Bei kleineren Anlagen macht sich dieser Unterschied allerdings kaum sehr bemerkbar, während er bei großen sehr wohl ins Gewicht fällt.

Bei stark schwankenden Wasserkraften hat man die Möglichkeit, die Trennwand zwischen je zwei Pressen bis dicht an den Stein heranzustellen und so den Schleifer mit drei oder auch nur mit zwei der kleinen Pressen zu betreiben und dennoch eine günstige Belastung und Ausbeute zu erzielen.

Als besondere Vorteile dieser Großflächen-Schleifer ist vor allen Dingen die einfache Abpressung des Holzes zu nennen. Aus der bewährten Bauart ergibt sich ferner

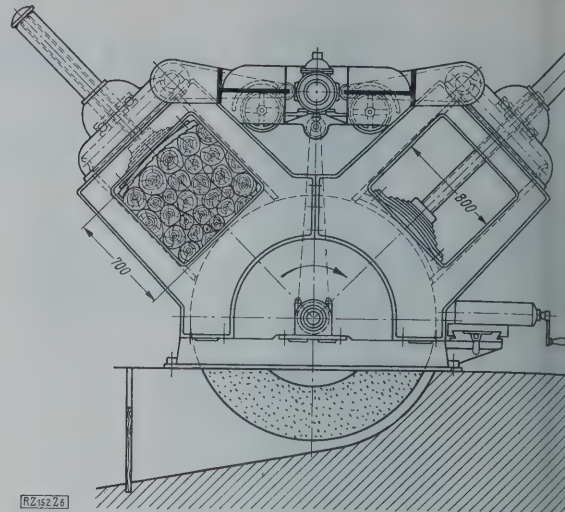


Abb. 4
Mechanischer Großflächenschleifer von
Ripperger & Cie.

die hohe Betriebsicherheit, die den Kastenschleifern eigen ist, und die niedrigen Unterhaltungskosten, die dem Verschleiß stark ausgesetzten Teile vorzuziehen sind. Geregelt wird bei diesen Schleifern mit Öl, das einen besonders günstigen Einfluß auf den Verschleiß der Preßzylinder und -kolben hat. Eine unregelmäßige Reinigung des Stoffes durch dieses Öl ist nicht zu fürchten, da man das Eindringen von Öl in die Preßkassen mit Sicherheit verhindert.

Infolge seiner Bauart bietet der Zwillingschleifer bei der Aufstellung gleiche Vorteile wie die mechanischen Schleifer. Vor allen Dingen beansprucht er keine hohen Räume wie die Einpressenschleifer mit ihren verhältnismäßig hohen Holzschächten. Infolgedessen ist ein wesentliches Ersparnis an Baukosten zu erzielen. In vielen Fällen eine günstige Anlage der ganzen Schleiferei auch in älteren Betrieben und vorhandenen Gebäuden. Die Beanspruchung der Steine und Spindeln, Wellen und der Lager ist zweifellos günstiger als bei den Einpressenschleifern, bei denen der gesamte Druck senkrecht nach unten wirkt. Infolge der großen Schleiflänge ist auch das Verschleifen sehr dicker Hölzer (bis zu 400 mm Dmr.) angängig, was allerdings nicht so praktisch großer Bedeutung ist, da so viel Schleifholz heute kaum mehr in den Handel kommt.

Als letzte Bauart dieser neuen Großflächen-Schleifer ist der in der Abb. 4 gezeigte mechanische Großflächenschleifer der Firma Ripperger & Cie. zu nennen. Diese Schleifer haben zwei einseitig schräg gegenüberliegende Preßkassen von außerordentlich großen Abmessungen. Die Schleiflänge beträgt je Preßkasten 800 mm.

Die beiden Preßkassen arbeiten abwechselnd. Nach Beendigung des Arbeitsganges der einen Presse wird die zweite, inzwischen mit Holz beschickte eingeschaltete Presse in Betrieb genommen. Die Belastung des Schleifers ist somit gleichmäßig, unterbrochen geschliffen wird. Die erwähnten Schwankungen in der Belastung durch die infolge der verschiedenen Formen des Schleifholzes bedingten Änderungen der Schleiffläche bestehen naturgemäß auch hier; sie werden durch eine geeignete Regelung ausgeglichen oder durch einen gezielten Pressenwechsel, der bei dieser Bauart praktisch unbedeutend ist.

Beide Pressen werden von einem Preßölregler geregelt, der mittels einer Kette von der Schleiferwalze angetrieben wird und über Kupplungen mit den Pressen im Räderkasten in Verbindung steht. Die Preßplatten werden durch Schneckenradgetriebe und Schnecken gegen das Holz gedrückt, die Preßplatten selbst sind federnd. Die selbsttätige Auf- und Abwärtsbewegung der Pressen kann auch mit der Hand in jeder Höhenstellung gesondert unterbrochen oder beschleunigt werden.

Die Pendelseilbahn als flächenbestreichendes Fördermittel

Von Dipl.-Ing. G. W. Heinold, Leipzig

Doppelseilbahn auf Zeche Mathias Stinnes III/IV
 Auf der Schachanlage Mathias Stinnes III/IV in Gladbeck bei Essen arbeitet ein Haldenschütter, den man bei der Haltestelle als Drahtseilbahn und an der Entladestelle als Pendelseilbahn ansprechen könnte, Abb. 1 und 2. Es ist eine von der Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel, Essen, gebaute, in Gesamtanordnung und Einzelkonstruktion von allem Gewohnheitsmäßigen abweichende Doppelseilbahn, deren eigenartige Ausbildung eine Folge der Aufgabenstellung ist. Während man sonst bei Halden nach größter Ausnutzung des Sturzplatzes durch einen hohen Kegel oder langer, gerader Dämme möglichst geringer Grundfläche strebt, wurde im vorliegenden Falle bei mäßiger Sturzhöhe eine außergewöhnliche Abstreichung gefordert, da das aufgehöhte Gelände für andere Zwecke nutzbar gemacht werden sollte. Abb. 2 zeigt die Grundrißform des Sturzplatzes und die Lage gegenüber der Kohlenwäsche, wo die zu fördernde Schicht entfallen, ferner die Linienführung der Zubringerbahn und die von dem eigentlichen Haldenschütter abgrenzte nutzbare Sturzfläche in Form eines Kreisbogens, dessen Mittelpunkt so gelegt werden konnte, daß die Führung von der Beladestelle dem Kreishalbmesser, 250 m, wurde; dies ermöglichte die Verwendung eines für beide Teile gemeinsamen Zugseiles für die zwei Wagen, Pendelverkehr insofern gegenläufig arbeiten, als der eine der Beladestelle eben gefüllte jeweils voll vorwärts in der Mitte liegenden Zwischenstation eilt, wenn der andere von der fahrbaren Endhaltestelle aus zu jener leer kommt, um die von dem ersten angeforderten Berge zu nehmen und im Verlauf des weiteren Arbeitspieles auf den Sturz zu stürzen. Unter Zugrundelegung einer Fahrwindigkeit von 5 m/s und eines Wageninhaltes von 50 t wird eine Leistung von 50 t/h mit zwanzig stündlichen Arbeitspielen erreicht.

Die Beladestelle ist der Kohlenwäsche unmittelbar vorgelagert, Abb. 3; sie enthält im oberen Teil einen Aufbunker, in dem sich die von einem Hilfsförderer im Obergeschoß der Wäsche zugeführten Berge zusammen sammeln, eine Arbeitsbühne für das Beladen der Wagen und schließlich die Spannvorrichtung für das Tragseil der anschließenden Strecke. Die Spannvorrichtung ist mit Rücksicht auf vorhandene Gleisanlagen wie die Haltestelle möglichst kurz gehalten.

Für Ausgleichmuffe, Spannseil und Scheibe war nicht genügend Raum, und so ergab sich die Notwendigkeit einer Sonderbauart, die im wesentlichen die Form eines dreieckigen Winkelhebels hat. An dessen einem Arm ist das durch Betonklötze belastete 50 000 kg schwere Spannungsgewicht mit Gelenkbolzen und Laschen angeschlossen, während der andere obere Arm zu einem langen, gekrümmten Schuh ausgebildet ist, der als Auflager für das Tragseil und als Widerlager für dessen Endmuffe dient, beim Spannen des Tragseils aber auch als Rollenblock des dazu nötigen Flaschenzuges verwendbar ist. Dieser Winkelhebel schwingt um ein doppeltes Bolzenkipplager, das die aus Seilzug und Spannungsgewicht zusammengesetzten Kräfte auf die Eisenkonstruktion der Haltestelle überleitet und ein sofortiges Ansprechen des Hebels schon auf geringfügige Spannungsschwankungen und Längenänderungen des Trageiles gewährleistet. Kurz vor der Seilverankerung im Winkelhebel kommt der Förderwagen zum Stillstand und wird sodann aus dem Füllrumpf beladen. Um die beim Füllen des Kippkübels auftretenden Stöße vom Seil selbst fernzuhalten und dies zu schonen, sind Hilfsschienen zum Abfangen dieser Kräfte vorgesehen.

Die anschließende ortsfeste Seilbahn führt, von zwei einseitigen Ständern in bekannter Weise unterstützt, über den Zechenplatz, überquert ein durch Sturzdach geschütztes Anschlußgleis und endet in der mittleren Zwischenhaltestelle auf dem Sturzplatz. Der auf ihr verkehrende Förderwagen besteht aus einem vierrädrigen Laufwerk, einseitigem Gehänge und Kippkübel, der um eine Längsachse schwingt. Das unterhalb des Trageiles verlegte Zugseil ist am Gehänge lediglich angeklemmt, um eine genaue Einstellung zu ermöglichen. Der Kübel wird in der Beladestelle mit der Hand festgeklammert, an der Überladestelle durch Anschlag ausgelöst.

Die Überladestelle ist sowohl Bestandteil der feststehenden Zubringerbahn, als des verschwenkbaren Haldenschütters, Abb. 4. Für die Zubringerbahn dient sie als Endhaltestelle und für das hier fest verankerte Tragseil als Spannbock. Sie enthält außer den Leitrollen für das Zugseiltrium dieser Bahn einen Überladetrichter; in diesen entleert der darüber auskippende Förderwagen seinen Inhalt, der dann auf eine Wendelrutsche weitergleitet, Abb. 5 und 6. Mit der Rutsche beginnt der verschwenkbare Teil der Anlage, der zum Überleiten der Berge in den Förderwagen der Anschlußbahn dient. Er mußte, um dem Trag- und dem Zugseil ausweichen zu können, wendeltreppenartig gestaltet werden, und ist auf der Hauptachse aufgesetzt, die mittels konsolartiger Vorbauten so an den fördergerüstähnlichen Turm der Zwischenhaltestelle gelagert ist, daß das an dieser beweglich

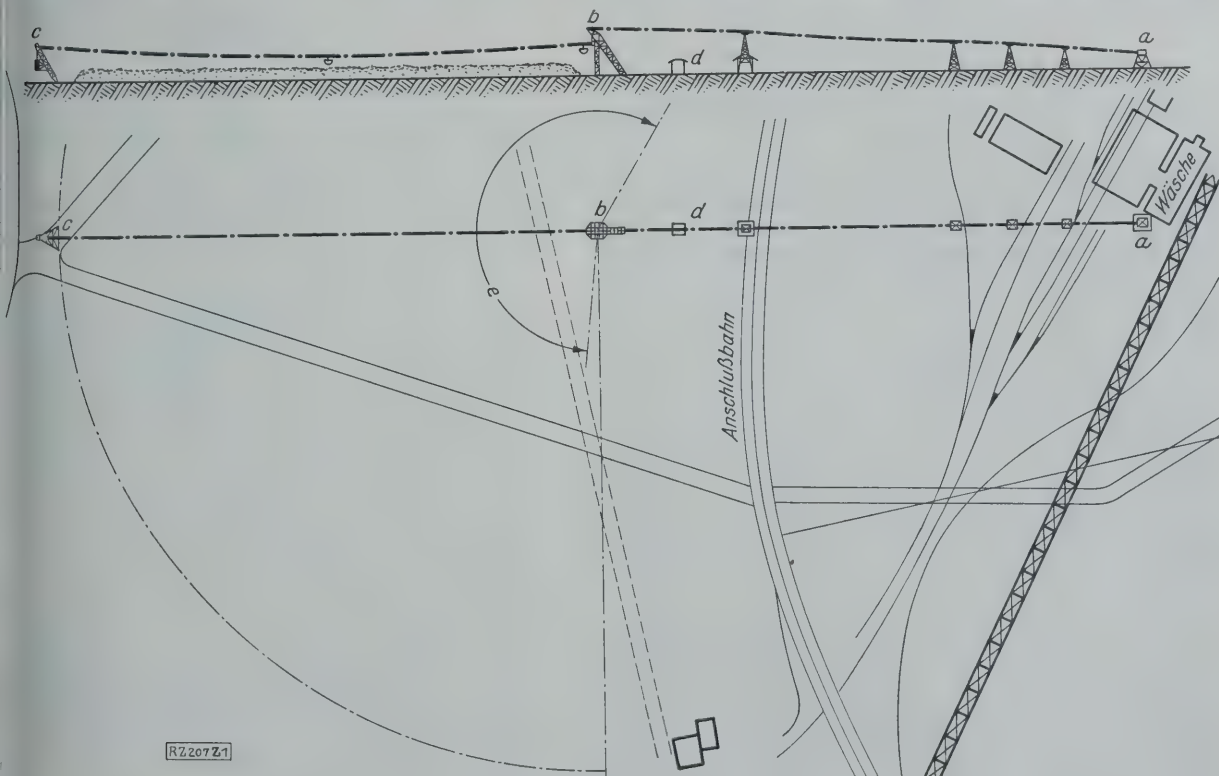


Abb. 1 und 2

Ansicht und Lageplan der Doppelseilbahn auf Zeche „Mathias Stinnes III/IV“

a Beladestelle b Überladeturm c fahrbarer Pendelturm d Antriebshaus e Schwenkwinkel der radial und im Kreisbogen verfahrbaren Teile der Bahn

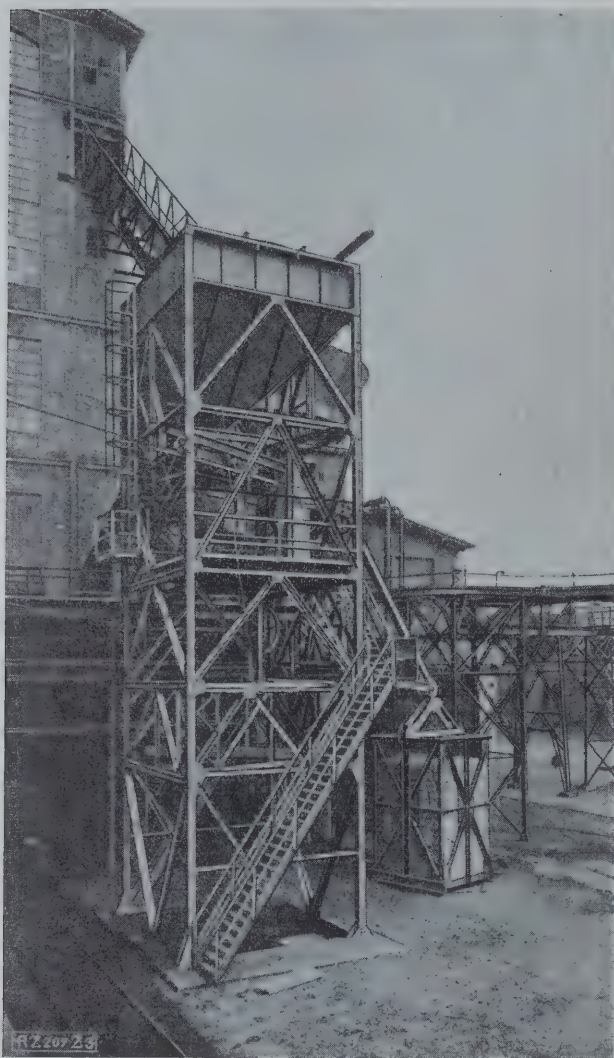


Abb. 3
Beladestelle der Doppelpendelbahn

mit Kreuzgelenk, Laschen und Endmuffe angeschlossene Tragseil des Haldenschütters zu einem Ausschlag von insgesamt 240° befähigt wird, wovon allerdings nur rd. 205° ausgenutzt werden. Tritt ein solcher Ausschlag ein, so nehmen alle in der Mittelachse gelenkig angeordneten Konstruktionsglieder, u. a. also auch die Zugseil-Leitrolle mit ihrer Lagerung, die angebauten Schmierringe und die Wendelschurre selbst daran teil. Diese bildet mit ihrem unteren Ende gewissermaßen die Füllschnauze für den in seine Endstellung an der Beladestelle vorgefahrenen Förderwagen des Haldenschütters.

Das Laufwerk des Förderwagens ist gleichfalls vier-rädrig, umfaßt das Tragseil von 50 mm Dmr. beiderseitig und trägt das Kübelgehänge in Queranordnung, so daß das Fördergefäß in der Fahrtrichtung beladen wird und sich, durch einen verfahrbaren Anschlag ausgelöst, entleert. Das Fördergefäß schließt selbsttätig und faßt ebenfalls rd. 2500 kg Fördergut wie der Zubringerwagen. Hier ist das Zugseil fest mit dem Laufwerk verbunden, doch läuft es von der Überladehaltestelle in einer freien Spannweite wie auch das Tragseil ohne Zwischenunterstützung zur verfahrbaren Endhaltestelle durch. Diese Anordnung erinnert an Kabelkrane, noch mehr die als verfahrbarer Pendelturm ausgebildete Endhaltestelle.

Während man auf dem Weg über die Seilbahnkrane bereits zu der um Gelenke kippenden, ortsfesten Drahtseilbahn-Endstation gekommen war¹⁾, deren Schräglage die Seilspannung erzeugt, hat man hier auch noch die Fahrbarkeit auf einer einzigen im Kreisbogen verlegten Schiene übernommen²⁾. Das Fahrwerk mit seinen zur besseren Verteilung der Auflast in Ausgleichhebeln gelagerten acht Lauf-rädern tritt nur in Tätigkeit, wenn die Anschüttung jeweils genügend weit fortgeschritten ist; so konnte auf elektrischen

¹⁾ „Der Bergbau“ Bd. 27 (1914) S. 769.

²⁾ Heinold, „Seilbahnkrane neuerer Bauart“ Z. Bd. 60 (1916) S. 501



Abb. 4
Überladehaltestelle

Antrieb verzichtet werden, und das der Raddruckriem entsprechend schräg verlegte Gleis wird nur nach vorgebaut und rückwärts wieder abgebrochen. Die Eisenkonstruktion ist ein Käfig zur Aufnahme der Lastungsgewichte, die aus Betonwürfeln bestehen, vorgelagert. Die Endstation umfährt den sektorförmigen Sturzplatz ermöglicht so, daß der Haldenschütter nach Art der Seilbahnkrane eine ausgedehnte Fläche bestreicht.

Besonders hervorzuheben ist

die Zugseilführung.

Diese beginnt und endet an der Trommel des Antriebs, wo das eine Zugseiltrum aufgespult wird, während das andere abwickelt. Im Zuge der Zubringerbahn verläuft das Seil tief liegend zunächst in die Beladestelle geführt durch Rollen in die Flucht der Wagenfahrbahn unterzeitigem Richtungswechsel übergeleitet wird. Im folgenden Abschnitt ist der Förderwagen der Zubringerbahn durch Rollen in die Flucht der Wagenfahrbahn unterzeitigem Richtungswechsel übergeleitet wird. Auf dem Rückweg zur Zwischenhaltestelle schräg unter dem Tragseil verlegt, ist das Seil an den Förderwagen des Haldenschütters angeschlossen und am Streckenende in unmittelbarer Nähe der Schwenkachse über die dort eingebauten Leitrollen abermals senkrecht nach unten abgelenkt. Am Ende der Überladehaltestelle vermittelt eine letzte Leitrolle die Rückführung zum Antrieb. Die Führung des Seiles im Zuge über beide Bahnteile ist nur dadurch ermöglicht worden, daß diese im vorliegenden besonderen Falle gleiche Längen erhalten konnten. Bei ungleicher Länge der Teilstrecken würde eine gewisse Verteuerung entstehen, weil dann die Zugseile für die Einzelbahnen, getrennt

sind, länger ausfallen und es eine besondere Trommel Zubehör angeordnet werden der jeweils kürzeren Strecke in sinngemäß die kleinere trommel zugeordnet, und der verkehrende Förderwagen mit entsprechend geringererwindigkeit.

hier die Förderwagen an laufige Teile desselben Zug-angeschlossen sind, wickelt in Arbeitspiel wie folgt der Förderwagen der ort- Zubringerbahn möge vor schnauze der Beladestelle und der Wagen des Hal- lüters kurz vor der End- stelle. Nach erfolgter Fül- durch den Arbeiter betätigt den Antrieb durch Druck- steuerung. Als bald laufen die Wagen gegen die in der gelegene Zwischenstelle, den sturm, hin; sie sind in gegenseitiger Lage an den trümern befestigt, daß zugleich in der Endstellung en, der erste Wagen oben am detrichter, der andre unten n Ende der Wendelschurre. trieb stoppt selbsttätig und lt nach Verlauf von rd. 8 s rrichtung. Inzwischen ist halt des Förderkübels, der Anschlag über dem Trich- leert worden war, auf dem über die Wendelrutsche in rderkübel der verschwenk- Anschlußbahn gelangt, der Teil der Fahrt beginnt, und jetzt bewegen sich beide von der Zwischenhaltestelle weg, der entleerte zurück adestelle und der soeben gefüllte Förderwagen des schütters zur jeweiligen Sturzstelle, die durch ver-

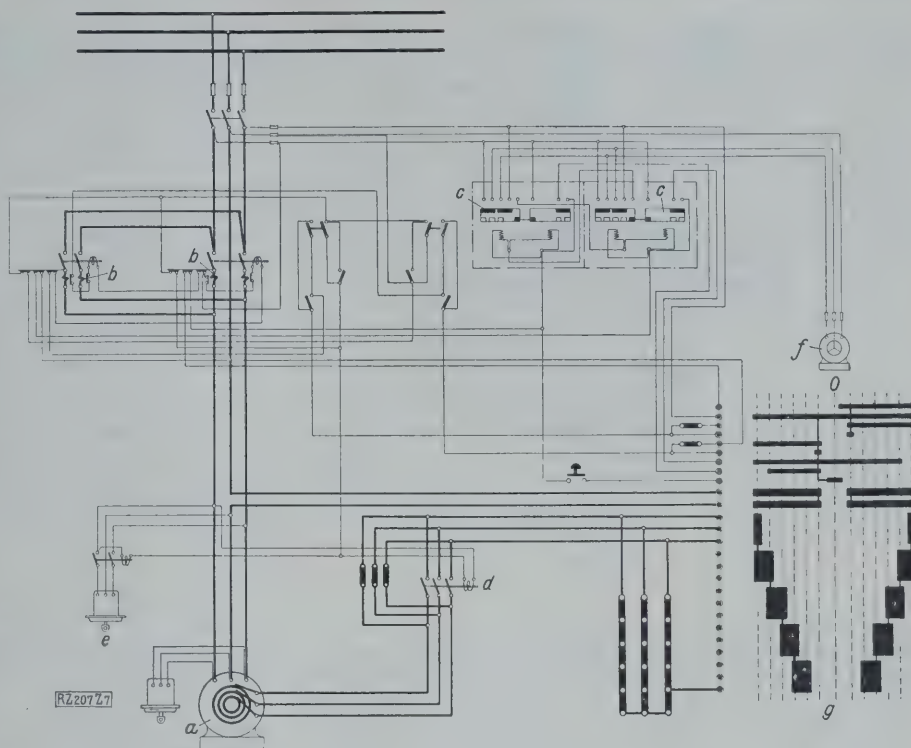


Abb. 7
Schaltbild der Pendelseilbahn mit vollem selbsttätigem Betrieb

a Hauptmotor
b Umschalterschützen
c Umschaltrelais
d Verzögerungsschütze
e Bremsmagnete
f Steuermotor

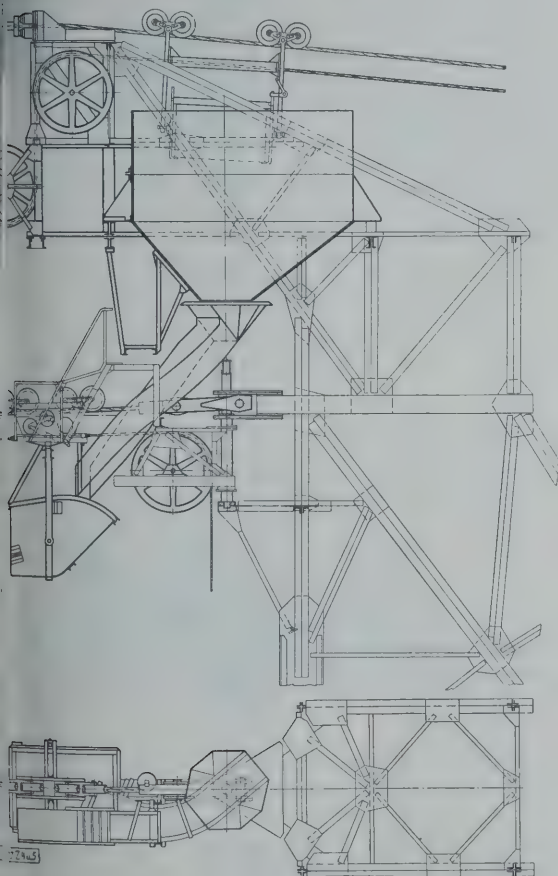


Abb. 5 und 6
Kopf des Überladeturmes

fahrbaren Anschlag nach Bedarf verlegt werden kann, und über diese hinaus, bis er vor der Endhaltestelle zum Stillstand kommt. Dieser Arbeitsvorgang, vom ersten Anlauf abgesehen, wickelt sich vollkommen selbsttätig ab.

Die Einleitung aller Zwischenbewegungen des Zugseiles wie der Wagen vermittelt der Antrieb. Er ist zwischen dem Sturzdach und dem Umladeturm, also im Bereich der ortfesten Zubringerbahn und samt der zugehörigen, von den Bergmannwerken, Berlin, gelieferten elektrischen Ausrüstung in einem besonderen Häuschen untergebracht, in das die Zugseilträger beiderseits einlaufen. Sie sind hier an der gemeinsamen Seiltrommel festgemacht, und zwar so, daß das ablaufende Trum jeweils den Platz oder die Rille für das auflaufende freigibt. Die Trommel bleibt also jederzeit bewickelt.

Die Trommel wird über Vorgelege durch einen Drehstrommotor von 60 PS Leistung für aussetzenden Betrieb bei 750 Uml./min angetrieben. Auf einer der Vorgelegewellen sind zwei elektromagnetisch betätigte doppelte Backenbremsen angeordnet und eine wagerecht gelagerte Spindel für eine Anzeigevorrichtung angeschlossen, deren Wandermutter bei ihrer Bewegung ein verkleinertes Bild des Wagenlaufes gibt. Je nach der Fahrtrichtung betätigt die Wandermutter die Steuerschaltergruppe am einen oder andern Ende, und zwar jeweils zunächst den Verzögerungsschalter, den Endschalter erst etwas später, nachdem durch künstliche Belastung des Antriebmotors mittels der Verzögerungsbremse unter gleichzeitigem Einschalten eines entsprechend großen Rotorschlußwiderstandes eine wesentliche Verminderung der Umlaufzahl des Motors und damit der Fahrgeschwindigkeit herbeigeführt worden ist. Die durch den Verzögerungsschalter eingeleitete elektrische und mechanische Bremsung bereitet das jeweilige Stillsetzen des Antriebes gewissermaßen nur vor, während der endgültige Abschluß dieses Arbeitsvorganges unter Vermittlung des Endsalters durch Einfallen der elektromechanischen Stoppbremse erfolgt.

Diese Verbindung von elektrischer und mechanischer Bremsung zu einer Stufenwirkung gewährleistet genaues Einhalten der vorgeschriebenen Endstellungen bei stets gleichbleibenden Bremswegen. Etwaige Unterschiede im Nachlauf, die sich mit der Zeit infolge von Zugseillängung oder dergleichen ergeben, können mittels Umgehungsendschalter ausgeglichen und durch Seilkürzung beseitigt werden. Der Anlauf des Motors im Vorwärts-Sinne wird durch Betätigung eines Druckknopfes eingeleitet, alles weitere, insbesondere auch der Wechsel der Drehrichtung erfolgt selbsttätig durch Anlasser in Verbindung mit Umschalterschützen für die Ständerwicklung, Abb. 7.

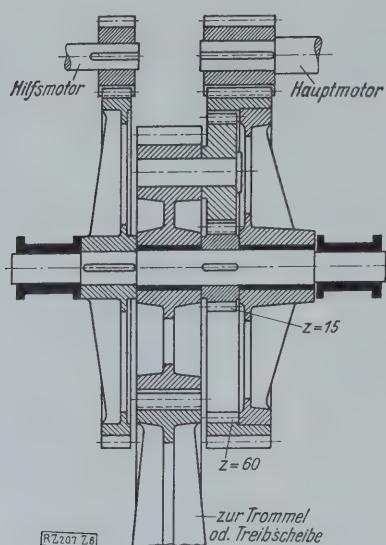


Abb. 8
Umlaufräderwerk

Die an den Antrieb einer Pendelseilbahn zu stellenden Anforderungen sind weit vielseitiger als diejenigen, denen ein für gleichbleibende Umlaufrichtung bestimmter gerecht zu werden hat, und zwar bereiten im wesentlichen die An- und Auslaufzeiten gewisse Schwierigkeiten im Betriebe. Jene können als behoben gelten, wenn die Kraftquelle genügend Anzugmomente aufbringt und der Antrieb selbst diese mit Sicherheit auf das Zugseil überträgt. Bei den Auslaufzeiten wachsen die Schwierigkeiten mit der Größe der Fördergefäße, und in noch viel höherem Maße mit der Genauigkeit, die für das Einhalten der Endstellungen verlangt werden muß, und schließlich gar noch quadratisch mit der Fahrgeschwindigkeit. Im vorgeschriebenen Ausführungsbeispiel dürfte in dieser Hinsicht die Grenze dessen erreicht sein, was mit unmittelbarem Drehstromantrieb und vereinigter elektrisch-mechanischer Bremsung in Stufenwirkung zu erzielen ist.

Für noch schwierigere Fälle gibt es neben der neuerdings mehrfach auch für Personen-Pendelseilbahnen verwendeten Leonardschaltung noch ein verhältnismäßig sehr einfaches Hilfsmittel zur Lösung dieser Antriebsfrage, nämlich das Umlaufräderwerk in Verbindung mit zwei verschiedenen großen, sonst handelsüblichen Drehstrommotoren und einer dem größten Kraftbedarf genügenden Gesamtleistung. Insbesondere bei halbsebsttätigen Bahnbetrieben zweifellos von Vorteil, erhält es für diesen Zweck eine entsprechende Gestaltung nach Abb. 8. Die an dem lose auf der Vorgelegewelle laufenden Stegrad gelagerte Umlaufrädergruppe kämmt einerseits in ein mittleres Ritzel mit 15 Zähnen, das von dem Hilfsmotor über ein Vorgelege und dessen Welle angetrieben wird, andererseits in ein mittleres Rad mit Innenverzahnung und 60 Zähnen, das von dem Ritzel des Hauptmotors unmittelbar in Drehung versetzt wird, und im übrigen wie das Stegrad lose laufend auf der Vorgelegewelle angeordnet ist. Das Stegrad vermittelt die Übertragung auf die Trommel oder Treibscheibe für das Zugseil.

Gleiche Umlaufzahlen und Drehrichtung der beiden Motoren und Vorgelegeräder vorausgesetzt, wird innerhalb des so gestalteten Umlaufräderwerkes keinerlei Relativbewegung aufkommen. Vielmehr läuft das Stegrad gleich schnell und gleichsinnig mit den beiden Mittelrädern. Anders beim Abschalten des Hauptmotors: die Umlaufzahl des Stegrades sinkt nach den für Umlaufgetriebe gültigen Regeln⁸⁾ sofort auf ein Fünftel der normalen, sofern nur der Hilfsmotor allein weiterläuft, und zwar ohne gleichzeitige Änderung seiner Leistung. Diese verhält sich zu der des Hauptmotors wie 1 : 4, es würden also beispielsweise zwei Motoren von gleicher Umlaufzahl und 12 und 48 PS Leistung, zusammenwirkend, eine Fahrgeschwindigkeit von 5 m/s hervorbringen, während der kleinere Hilfsmotor, allein wirkend, nur eine solche von 1 m/s erzeugt.

Diese Eigenschaften des Getriebes lassen sich für den Betrieb einer Pendelseilbahn wie folgt auswerten: Das Arbeitspiel beginnt mit dem Anlassen beider Motoren im Vorwärtssinne, während der Beschleunigungszeit steigert sich die Fahrgeschwindigkeit von 0 auf 5 m/s, mit der dann der Hauptteil der Strecke durchfahren wird. Gegen Ende

der Strecke wird nun der Hauptmotor abgeschaltet, zugehörige Hauptmotorbremse sorgt nach Maßgabe Dämpfung dafür, daß der Auslauf allmählich und einsetzen nicht allzu schroff und stoßartig erfolgt. Da die Fahrgeschwindigkeit der Bahn auf 1 m/s vermindert worden, weil nun nur noch der Hilfsmotor weiterläuft und nach Überschreiten einer gewissen Sicherheit wird auch diesem der Strom entzogen, die elektronische Hilfsmotorbremse fällt ein und sichert durch verhältnismäßig kräftige Wirkung ein genaues Anhalten vorgeschriebenen Endstellung.

Der Auslaufweg kann auf diese Weise viel genauer gelegt und dauernd eingehalten werden; denn die endgültige Stillsetzen maßgebende Hilfsmotorbremse lediglich für $\frac{1}{25}$ der kinetischen Energie zu bemessen, der in voller Fahrt, das sind 5 m/s, befindlichen Bahnen im Bewegungszustand beharrenden Massen inne. Wenn starke Schwankungen in der Belastung des unbedingten vermieden werden müssen, kann auch der der Bahn zunächst jeweils mit dem Hilfsmotor allein und der Hauptmotor später zugeschaltet werden. bietet das Umlaufgetriebe auch die Möglichkeit, gele die ganze Strecke mit dem Hilfsmotor und geringe schwindigkeit zu befahren, wenn Prüffahrten oder besserungen vorzunehmen sind oder ein Gefahrfall v

Antrieb für größere Bahnlänge

Die weiter oben gestreiften Schwierigkeiten, die dertragung der Anzugmomente und -kräfte auf das Zugseil bietet, sind bei der erörterten Anlage durch die Verwendung einer Seiltrommel in einwandfreier Weise restlos beseitigt.

Bei noch größerer Bahnlänge führt die zu erzeugende große Umfangskraft meist auf einen mehrrilligen Seiltrieb. Die mannigfachen Mängel eines solchen wurden durch den Bau von Ausgleichgetrieben und andern Konstruktionen zu einem gewissen Grade beseitigt. Der aus der vielen Seilbiegung beim wiederholten Auf- und Abfahren resultierende Seilverschleiß ist geblieben, und so hat man lange bevor theoretisch nachgewiesen wurde⁹⁾, die Biegung letzten Endes der Kern der Drahtseilfrage um Verminderung nach Anzahl und verhältnismäßiger eine Vorbedingung für die Haltbarkeit der Seile ist, sich fühlsmäßig danach gestrebt, den Mehrrenttrieb zu verwerfen und dafür die Treibfähigkeit der einfachen Scheibe zu verwirklichen. In jedem Falle wurden die erzielten Vorteile beträchtlichen Nachteilen erkaufte.

Eine neuere Bauart könnte hier Wandel schaffen wie bei der Keilrillen- und Greiferscheibe ein seitlicher axialer Druck zur Vergrößerung der Reibungstriebkraft geübt wird, aber dennoch die ununterbrochene, glatte Lage in gedrehter Rille beibehalten wird. Das Wesentliche Taumelscheibenantriebes besteht darin, das Antriebsrad aus zwei Einzelscheiben aufzuspalten und die beiden Teilmotoren auf zwei Achsen laufen zu lassen, die einen sehr spitzen Winkel bilden.

⁸⁾ Benoit, „Die Drahtseilfrage“, Karlsruhe 1915.

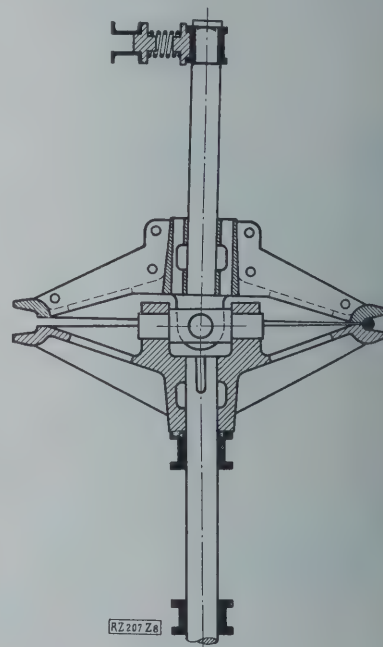


Abb. 9
Taumelscheibenantrieb

⁹⁾ Heinold, „Umlaufrädergetriebe im Hebezeugbau“ Z. Bd. 68 (1924) S. 1191.

... bilden, so daß die Scheibenkranzebenen nicht zueinander liegen, sondern einen keilförmigen Hohlraum, mit der Spitze in den vom Seil umspannten Bogen zeigend, einschließen. Beim Umlauf wird sich dem das Rillenprofil um wenige Millimeter verengen und wieder erweitern, das an einer zwischengelegenen eingeführte Zugseil wird beim Durchlaufen der Ver- seitlich gepreßt, dann aber, kurz vor dem Ablauf, freigegeben.

... eine gewisse Anpassung an Schwankungen in der und Nachgiebigkeit des Zugmittels zu gewährleisten, Lagerung der Einzelscheibenachsen nicht starr, viel- wird nur die eine, angetriebene, im wesentlichen fest, während die andre, zur eigentlichen Taumelscheibe ge, durch eine Kreuzgelenkkupplung beweglich ange- ist und durch ein federbelastetes Lager beeinflusst (Abb. 9).

... Federkraft sucht nun die Taumelscheibe um den schnittpunkt zu kippen und dabei stützt sich der dieser Taumelscheibe auf den der festen als Wider- ab, indem das dazwischenliegende Zugseilstück zu- gepreßt wird. Dieser Anpreßdruck und damit der an Reibungs-, Trieb- und Umfangskraft wächst mit ruck des federbelasteten Lagers und mit seiner Ent-

fernung vom Achsenschnittpunkt; zweckmäßig wird man die Anordnung so treffen, daß zur Entlastung des Führungs- lagers die Federkraft annähernd der Gegenkraft des Zug- seiles entspricht.

Betätigt ein solcher Taumelscheibenantrieb eine Bahn mit dauernd in derselben Richtung umlaufendem Zugseil, dann kann zur Steigerung der Wirkung die Richtung des Federlagerdruckes mit Erfolg so verlegt werden, daß die Stelle des größten Druckes aus der Mitte des umspannten Bogens gegen die Ablaufstelle des Seiles hin verlegt wird, um bereits in dem der kleinen Ablaufspannung des Zugseiles zugeordneten Stück des umspannten Bogens die zusätzliche Steigerung der Umfangskraft hervorzurufen. Auf diese Weise läßt sich die Wirkung eines dreirilligen Antriebes erzielen, ohne daß die größte spezifische Pressung des Seiles so hoch ansteigt, wie in den selbsttätigen Kuppelvorrich- tungen der Seilbahnlaufwerke. Hier wird sie dadurch her- vorgerufen, daß sich die Rillenteilprofile beim Umlauf ein wenig nähern und dann wieder voneinander entfernen, wäh- rend das Zugmittel sich beim Anlauf auf die Scheibe ohne Keilwirkung frei in den Rillengrund einlegt, dann zuneh- mend bis gegen Ende des umspannten Bogens seitlich zu- sammengepreßt und schließlich bei Ablauf wieder voll- kommen freigegeben wird. [M 207]

Die neue Kokslöschanlage im Gaswerk Leipzig-Connewitz

... r Behebung der Mängel der alten Kokslöschanlage (starker Verschleiß der Eisenteile) wurden ch des Umbaus der Koksförderung im Gaswerk Leip- (Connewitz) auch die Kokslöschanlagen den neuzeitlichen Ver- nissen entsprechend umgebaut. Der alte Kokslös- ch- es Werkes wurde hierbei als Zwischenbunker ver- , der lediglich die Überführung des glühenden Koks n Kammern in den unter dem Turm stehenden Lösch- regeln soll und den Koks nur während der Ent- z der Kammern, die unter normalen Verhältnissen ränger als 1 min dauert, aufnimmt.

... durch Öffnen des unteren Drehverschlusses des Sammel- ers wird der an dem Seil einer mit Druckknopfsteue- u betätigenden Spillvorrichtung hängende, 10 m lange (Wagen) beschickt, der sich mit einer solchen Geschwin- : unter dem Drehverschluß des Zwischenbunkers fort- , daß er sich gleichmäßig mit einer Koksschicht von (Höhe anfüllt). Mit dem glühenden Koks fährt der (Wagen) unter den Löschschlot, der in seinem unteren us gebrannten Klinkern, in seinem oberen Teil aus (aufgebaut ist. Der Koks wird schon während des Eins- s in den Schlot innerhalb $\frac{1}{4}$ min mit einer genau ab- enen Wassermenge möglichst gleichmäßig bespritzt; läßt ihn dann noch 2 bis 3 min ausdampfen. Durch (Wagen) einer zweiten Druckknopfsteuerung fährt der aus (Wagen) über den Löschschacht hinaus auf eine Kippvor- (Wagen) an der Entladestelle, an der durch Kippen des (Wagen)oberteils um 45° der Koks durch die vordere (Wagen) langsam und ohne großen Fall in einen Förder- (Wagen) mit 12 m^3 Inhalt rutscht.

... er Kübel wird durch einen Kran von 20 m Ausladung (Wagen) und in die neben der Löschleinrichtung stehende (Wagen)abereitanlage entleert. Eine unter dem Förderkübel an- (Wagen)te Waage ermöglicht die gewichtmäßig genaue Er- (Wagen)ng der Kokserzeugung. Das überschüssige Löschwasser

wird in einer zwischen den beiden Antriebstellen für die Spillwinde liegenden Kläranlage unmittelbar neben dem Löschschacht geklärt und nach Absetzen des Koksschlammes in die Kanalisation abgelassen. Die Löschleinrichtung arbei- tet seit November 1926 sehr zufriedenstellend, besonders da man durch Einstellen der Löschzeit in der Lage ist, die Feuchtigkeit des Koks genau zu regeln. [N 919] Pr.

Hochspannungsanzeiger

Um zu wissen, ob eine elektrische Leitung unter Span- nung steht, bedient man sich in Niederspannungsnetzen der Prüflampe; dagegen mußte man in Hochspannungsnetzen, wo die Gefahren bei Arbeiten an den Leitungen besonders groß sind, darauf vertrauen, daß der Auftrag, die Leitung vor Beginn der Arbeit auszuschalten, pünktlich und rich- tig ausgeführt war. Die Firma Felten & Guillaume, Carls- werk, A.-G., Köln-Mülheim, hat nun nach Angaben von Prof. Zipp einen Hochspannungsanzeiger ausgebildet, mit dem man während des Betriebes feststellen kann, ob eine Leitung unter Spannung steht²⁾.

Das Gerät besteht aus einem Hochspannungskonden- sator in einem Hartgummizylinder, Abb. 1; die eine Be- legung wird über eine Neongas-Leuchtröhre an die Leitung gelegt, die andre an Erde. Wenn die Leitung unter Span- nung steht, tritt ein Verschiebungsstrom auf, der die Neon- röhre zum Leuchten bringt. Für je 5 kV ist ein Konden- sator erforderlich; bei höheren Spannungen werden die Kondensatoren hintereinander geschaltet, wodurch das Ge- rät, das für 5 kV 30 cm lang ist, jedesmal um rd. 7 cm ver- längert wird.

Beträgt die Betriebsspannung mehr als 30 kV, so er- gäbe das einen zu langen und unhandlichen Hochspannungs- anzeiger, wenn man viele Kondensatoren hintereinander schaltete. Deshalb benutzt man für diese hohen Spannungen (bis 60 kV) ein Gerät ohne Erdanschluß, weil bei mehr als 25 kV die Kapazität eines Metallzylinders gegen die Um- gebung genügt, um die Neonröhre zum Leuchten zu bringen. [M 839] Pa.

²⁾ Carlswerk-Rundschau Nr. 1 S. 23.

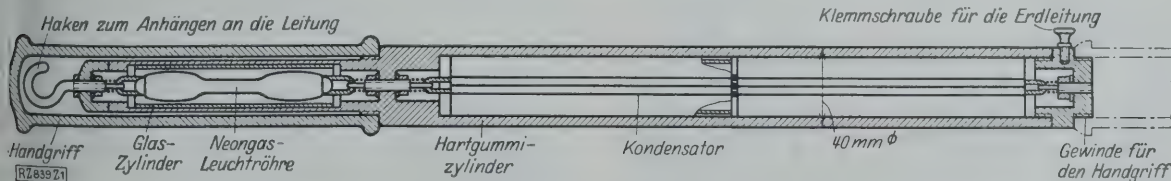


Abb. 1
Hochspannungsanzeiger, Bauart Felten & Guillaume, Carlswerk, A.-G.

Die elektrische Ausrüstung von Kraftfahrzeugen

Von Dr. Erich C. Rassbach, Direktor der Firma Robert Bosch A.-G., Stuttgart

(Schluß von S. 1709)

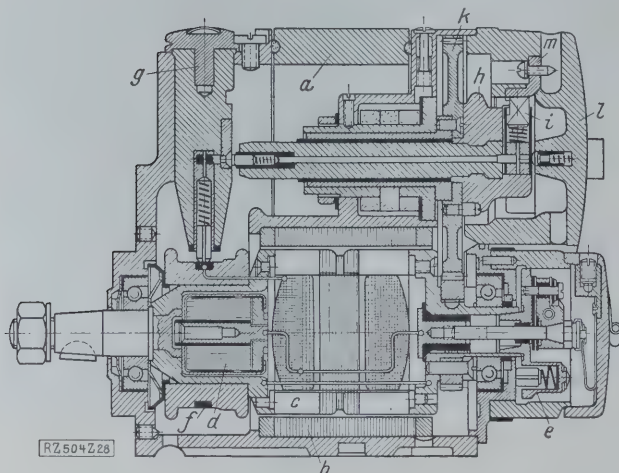


Abb. 27

Längsschnitt durch einen Magnetzünder

- | | | |
|--------------------|----------------------|--------------------|
| a Stahlmagnetbügel | e Unterbrecher | i Verteilerkohle |
| b Polring | f Schleifring | k Verteilerzahnrad |
| c Anker | g Stromabnehmer | l Verteilerscheibe |
| d Kondensator | h Verteilerlaufstück | m Verteilerkontakt |

Magnet- oder Batteriezündung

In Europa verwendete man bisher überwiegend Magnetzünder, während in den Vereinigten Staaten etwa 50 vH der Personenkraftwagen mit Batteriezündung versehen sind¹⁹⁾. Droschken, Lastwagen, Omnibusse und ähnliche Gebrauchsfahrzeuge werden dagegen noch überwiegend mit Magnetzündung versehen.

Der Magnetzünder, Abb. 27 bis 29, ist eine in sich geschlossene Maschine, die, vom Motor angetrieben, in ihrem Anker Niederspannungsstrom erzeugt; dieser wird durch Unterbrechung bei einer bestimmten Ankerstellung in einer auf dem Anker befindlichen Wicklung in hochgespannten Zündstrom verwandelt und an die Zündkerzen verteilt.

Die Batteriezündung, Abb. 30, besteht im Gegensatz zum Zündapparat aus Stromquelle, Zündverteiler mit Unterbrecher, Abb. 31 und 32, und Zündspule (Transformator), Abb. 33. Der über den Unter-

¹⁹⁾ Von den rd. 22 Mill. Wagen in Amerika sind etwa die Hälfte Fordwagen, die Schwungrad-Magnetzündung haben.

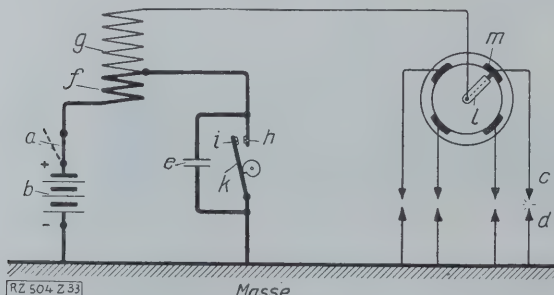


Abb. 30

Grundsätzliche Schaltung des Batteriezünders

- | | | |
|----------------------------------|--|--------------------------------|
| a Schalter | e Kondensator | i Kontakt am Unterbrecherhebel |
| b Batterie | f Primärwicklung | k Unterbrecherhebel |
| c isolierte Elektrode der Kerzen | g Sekundärwicklung | l Verteilerlaufstück |
| d Masse-Elektrode | h nachstellbarer Kontaktabbrecherhebel | m Verteilerkontakt |

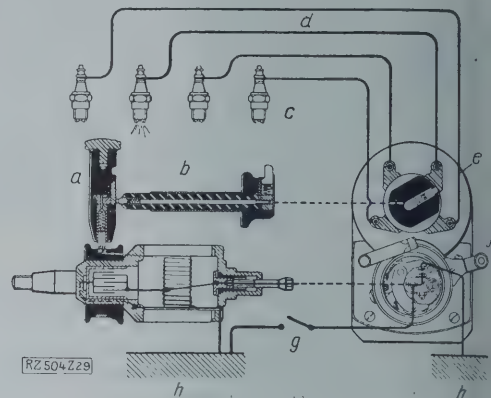


Abb. 28

Schaltbild eines Magnetzünders

- | | |
|----------------------|----------------------|
| a Stromabnehmer | e Verteilerscheibe |
| b Verteilerlaufstück | f Verstellhebel |
| c Zündkerzen | g Kurzschlußschalter |
| d Zündkabel | h Masse |

brecher zur Primärwicklung der Spule fließender wird einer besonderen Stromquelle entnommen; der kundärstrom der Spule (Zündstrom) wird durch Verteiler den Zündkerzen zugeführt.

Der Anker des Magnetzünders kann erst bei einer gewissen Drehzahl einen Funken liefern, der aber mit wachsender Drehzahl an Stärke zunimmt; die Schlagweite nimmt mit steigender Drehzahl nicht primär erzeugte Spannung zu. Im Gegensatz dazu erzeugt die Batteriezündung Funken bei den niedrigsten Drehzahlen den stärksten Funken, weil das magnetische Feld in der Transformatorspule genügend Zeit hat sich aufzubauen. Bei hohen Drehzahlen nehmen die Funkenstärke und Schlagweite ab und sinken schließlich auf null, wenn die Zeit zwischen zwei einzelnen Entladungen sehr klein wird.

Die Vergleichswerte der Abb. 34 und 35 dargestellt. Der Zündapparat gibt sich bei den Drehzahlen, die ohne die Vergasung notwendig sind, Schlagweiten bis zu 8 mm in freier Luft und behält

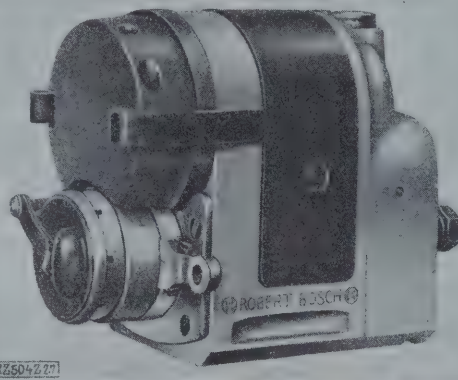


Abb. 29

Magnetzünder (von der Unterbrecherseite aus gesehen)

Schlagweiten bis zu 8 mm in freier Luft und behält

²⁰⁾ Für einen Zündapparat FU 4 von Robert Bosch A.-G. eine Zündspule mit Verteiler der Delco Remy Co., Dayton, Betriebspannung.

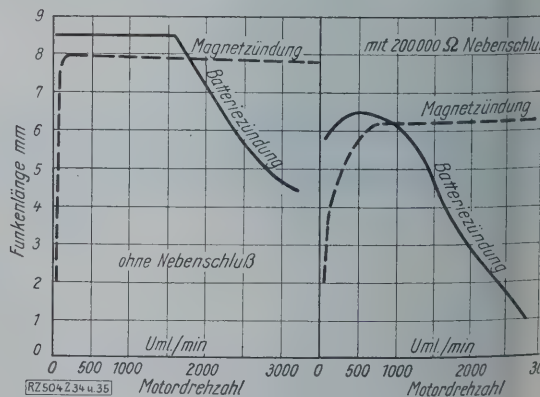


Abb. 34 und 35

Vergleich von Batterie- und Magnetzündung



Abb. 31
Seitenansicht eines Zündverteilers

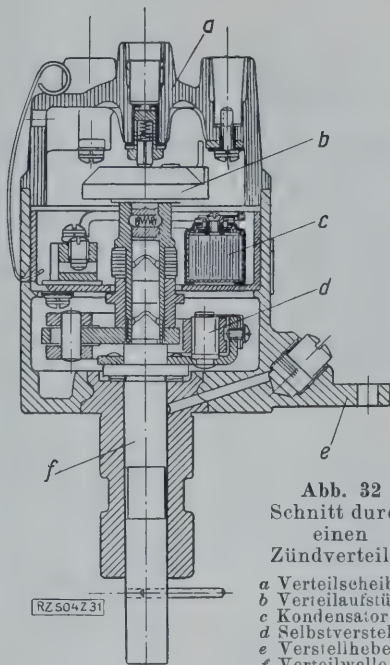


Abb. 32
Schnitt durch
einen
Zündverteiler

- a Verteilscheibe
b Verteilaufstück
c Kondensator
d Selbstversteller
e Verstellhebel
f Verteilwelle

Zu Abb. 33

- a Spule mit Kern
b Gehäuse mit Isolierkörper
c Vorschaltwiderstand (vor der Primärwicklung)



Abb. 33
Zündspule (auseinandergenommen)

schlagweite über den gesamten Drehzahlbereich. Bei der Zündspule, deren Schlagweite bei niedrigen Drehzahlen höher ist, nimmt dagegen die Funkenlänge schon bei höheren Drehzahlen stark ab und sinkt bei höheren Drehzahlen auf äußerst geringe Werte. Eine ausgesprochene Gelegenheit des Zündapparates besteht dort, wo die Kernverschmutzt sind, d. h. wo ein leitender Nebenschluß eigentlichen Funkenstrecke entsteht. Abb. 35 zeigt die Schaulinie für einen Nebenschluß von $200\,000\,\Omega$ entsprechend einer starken Verschmutzung der Kerze. Bei der Zündspule sinken hier die Spannungen an der Kerze damit die Funkenlängen sehr stark; für den Übergang des Funkens an den Elektroden an Stelle der Entladung den leitenden Nebenschluß ist aber gerade hohe Spannung und große Leistung erforderlich²¹⁾.

Der technische Vorzug der Batteriezündung ist der kräftige Funke bei niedriger Drehzahl und ihr großer Drehzahlbereich, ihre Nachteile sind die geringe Funkenlänge schon bei mittleren Drehzahlen und die Beschränkung in der Höchstdrehzahl. Ihr wirtschaftlicher Vorteil und damit der Grund für ihre Verbreitung ist der geringe Anschaffungspreis und in den geringen Kosten der Antriebsteile zu suchen. Über die Betriebserfahrung der beiden Verfahren gehen die Meinungen stark auseinander, aber es ist immerhin auffällig, daß in England nach anfänglichem Zunehmen der Batteriezündung jetzt der Magnetzünder das Feld wieder erobert und daß sich in Frankreich und Italien die Batteriezündung selbst in den billigen Wagen nicht durchsetzt.

Bei dem Vergleich zwischen Magnetzündung und Batteriezündung wird oft ein grundsätzlicher Fehler begangen: Batteriezündung bedarf einer fremden Stromquelle und ist demnach genau so zuverlässig oder unzuverlässig wie diese, d. h. die Batteriezündung darf nur im Zusammenhang mit der gesamten elektrischen Anlage des Wagens gewertet werden. Es besteht also ein grundsätzlicher Unterschied zwischen der Batteriezündung im Zusammenhang mit Stromregelung oder mit Spannungsregelung. Bei Stromregelung bedarf es einer gebrauchsfähigen Batterie, um die Stromlieferung überhaupt zu ermöglichen; die Zündung ist somit für ihren Betrieb von dem Zustand

der Batterie und der Leitungsteile abhängig, d. h. von dem schwächsten Teile der gesamten elektrischen Ausrüstung. Bei der Maschine mit Spannungsregelung besteht dagegen die Möglichkeit der Stromlieferung an die Zündspule vollkommen unabhängig von dem Zustand der Batterie. Es ist also ein Fehler, wenn man die Zündung mit Verteiler und Spule immer als Batteriezündung bezeichnet. Es wäre richtiger, bei einer Anlage mit Stromregelung die Bezeichnung „Batteriezündung“ beizubehalten, um die Abhängigkeit von der Batterie zum Ausdruck zu bringen, während bei der Anlage mit Spannungsregelung die Bezeichnung „Dynamozündung“ richtiger wäre. Den Nachteil der Abhängigkeit von einer zweiten Stromquelle hat aber selbst die Dynamozündung immer noch gegenüber dem Magnetzünder, und die Fertigstellung des Motors, vollkommen in sich geschlossen und von allen andern Teilen unabhängig, ist selbst bei der Dynamozündung kaum möglich. Es wird eine Frage des Verwendungszwecks des Wagens sein, welche Zündungsart den Vorzug verdient.

Zusammenfassung

Für die Wahl der Spannung, 6 V oder 12 V, sind die Anlaßverhältnisse ausschlaggebend. Bei kleineren und leicht gelagerten mittleren Motoren reichen 6 V aus, bei größeren Motoren, insbesondere bei hohem Verdichtungsdruck und ungünstigen klimatischen Verhältnissen verdient die 12 V-Anlage den Vorzug.

Die Dynamo mit Spannungsregelung weist gegenüber der mit Stromregelung so wesentliche Vorteile auf, daß sie selbst bei höheren Kosten vorzuziehen ist. Tatsächlich sind die Gesamtkosten der elektrischen Ausrüstung des Wagens bei Spannungsregelung nicht höher als bei Stromregelung. Bei der Wahl zwischen Batterie- oder Dynamozündung und Magnetzündung wird man der Magnetzündung den Vorzug da geben müssen, wo die Zuverlässigkeit des Fahrzeuges und ein höherer Drehzahlbereich des Motors von ausschlaggebender Bedeutung ist. Batterie- oder Dynamozündung ist zu wählen, wenn man in erster Linie auf die Kosten sieht. [B 504]

²¹⁾ Die Kurven bestätigen die alte Erfahrung, daß es mit einem Zündapparat meist gelingt, verschmutzte Kerzen im Motor sauber zu halten, bei Batteriezündung dagegen nicht.

R U N D S C H A U

Mathematik und Physik

Deutscher Physiker- und Mathematiker- tag in Kissingen 1927

Die von etwa 500 Teilnehmern besuchte Tagung war von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, der Deutschen Mathematischen Gesellschaft für Technische Physik, der Deutschen Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik und der Deutschen Mathematischen Gesellschaft gemeinsam veranstaltet, wobei über 100 Vorträge aus dem Bereich der reinen und angewandten Mathematik und Physik gehalten wurden.

Montag, den 19. September, fand in dem großen Saal des Kurhauses die Eröffnungssitzung statt. Popoff, Sofia, und Fokker, Delft, sprachen im Namen der ausländischen Gäste. Die darauf folgenden Vorträge behandelten vorwiegend das Gebiet der Atomphysik. Nachmittags wurden in der Sitzung „Schwingungstechnik“ der beiden vereinigten physikalischen Gesellschaften Probleme der drahtlosen Wellenphysik behandelt.

Lübcke, Berlin, berichtete über seine Versuche, einen Quecksilberdampf-Lichtbogen in Verstärkerröhren zu verwenden¹⁾. Die benutzten Röhren, in denen der Lichtbogen die Stelle der Glühkathode vertritt, zeichnen sich durch eine außerordentlich große Verstärkung aus. Durch Anwendung von fünf parallel geschalteten Steuereinsätzen, Gitter und Anode, konnte der Anodenstrom bis über 4 A gesteigert werden. Statz, Berlin, schilderte die Herstellung von Oxydkathoden.

Kohl, Erlangen, berichtete von seinen Versuchen mit sehr kurzen elektrischen Wellen. Er konnte reine Sinusschwingungen von 30 cm Länge ohne Oberwellen dadurch erzeugen, daß er den ganzen Schwingungskreis in die Vakuumröhre mit einschloß. Die benutzten Schwingungskreise hatten ferner die Eigenschaft, daß sie sowohl von dem Gitter wie auch von der Anode aus angeregt werden konnten. Romanoff, Moskau, sprach über die Streuung und Absorption kurzer Wellen von einigen Zentimetern bis 1½ m Länge.

Plendl, Berlin, berichtete über die Anwendung von kurzen Wellen im Verkehr mit Flugzeugen. Die Versuche wurden von Berlin und München aus mit 15 bis 30 m Wellenlänge durchgeführt. Die Versuchsflugzeuge flogen von dem Sender weg und hatten auf der ganzen Flugstrecke bis 800 km ununterbrochen guten Empfang, eine tote Zone konnte niemals beobachtet werden. Eine anfänglich hinderliche Störung durch die von der Zündung der Motoren ausgesandten Wellen ($\lambda = 25$ bis 40 m) konnte ausgeschaltet werden.

Am Dienstag vormittag lautete das Thema der Physikalischen Gesellschaften: „Angewandte Optik“. Weber, Charlottenburg, berichtete über die Ausmessung von Endmaßen in Lichtwellenlängen. Mit den für diese Zwecke besonders geeigneten Linien des Kryptonspektrums wurde nach einem Interferenzverfahren bereits ein Endmaß von 200 mm Länge bestimmt, das dann nach demselben Verfahren mit dem deutschen Urmeter verglichen werden soll²⁾.

Glaser, Würzburg, schilderte seine Beobachtungen an metallographischen Schliffen im Mikroskop mit starker Vergrößerung. Bei Anwendung von polarisiertem Licht verschwinden die Unterschiede zwischen Martensit, Troostit und ähnlichen Gefügearten. Das verschiedene Aussehen im Mikroskop bei gewöhnlichem Licht soll nur von der Art der Vorbehandlung, Ätzen, Schleifen usw., herrühren. Skaup, Berlin, betonte, daß zur Verbesserung der Leuchtkraft von Röhrenlicht, z. B. für Lichtreklame, die Röhren mit Kohlen säure, Stickstoff oder Neon gefüllt werden und den Elektroden Natriumazid beigelegt wird.

Am gleichen Vormittag waren die Physiker zu der Fachsitzung der Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik eingeladen. Prager, Darmstadt, erläuterte die Berechnung der Formänderung von Raumfachwerken mittels der Abbildung freier Vektoren durch gebundene. Pöschl, Prag, sprach über die Theorie des Druckver-

suchs für zylindrische Körper. v. Mises, Berlin, eine auf allgemein gültigen Ansätzen beruhende Ableitung der Prandtl'schen Grenzschichttheorie. Seine Entwicklung führt u. a. zu dem Satz, daß eine Grenzschicht immer vorhanden ist, wenn längs einer Stromlinie die Bernoulli-Gleichung nicht mehr gilt, und vereinfacht die Lösung vieler wichtiger hydrodynamischer Aufgaben.

Betz, Göttingen, berichtete über seine Versuche mit Propellern. Während das Problem des freitragenden Propellers einigermaßen gelöst ist, bereitet das Zusammenwirken von Schraube und Schiff, vor allem das Arbeiten der Schraube im Nachstrom, noch sehr große Schwierigkeiten. Die Ursache der äußerst lästigen Schiffsschwingungen, Doppelschraubenschiffen ist meistens das Durchschlagen der Schraubenflügel durch die an der Schiffswand mitgeführte Strömung. Durch Zurückversetzen der Schraube können Schwingungen oft beseitigt werden.

Große Beachtung fand die Vorführung eines „dynamischen Films“ durch Prandtl, Göttingen. Der Film gab in überraschend klarer Weise eine augenblickliche Bestätigung der Prandtl'schen Grenzschichttheorie. Eine auf dem Schleppwagen mitfahrende Kamera war in der Strömung um verschieden geformte Widerstandskörper herumgeführt worden, die in einem mit Wasser gefüllten Behälter geschleppt wurden, dessen Oberfläche mit einem feinen Iridium bestreut war. Man sah mit voller Deutlichkeit, wie sich die Ablösung eines Wirbels erst der Stillstand und dann die Rückströmen der Grenzschicht vorausging. U. a. auch der Strömungsvorgang an der Flettner-Walze sowie an mehreren Beispielen die Wirkung der Grenzschichtabsaugung. Besonders überraschend wirkte die auf diese Weise vollkommen wirbelfrei gemachte Strömung in der rasch sich erweiternden Düse.

Der Nachmittag war der Schwach- und Starkstromtechnik gewidmet. Vogel, Köln-Mülheim, berichtete über die zusammenfassende über die neuere Entwicklung der Hochspannungskabeltechnik. Meyer, Köln-Mülheim, sprach über neuere magnetische Eisen-Nickel-Legierungen, die für die Fernsprechtechnik verwendet werden. Diese Stoffe zeichnen sich besonders durch eine hohe Anfangspermeabilität und eine von der üblichen abweichende Form der Hysteresis aus. Schuchmann, Berlin, behandelte die Anwendung von Quecksilberdampf röhren als Schaltorgane, z. B. für die Fernregelung. An der Hand oszillographischer Aufnahmen zeigte er, daß die benutzten Röhren als masselose Leistungsausgezeichnete Dienste leisten.

Gyemant, Charlottenburg, verwendete für Hochspannungswiderstände von 10⁴ bis 10⁶ Megohm Äthylalkohol, Benzol, denen als Elektrolyt starke organische Säuren, Pikrinsäure, zugesetzt wird. Besonders bemerkenswert bei diesen Widerständen, daß bis zu einer Feldstärke von 34 kV/cm das Ohmsche Gesetz genau erfüllt ist, und sich eine negativen Temperaturbeiwert haben.

Am Mittwoch fanden geschäftliche Sitzungen statt, die sich in einen gemeinsamen Ausflug nach Brückenaue ausmündeten.

Am Donnerstag hielten die beiden physikalischen Gesellschaften gemeinsam mit der Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik eine Sitzung ab, in der zum Vortrage Sachse, Berlin-Dahlem, über Festigkeitseigenschaften von Metallkristallen sprach. Er behandelte unter Berücksichtigung mehrerer Gleitebenen eingehend den Gleitvorgang in regulären und hexagonalen Systemen und zeigte die dabei auftretenden Festigkeits- und Verformungskörper. Smek, Wien, berichtete über seine Theorie der Realkristalle, deren Nachweis durch Sichtbarmachen der Molekulargänge in verformten Steinsalkristallen. Seine Theorie der Lockerstellen verspricht u. a. eine wesentliche Förderung der Erforschung des elektrischen Durchschlages. Löttinger und Weinig, Berlin, sprachen über Theorie und Anwendung maschineller Vektorintegratoren, die eine zeichnerische Auswertung von Potentialströmungen um gegebene Umrisformen bei großer Zeitersparnis ermöglichen. Hört, Charlottenburg, beschrieb die Prüfung technischer Spannungsmesser für Brückenuntersuchungen, die auf ein Preisausschreiben der Reichsbahn hin eingerichtet worden waren. Erk, Charlottenburg, berichtete über die Untersuchung technischer Zähigkeitsmesser (nach Erfindung von Vogel-Ossag, Lawaczek, Michell) an der Physikalischen Reichsanstalt. Die Grundlagen für die Vergleichsprüfung bildeten Öle, deren Zähigkeit mit einem Absolutzähigkeitsmesser ermittelt wurde.

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1623.

²⁾ Die Generalkonferenz der Internationalen Meterkonvention in Paris, die im Oktober tagte, hat für Endmaße Lichtwellen als Längennormale festgesetzt, da mit dem Interferenzverfahren eine wesentlich größere Genauigkeit erzielt werden kann als mit den bisher üblichen Komparatoren. Für Strichmaße wurde jedoch das Meterprototyp beibehalten.

Der Donnerstagnachmittag und Freitagvormittag waren der Tagung der Atom- und Elektronenphysik gewidmet. Am Donnerstag sprach u. a. Gerlach, Grützmacher und Backhaus, Berlin, über einen selbsttätigen Schallmesser und seine Anwendung in der Seismologie.

Ein auffallender Eindruck der Tagung war, daß die theoretische Physik stark in den Hintergrund trat, wozu nicht der Umstand beitrug, daß viele Physiker an der Tagung in Italien teilnahmen. Ferner stammte ein bemerkenswert großer Teil der technisch-physikalischen Mitteilungen aus den Forschungsstätten verschiedener großer Industrieunternehmen. [N 963]

(Carlsberg)

S. Erk

Werkzeugmaschinen

Schnellaufende Bohrmaschine

Mit der zunehmenden Verwendung von Leichtmetall im Maschinenbau steigt das Bedürfnis nach Maschinen, die die für wirtschaftlichen Bearbeitungsgeschwindigkeiten aufweisen. Dieses Bedürfnis besteht besonders bei Bohrmaschinen für kleine Lochdurchmesser (d. h. für Löcher von etwa 5 mm), bei denen nur durch hohe Bohrerndrehzahlen mittlere Geschwindigkeiten erreicht werden können, die den Anforderungen an Drehen, Fräsen usw. gebräuchlichen Werten nahekommen. Bisher lag die bei den kleinen Bohrmaschinen meist erreichbare höchste Drehzahl bei etwa 2000 bis 3000 Uml./min. Für das Bohren von Aluminium, Messing, Kupfer, auch Holz und ähnlichen Stoffen ergeben diese Drehzahlen zu geringe Schnittgeschwindigkeiten. In den letzten Jahren ist man aus diesem Grunde dazu übergegangen, die Drehzahlen zu steigern, soweit es die Betriebssicherheit der Maschinen zuließ. Abb. 1 zeigt eine schnellaufende Bohrmaschine von Ludw. Loewe & Co., A.-G., für das Bohren von Löchern bis 5 mm Dmr. in Leichtmetall.

Die wichtigsten Teile einer schnellaufenden Bohrmaschine sind die Bohrspindel und ihre Lager. Die Bohrspindel ist bei dieser Maschine außergewöhnlich kurz; hierdurch sollen Formveränderungen verhindert werden, die durch elastischen Nachgeben, Stöße, unachtsamer Bedienung usw. entstehen und unruhigen Lauf zur Folge haben können. Die Unterbringung einer kurzen Spindel ist erreicht worden, daß an Stelle des bisher gebräuchlichen, vom Antrieb unabhängigen verschiebbaren Bohrers bei der neuen Maschine der ganze Bohrkopf mit der Bohrspindel, dem Bohrspindelträger, dem Antrieb, dem Vorschub- und dem Vorschubgetriebe eine geschlossene Einheit bildet. Dieser Bohrkopf kann zum Ausgleich der Höhenunterschiede der Werkstücke senkrecht verstellt werden. Wichtig ist, daß die Bohrspindel in ihrer ganzen Länge geteilt wird, gleichviel, ob sie sich in der höchsten oder in der tiefsten Stellung befindet. Der Kopf der Maschine ist durch die Antriebscheibe verdeckende Kappe geschlossen. Die Bohrspindel läuft in mehreren in der Bohrhülse untergebrachten Kugellagern. Außerdem wird sie in der für den Antrieb erforderlichen Stufenscheibe genau geführt, von der sie abgenommen und von ihren beiden Kugellagern mitgenommen. Die Bohrspindel hat drei verschiedene Drehzahlen, 1200, 1700 und 12000 Uml./min, die durch Auflegen des Riemen auf die zugehörige Stufe der Stufenscheiben ein-

- a Tisch
- b Motor
- c Fuß mit Schalter
- d Steekkontakt
- e Säule mit Zahnstange
- f Gefühlshebel für den Vorschub
- g Schutzkasten für den Stufenscheiben-Antrieb
- h Bohrfutter
- i Klemmschraube für die wagerechte Verschiebung des Motors zum Riemen spannen
- k Klemmvorrichtung für die senkrechte Verstellung des ganzen Kopfes

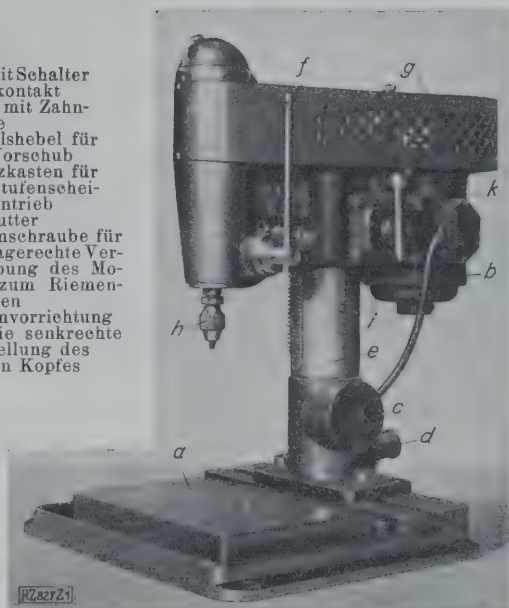


Abb. 1
Schnellaufende Bohrmaschine

gestellt werden können. Hieraus ergeben sich die in der Zahlentafel 1 angegebenen Umfangsgeschwindigkeiten bei den verschiedenen Bohrerndurchmessern.

Zur Aufnahme eines Futters ist das Spindelende mit einem Morsekegel Nr. 1 versehen. Außerdem befindet sich an ihm zum Halten der Spindel beim Bohrerwechsel ein durchbohrter Bund, in den ein Haltestift gesteckt werden soll. Für das Abdrücken des Bohrfutters vom Aufnahmekegel ist eine Abdrückmutter vorgesehen, Abb. 1. Das Futter hat 5 mm größten Spanndurchmesser. Die Ausladung der Maschine von Mitte Bohrspindel bis Mitte Säule beträgt 110 mm. Die Antriebscheibe zur Mitnahme der Bohrspindel besteht aus Leichtmetall und ist zur Vermeidung des Schlagens und unruhigen Laufens der Maschine sorgfältig ausgewuchtet. Die Scheibe ist so ausgebildet, daß zum Antrieb flache dünne Gurte verwendet werden, damit bei den hohen Geschwindigkeiten geringe Fliehkräfte auftreten und die Lager wenig beansprucht werden. Gekreuzte oder mehrfach über Leitrollen geführte Gurte haben sich für Getriebe mit hohen Drehzahlen nicht als vorteilhaft erwiesen. Als Bänder für den Antrieb benutzt man Seidenbänder, Darmbänder, endlos gewebte Riemen und z. T. auch dünne Gummibänder.

Zum Antrieb dient ein Elektromotor mit senkrechter Welle an der Rückseite der Maschine. Diese Lage des Motors hinter der Bohrspindel schafft die Möglichkeit, Stufenscheiben für mehrere Geschwindigkeiten unterzubringen. Der Motor ist an einem U-förmigen Schieber mit beiden Führungen wagerecht verschiebbar, damit man den Riemen nachspannen kann. Der Riementrieb ist mit einem Schutzkasten aus gelochtem Blech umgeben, der nach Entfernung weniger Kordelmutter rasch abgenommen werden kann.

Der Bohrkopf wird von einer Zahnstange an einer runden Säule getragen, auf der er mit leichter Spannung gleitet. Er ist durch ein Handrad an der linken Seite der Maschine senkrecht um 100 mm verschiebbar und kann durch eine Klemmvorrichtung festgestellt werden. Der größte Abstand von Oberkante Tisch bis Unterkante Bohrfutter beträgt 150 mm. Für den Vorschub dient ein Gefühlshebel mit Zahnrad und Zahnstange auf der rechten Seite der Maschine. Das Gewicht der Bohrspindel und der Bohrhülse wird durch eine einstellbare Blattfeder in einem geschlossenen Gehäuse ausgeglichen. Für die Einstellung der Bohrtiefe ist eine neue Anschlagvorrichtung vorgesehen, Abb. 2 u. 3. Auf dem Bolzen des Vorschubritzels ist ein Ring a mit einer Einkerbung angebracht, deren Umfang dem größten Vorschub der Bohrspindel entspricht. An dem Bohrkopf befindet sich ein Schnapper b, der in den Schlitz einfällt, sobald er davor steht. Hierdurch ist die weitere Bewegung des Gefühlshebels c behindert und die Tiefeneinstellung begrenzt. Der Ring läßt sich mittels einer gekordelten Schraube d für die gewünschte Bohrtiefe auf dem Bolzen feststellen.

Für die Schmierung der Lager sind kleine selbstschließende Öler vorgesehen. Für die Kugellager, die man

Zahlentafel 1

Anlage	Umdrehungen der Bohrspindel in 1 min	Umlaufgeschwindigkeit in m/min bei Bohrer-Dmr.				
		1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm
I	8 000	25	50	75	100	125
II	9 700	30	60	90	120	150
III	12 000	38	75	115	150	190

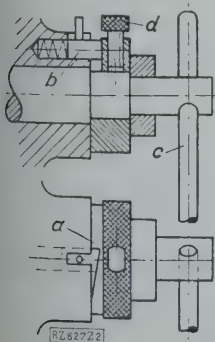


Abb. 2 und 3
Anschlagvorrichtung für die Einstellung der Bohrtiefe

- a Einstellbarer Ring mit Schlitz
- b Schnapper
- c Gefühlshebel
- d Stellschraube

nur selten zu schmieren braucht, sind diese Einfüllöffnungen vollkommen ausreichend.

Da meist Drehstrom zur Verfügung steht, wird der Antriebsmotor als Kurzschlußläufer ausgeführt; seine Drehzahl liegt bei 2800 bis 3000 Uml./min.

Zum Ein- und Ausschalten dient ein rechts am Fuß der Maschine eingelassener dreipoliger Schalter; auf der Rückseite befindet sich ein Stecker. Vom Schalter zum Motor wird der Strom durch ein Gummikabel geleitet.

Der Ständer der Bohrmaschine ist in einer T-Nute in der Längsrichtung des Tisches verschiebbar, damit man auch größere Stücke, bei denen die Löcher sich seitlich befinden, gut auf den Tisch auflegen kann. Außerdem kann man bei großen Tischen mehrere Bohrmaschinenoberteile nebeneinander verwenden und ihre Abstände beliebig einstellen. Alle Tische sind mit einer großen Kühlwasser-rinne versehen; der Kühlwasserablauf befindet sich an der linken Seite des Tisches. [M 827]

Berlin-Charlottenburg

B. Schmidt

Elektrotechnik

Elektrische Maschinen aus geschweißtem Walzeisen

Die AEG hat bereits eine große Anzahl von bisher aus Gußeisen oder Stahlguß ausgeführten Teilen elektrischer Maschinen aus gewalztem Flußstahl (Blechen, Flacheisen, Stangen und Formstäben) hergestellt¹⁾. Die Bestrebungen, das Gewicht des mechanischen Teiles elektrischer Maschinen durch grundsätzliche Änderung der üblichen Bauart zu verringern, sind an sich nicht neu. So versuchte O. Lasche vor mehr als 25 Jahren durch Versteifung der Gehäuse von Drehstrommaschinen mittels Spannstangen (Spannwerkkonstruktion) das Gehäusegewicht zu verringern; ferner veröffentlichte er den Entwurf eines nach Art eines Fahrrades hergestellten Polrades, bei dem die aus gezogenen Stangen bestehenden Speichen unmittelbar an dem aus einzelnen Blechen zusammengesetzten Jochringkörper angriffen²⁾. Auch durch die Patentschriften DRP Nr. 137 565 und 140 509 aus den Jahren 1902/1903 sind bereits Gehäusekonstruktionen aus Flußeisen bekanntgeworden, bei denen der Gehäusekörper durch Vernietung gewalzter Teile hergestellt wurde. Diese Konstruktionen wurden jedoch wieder aufgegeben, bis in neuerer Zeit die Verwendung des Schweißverfahrens mittels elektrischen Lichtbogens die Möglichkeit gab, Maschinenteile, die bisher aus Gußeisen oder Stahlguß hergestellt wurden, durch solche aus gewalztem Flußstahl wirtschaftlich zu ersetzen.

Abb. 4 zeigt einen Drehstrommotor von 1250 PS bei 600 Uml./min, bei dem das Gehäuse, die Schutzkappen mit den Anschlußstützen für die Luftführung und die Grundplatte, also Teile, die bisher nur in Gußeisen ausgeführt wurden, aus Walzeisen hergestellt sind. Das Gehäuse ist zweiteilig, die Füße sind an die untere Gehäusenhälfte angeschraubt, damit man sie bei Ausbesserungsarbeiten am unteren Teil der Wicklung entfernen und das Gehäuse aus der Grube herausdrehen kann.

In Abb. 5 ist ein Drehstromerzeuger für 1800 kVA mit senkrechter Welle dargestellt, der von einer Wasserturbine mit 214 Uml./min angetrieben wird. Das Gehäuse, das obere und untere Armkreuz sowie die Sohlplatten sind aus Flußstahl hergestellt.

¹⁾ Vergl.-hierzu auch Z. Bd. 71 (1927) S. 1073.

²⁾ Z. Bd. 45 (1901) S. 1020.

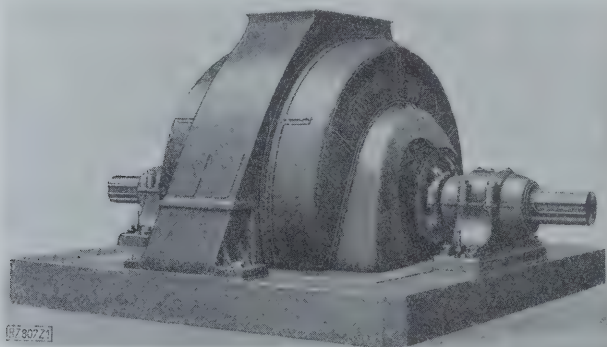


Abb. 4

Drehstrommotor, 1250 PS, 600 Uml./min.
Gehäuse, Schutzkappen und Grundplatte aus Walzeisen

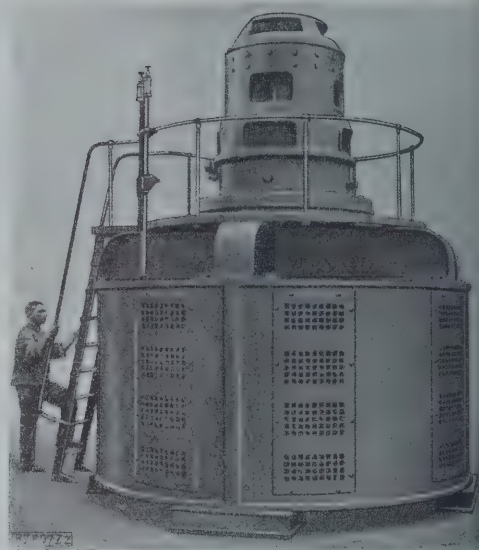


Abb. 5

Drehstromerzeuger mit senkrechter Welle,
1800 kVA, 214 Uml./min. Gehäuse, oberes und unteres,
Armkreuz und Sohlplatte aus Flußstahl

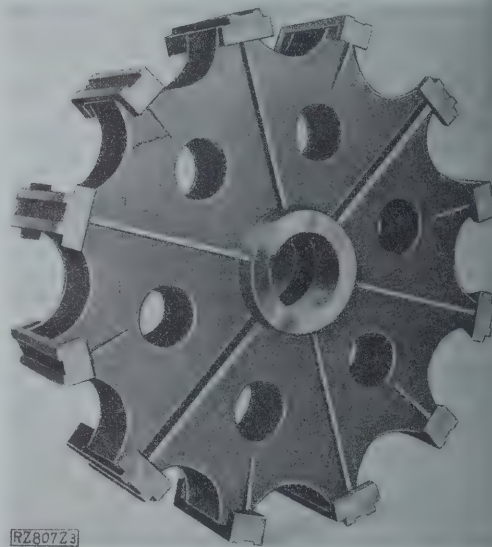


Abb. 6

Läuferkörper aus Walzeisen für einen Drehstrom-
motor von rd. 1400 PS bei 250 Uml./min

Die Festigkeit der Schweißnähte gestattet, auch laufende Teile aus Walzeisen herzustellen. Abb. 6 zeigt die Ausführung eines Läuferkörpers für einen Drehstrommotor von rd. 1400 PS bei 250 Uml./min³⁾. Der Läuferkörper besteht aus zwei durch Querrippen versteiften Scheiben, die mit der schmiedeeisernen Nabe verschweißt sind. Der Umfang ist genutete Quereisen angeschweißt, die zur Festigung des aus einzelnen Blechen zusammengesetzten Kranzes dienen. Auch hier sind die Ersparnisse an Gewicht und Herstellkosten gegenüber der gegossenen Ausführung erheblich. [M 807]

Berlin

Lewinn

³⁾ DRGM Nr. 989 153.

Berichtigung

Fortschritte im Bau von Gleiswiegenvorrichtungen

Zu dem Aufsatz in Z. Nr. 29 S. 1019 teilt uns Dr. Raudnitz, Darmstadt, mit: Die auf S. 1021 in Fußnote 2) erwähnte Patentanmeldung bestand bei Drlegung des Aufsatzes nicht mehr, an ihre Stelle war Schutz durch DRGM getreten. [N 102]

Gesundheitsingenieurwesen

Selbsttätige Feuerlöschrichtungen

abgeschlossene Räume, Abb. 7, deren Inhalt durch die Löschstoffe zerstört werden könnte, reichert man mit CO_2 -Gas an. Auf die Prüfwaage *a* für das Kohlensäuregewicht sind die Gasflaschen *b* aufgesetzt. Ein Metallstück *c* speist dauernd die Anreicherleitung *d*, die in Schmelzstopfen *e* endigt. Sobald ein solcher infolge Temperaturerhöhung ausfällt, öffnet eine Membran *f* die eigentliche Löschleitung *g*. Das Gas tritt an den Verteilerdüsen *h* gleichzeitig setzt ein Membrankontakt *i* eine Alarme in Tätigkeit.

Die Anordnung des selbsttätigen Stromerzeuger-Brandzuges ist die gleiche. Nach Abb. 8 löst die Schutzvorrichtung ein Differential- oder Erdschlußrelais *h* aus. Durch Bewegung des Magneten *e* wird das Pendelgewicht *g* entriegelt und öffnet beim Sinken das Löschventil *c*.

Bei einer andern Bauart ist der Stromerzeuger in der Gefahrenzone mit auf 100°C abgestimmten Ruhestrom-Schmelzen ausgerüstet. Sobald diese durchschmelzen, steuert der Elektromagnet durch Seilzüge die Ventile der CO_2 -Flaschen und schließt die den schädlichen Luftraum bedeckenden Branddrehklappen. Um das geruchlose CO_2 -Gas empfindbar zu machen, wird Äther zugesetzt.

Für nicht gasdichte Räume ist Wassersprinkler-Feuerlöschanlage vorteilhaft. Eine solche Anlage erfordert bis 10 vH der Gesamtbaukosten, wodurch die Verbreitung behindert wird. Bei Gegenständen, die nur zum Teil Sprinklerschutz bedürfen, müssen die geschützten und ungeschützten Teile nach besonderen Vorschriften getrennt werden.

Die Feuergefährlichkeit des Betriebes bestimmt die Ausdehnung des Brausenetzes. Die Wassersprinkleranlagen an der Decke hängend oder stehend verteilt werden. Sie können zwischen enggereihten, hohen Maschinen, wie in Stahlwerken, einbauen. Die Schmelztemperatur des Verblettes liegt gewöhnlich 50°C über der normalen Temperatur.

In 85 vH aller Brandfälle sprechen nicht mehr als zehn Personen an. Die Anlage braucht neben 20 bis 40 m^3 Behälterwasser in Hochbehältern oder Druckluftkesseln unerschöpfliche Dauerwasserlieferung aus Maschinenräumen oder öffentlicher Wasserleitung. In nicht frostfreien Räumen füllt man das Rohrnetz mit Druckluft. Diese entnimmt Bedarfsfälle für je 500 Brausen der Schnelllüfter, Abb. 9, durch ein Membranventil. Die Membran *a* hebt die Luftsäulen des Rohrnetzes *b* und des Windkessels *c*. Spricht eine Brause an, so schwingt die Membranventilkugel *f* gehoben und verlegt das Auslaßrohr *e*. Sobald Wasser nachschießt, wird die Membranventilkugel *f* gehoben und verlegt das Auslaßrohr.

Für Brennstoffbehälter kommen auch CO_2 -Schnee-Löschrichtungen in Frage. Zum Auslösen kann u. a. eine Seilzug-Reißleine dienen. Ferner läßt sich im oberen Behälterboden eine mit Tetrachlor-Kohlenstoff gefüllte Glasbombe den Flammen zum Bersten aussetzen. Bei selbsttätigem Schaumschutz zieht man zur Dauerwasserlieferung einen Schaumerzeuger nach Abb. 10 vor. Er kann bis zu $5\text{ m}^3/\text{min}$ Schaum von regelbarer Dichte

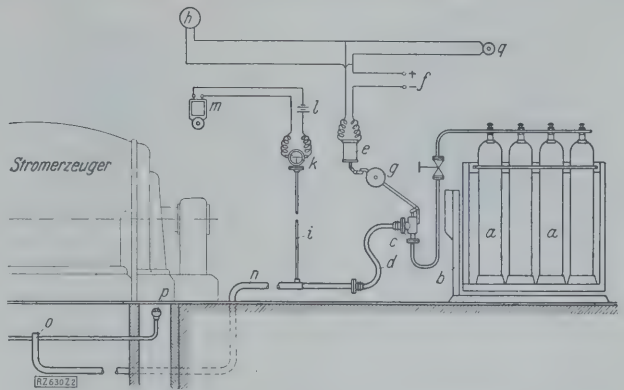


Abb. 8

Kohlendioxidgas-Feuerlöschanlage für Stromerzeuger

- a CO_2 -Stahlflaschen
- b Waage
- c Löschventil
- d Hochdruckschlauch
- e Magnet
- f Gleichstromnetz
- g Pendelgewicht
- h Erdschlußrelais
- i Anzapfleitung
- k Membrankontakt
- l Batterie
- m Alarmklingel
- n Löschleitung
- o Gabelstück
- p Verteilerdüse
- q Fernsteuerknopf

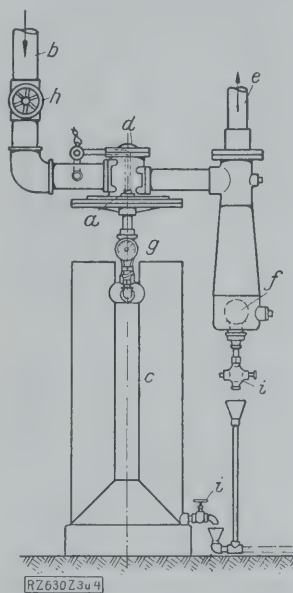


Abb. 9

Schnellentlüfter einer Wassersprinkler-Feuerlöschanlage für nicht frostfreie Räume

- a Membran
- b Rohrnetz
- c Windkessel
- d Lüfterventil
- e Auslaßrohr für Luft
- f Membranventilkugel
- g Kontrollmanometer
- h Hauptventil
- i Entwässerungshahn

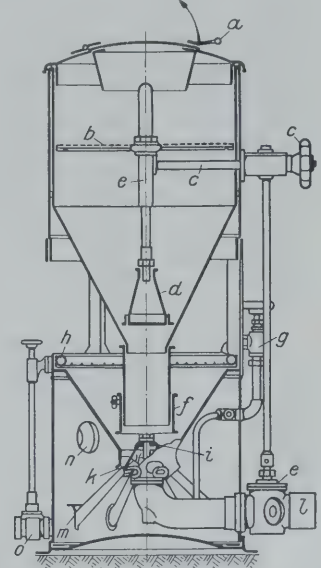


Abb. 10

Schaumerzeuger

- a Einschnittöffnung
- b Sieb
- c Reglergetriebe
- d Reglerglocke
- e Reglerhahn
- f Ausziehröhr
- g Spülwasserzuführung
- h Brausenringleitung
- i Strahlkopf
- k Mischraum
- l Betriebwasseranschluß
- m Rückschlagklappen
- n Schaumleitungsanschlüsse
- o Entwässerungshahn

Abb. 9 und 10
Selbsttätige Feuerlöschrichtungen

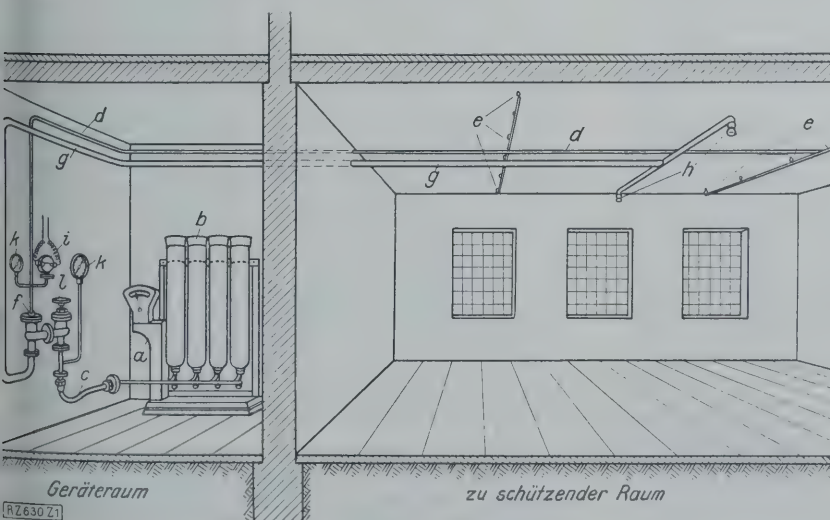
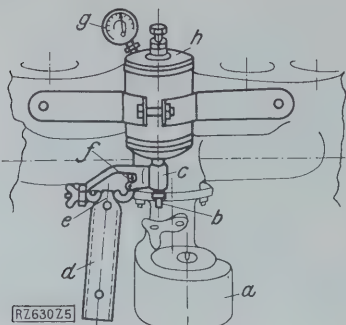
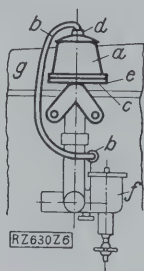


Abb. 7. Kohlendioxidgas-Feuerlöschanlage

- a Prüfwaage für das Kohlensäuregewicht
- b Gasflaschen
- c Membranschlauch
- d Anreicherleitung
- e Schmelzstopfen
- f Membran
- g Löschleitung
- h Verteilerdüsen
- i Membrankontakt
- k Druckkontrollmanometer
- l Hauptventil

Abb. 11
Tetra-Sprinkler

- a Vergaser
b Düse
c Ventilkopf
d Zelluloidstreifen
e Schmelzglied
f Düsenventil
g Kontrollmanometer
h Druckluft-Tetrakessel

Abb. 12
Löschpulverpistole

- a Löschpulverglocke
b Zündfühler
c Verschlußglasscheibe
d Sprengkörperreinsatz
e Überwurfmutter
f Vergaser
g Zylinderblock des Mo-

liefern. Das in Blechbüchsen aufbewahrte Schaum wird durch die Einschüttöffnung a in den Behälter g. Es fällt durch das Sieb b je nach Einstellung der R glöcke d über den Strahlkopf i. Hier spült es Wasser der Brausenringleitung h in den Mischraum k. Diesen durch den Betriebswasseranschluß l über den Reglerh und einen Rohrkrümmer das Wasser zugeleitet. Der Sch tritt aus den Rückschlagklappen m durch die Sch leitungsanschlüsse n aus.

Die Vergaser raschlaufender Verbrennungskraften schützt man durch Tetra-Sprinkler, Abb. 11. Dabei die Flamme einen Zelluloidstreifen d in Brand, der Schmelzglied e löst. Hierdurch wird die Düse mit Tetra-Druckluftkessel verbunden.

Nach Abb. 12 schleudert ein Sprengkörper eine pulverwolke über den brennenden Vergaser. Die Zünd vermittelt der Zündfühler b über ein Zündrohr. Neuer rüstet man auch Handfeuerlöcher mit Sprinklerversch aus. [M 630]

München

J. Braun

Kleine Mitteilungen

Dieselelektrische Eisenbahn-Triebwagen

Die kanadischen Bahnen haben mit Diesel-Triebwagen mit elektrischer Kraftübertragung so gute Erfahrungen gemacht, daß sie fünf weitere Triebwagen von je 300 PS Leistung in Betrieb genommen haben, die wie die früheren mit Dieselmotoren von Beardmore & Co. und mit elektrischer Einrichtung von Westinghouse versehen sind. Mehrere von den Triebwagen haben im Jahre 1926 über 160 000 km zurückgelegt, ohne daß eine vollständige Überholung notwendig geworden wäre. Die vorhandenen 9 Triebwagen sind im Mittel während des Betriebjahres täglich 375 km gefahren und haben für je 100 km rd. 68 l Brennstoff und 3,7 l Schmieröl verbraucht. Die Kosten an Betriebsstoffen haben 0,136 M/km , die gesamten Betriebskosten 0,76 M/km betragen. („Railway Age“ 24. September 1927 Teil 1 S. 578) [N 1022 a]

Hundertjahrfeier

Aus Anlaß des hundertjährigen Bestehens der Baltimore- und Ohio-Bahn fand vom 24. September bis 12. Oktober 1927 in Halethorp, Md., U. S. A., eine Ausstellung unter dem Namen „Die Schau des eisernen Pferdes“ statt. Sie beschränkte sich aber keineswegs auf die geschichtlichen Lokomotiven der Baltimore- und Ohio-Bahn, sondern gab ein allgemeines Bild aus der Lokomotivgeschichte der Vereinigten Staaten. Die Schau gliederte sich in zwei Abteilungen: die Ausstellung und die „Parade“. In der Ausstellung wurde ein allgemeiner Überblick über den Stand des Eisenbahn- und Verkehrswesens gegeben; die Parade aber bestand in einem historischen Festzug, der jeden Nachmittag um 2 Uhr an den Besuchern vorüberfuhr und neben den eigentlichen technischen Schaustücken noch Gruppen zeigte, die mit der Geschichte des Eisenbahn- und Verkehrswesens in irgendeinem Zusammenhang standen. („Railway Age“ 24. September 1927 S. 555*) [N 1022 b] Krs.

Kraftwasserstollen von 25,6 km Länge

Durch den höchsten Berg Großbritanniens, Ben Nevis, wird gegenwärtig ein 25,6 km langer unterirdischer Kanal gebohrt, der zur Versorgung einer Wasserkraftanlage dient und 4,8 m l. Dmr. hat. Um den Bau möglichst zu fördern, hat man bisher von der Seite her zwölf Zugangsstollen vorgegraben. Sobald die Stollen die Linie der Kanalführung erreicht haben, wird nach vor- und rückwärts der Hauptstollen ausgebohrt, so daß an 24 Stellen zugleich die Ausschachtung des Stollens beginnen kann. Am Eingang jedes der zwölf Zugangsstollen saugt ein elektrisch angetriebener Lüfter die schlechte Luft in besonderen Rohrleitungen ab, während die Außenluft ständig nachströmt. Insgesamt werden 8200 m³ Luft in 1 h abgesogen. („Engineering News Record“ 17. November 1927 S. 795.) [N 1022 c] Sd.

Betriebserfahrungen mit Kesselspeisewasser bei Höchstdruckanlagen

In einem Vortrag in der Sitzung des Instituts of Fuels in London machte einer der Direktoren des Lakeside-Kraftwerks in Milwaukee, J. Anderson, sehr beachtenswerte Mitteilungen über die bisherigen Betriebserfahrungen mit der neuen Höchstdruck-Dampfanlage von 92 at, die sich seit fast einem Jahr mit voller Leistung (rd. 50 kg/m²h Kesselbelastung) im Betriebe befindet¹⁾. Die Wirtschaftlichkeit des ganzen Kraftwerkes hat sich in dieser Zeit infolge der viel besseren Brennstoffausnutzung der Höchstdruckanlage um 4 vH verbessert.

¹⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 869.

Allerdings traten in den ersten Monaten nach Inbetriebnahme zahlreiche Schwierigkeiten auf, und zwar fast ausschließlich durch das Speisewasser. In der ersten Zeit dete sich sehr viel Kesselstein in den Wasserrohren, unzulässige Beanspruchungen einzelner Kesselteile in hoher Überhitzung zur Folge hatte. Als Ursache der Kesselsteinbildung wurden Undichtheiten im Kondensator festgestellt, durch die 2 vH Rohwasser in den Wasserkreislauf gelangten. Nach Beseitigung dieser Störungen stellte man verschiedenen Stellen der Kesselbleche Anfrassungen, die offenbar vom Sauerstoffgehalt herrührten. Das Wasser wurde nunmehr entgast, worauf man keine Anfrassungen mehr bemerkte. („The Engineer“ 25. November 1927 S. 1022 c)

Hochdruckdampf auf Schiffen

Nach den ersten Versuchen mit Hochdruckdampf dem englischen Dampfer „King George V“, deren Ergebnisse recht günstig waren²⁾, hat nun auch eine holländische Reederei, die Nederlandsche Stoomvaart Maatschappij, dem Dampfer „Borneo“ versuchsweise in die Dreifachexpansionsmaschine für 12 at neue Hochdruckzylinder eingebaut und die veralteten Kessel durch Armstrong-Hawthorn-Wasserrohrkessel ersetzt. Der Dampf wird mit rd. 35 $^{\circ}\text{C}$ erzeugt und auf 400 $^{\circ}\text{C}$ erhitzt; die Verbrennungsluft wird in Lufterhitzern auf 140 bis 160 $^{\circ}\text{C}$ vorgewärmt, wobei die Gase auf 240 $^{\circ}\text{C}$ abgekühlt werden.

Die bisherigen Betriebsergebnisse sind sehr günstig. Bei 6350 kcal/kg oberem Heizwert der Kohle erzielte bei einem Betriebsversuch 0,52 kg/kWh Kohlenverbrauch während unter gleichen Verhältnissen bei normalen Dampferkohlverbrauch im Mittel 0,67 kg/kWh beträgt. („The Engineer“ 25. November 1927 S. 686.) [N 1022 c]

²⁾ Z. Bd. 70 (1926) S. 1143 und Bd. 71 (1927) S. 410.

Der neue Schleppdampfer „Österreich“

Der neue Dampfer „Österreich“, der am 19. November in Dienst gestellt wurde, ist der stärkste Schleppdampfer auf der Donau. Er ist 71,80 m lang, 9 m breit im Hauptspant, 21,41 m über den Radkasten und hat eine Maschinanlage mit 2500 PS Höchstleistung. Vier Kessel von insgesamt 640 m² Heizfläche, mit Überhitzern von zusammen 200 m² Überhitzer-Heizfläche, mit Saugzuganlagen und den von den eigenen Werften besonders ausgebildeten Anlagen ausgerüstet, liefern bei Verwendung der aus Kohlengruben der Schifffahrtsgesellschaft stammenden Lebkirchner Kohle den Betriebsdampf. Auf dem Rost können unter Benützung von Saugzug 150 kg/m²h Kohlen verbrennt werden.

Die Zweizylinder-Kolbenmaschine gibt bei Vorwärtsfahrt Leistungen zwischen 1800 bis 2500 PS. Alle Ausrüstungs-Hilfsmaschinen, wie: Rudermaschinen, Ankerwinde, Schleppseil-Einholwinden, Lenz- und Füllschöpfpumpe werden mit Dampf betrieben, ein Bergungstanktor von 150 m³/h Leistung ermöglicht bei Beschädigung das rasche Abspülen der Leckräume. Durch acht Stutzen ist der Dampfer in neun wasserdichte Abteilungen unterteilt.

Trotz seiner hohen Maschinenleistung hat der Dampfer nur einen Tiefgang von 1,35 m, wobei er sämtliche Donau strecken befahren kann. Er vermag zwei Lastkähne mit 1200 t Ladung durch den Kanal im Eisernen Tor zu schleppen. [N 1022]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Die elektrische Widerstandschweißung und -erwärmung. Von J. Neumann. Berlin 1927, Julius Springer. 193 S. 250 Abb. Preis 17,50 M.

Die elektrische Widerstandschweißung ist im Schrifttum abgesehen von Fachzeitschriften und von bemerkenswerten Katalogen der Geräteindustrie, zumeist nur gelegentlich der Darstellung der elektrischen Lichtbogen-erwärmung behandelt worden. Es war sicherlich eine dankbare Aufgabe, für das Gebiet der Schweißtechnik, das sich dem vollkommensten aller Schweißverfahren aufbaut, ein Lehrbuch zu schaffen. Der Verfasser hat seinen Stoff in zweckmäßig gegliedert und fachkundig behandelt. Die Hauptabschnitte betreffen Begriffe und Bezeichnungen, die Eigenschaften der Elektrotechnik und der Erwärmungstechnik, die Eigenschaften der Werkstoffe, die metallurgischen Vorgänge beim Schweißen, die Gütewerte geschweißter Verbindungen und ihre Prüfung, die Bauart und Betriebsweise der Transformator- und Schweißmaschinen für Stumpfschweißen und Nahtschweißen und das Gerät für Erwärmungsschmelzen mit Beispielen der industriellen Anwendung.

Bei der Abfassung des Buches hat der Verfasser es für sich zum Zweck gemacht, verschiedene Abschnitte, wie die Festigkeitsprüfungen, Emaillierung geschweißter Rohre, Elektrotrennmaschinen aus Veröffentlichungen zu übernehmen. Die Darstellung verliert hierdurch an einheitlichem Gesamteindruck. Die Wiederholung der Begriffe und Bezeichnungen der Schweißtechnik im Abschnitt VI ist zu vermeiden. Ein Teil der Tabellen zur Bestimmung und der hittemännischen Ausführungen der Rohre sind für die Behandlung der Widerstandschweißung entbehrlich. An anderen Stellen wäre eingehendere anschaulichere Darstellung erwünscht. Zu den Abbildungen der Schweißmaschinen wird die eine oder andere Ergänzung im Wunsch haben, an Stelle einer älteren Bauart die neueste aufgenommen zu sehen. Die Abschnitte über die wirtschaftliche Widerstandschweißung, die von besonderer Bedeutung für den Praktiker sind, werden um so mehr Beachtung finden, wenn hier auch die außerordentlich hohe Arbeitsgeschwindigkeit und damit die Leistungsfähigkeit der elektrischen Widerstandschweißung im Vergleich zu andern Verfahren gebührend beleuchtet wird. Auch eigenartig der rein maschinellen Fertigung, die gestattet, in den Stufen des Herstellungsganges, als Vorbereitungsarbeit, die Quelle, Schweißtemperatur und Schweißdruck, Nachbehandlung genau zu beherrschen und damit Ausschubarbeit zu verhindern, wird als bedeutsames wirtschaftliches Moment und mehr gewertet werden, je mehr eine auf Untergrund der Praxis gestützte Darstellung diese betrieblichen Vorteile hervorhebt.

Anregungen und Wünsche der vorgebrachten Art können bei Herausgabe einer weiteren Auflage wohl leicht berücksichtigt werden. Für die Verbreitung des Buches wäre es wünschenswert, wenn der Verlag seinen ungewöhnlich hohen Preis etwas herabsetzen würde. [E 889] F. Höfner

Einführung in die theoretische Aerodynamik. Von C. Eberhard. München und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 138 S. 118 Abb. Preis 9,50 M.

Der Verfasser kommt mit seiner Einführung einem vielfach geäußerten Wunsch der Luftfahrtstudierenden nach, die verstreuten Arbeiten, die die Grundlage der Aerodynamik des Flugzeuges bilden, verständlich zusammenzufassen. Der Flugzeugingenieur muß mit den Zusammenhängen der aerodynamischen Aerodynamik vertraut sein, um zielsicher seine Entwürfe entwerfen zu können. Das Eberhard'sche Buch ist ihm eine gute Unterlage hierzu, da es dem Verfasser gelungen ist, das Buch auch mathematisch einfach zu halten. Ausgehend von der klassischen Hydrodynamik wendet der Verfasser den neueren Betrachtungen zu, die den Auftrieb und Widerstand theoretisch erklären. Die vielen Abbildungen, die Text und Rechnungen erläutern, tragen zum Verständnis bei. Das vorliegende Buch kann Ingenieuren der Praxis und den Studierenden bestens empfohlen werden. [E 910] Hoff

Baugenieur in der Praxis. Von Theodor Janssen. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 494 S. Preis 15,50 M.

Dem Buche „Technische Wirtschaftslehre“ des um die Einführung der Betriebswirtschaftslehre in das Studium der Bauingenieurwissenschaften sehr verdienten Verfassers ist in der vorliegenden zweiten Auflage des im Jahre 1913 ersten Auflage herausgegebenen Werkes „Der Bauingenieur in der Praxis“ gefolgt. Es wird von allen Fachgenossen, denen die wirtschaftliche Ausbildung der jungen Bauingenieure am Herzen liegt, gewiß ebenso freudig begrüßt werden wie das erstgenannte Buch. Die wesentliche Erweiterung des Inhaltes der neuen Auflage ist besonders den Kapiteln über die Wirtschafts- und Sozialpolitik sowie über die Kostenberechnungen und Bauausführung, die den seit 1913 erheblich veränderten Verhältnissen anzupassen waren, zugute gekommen. Sie bilden den zweiten, dritten und vierten Teil des Buches, während der erste Teil das Gebiet „Wirtschaftslehre“ umfaßt, die mit Rücksicht auf die ausführliche Sonderbehandlung in dem Buche „Technische Wirtschaftslehre“ entsprechend knapp gefaßt ist.

Zur Einführung in die Praxis sind die Ausführungen über Kostenberechnungen, insbesondere die Selbstkostenberechnung, besonders geeignet. Das Kapitel „Veranschlagung“ wird in willkommener Weise durch das Beispiel der Veranschlagung einer Nebenbahn ergänzt. Auch das Beispiel der Preisberechnung einer Eisenbeton-Bogenbrücke kleinerer Spannweite, das den Abschnitt Bauausführung abschließt, bietet eine lehrreiche Einführung in das Verfahren und den Gang von Preisberechnungen. In einem Anhang finden sich eine Reihe von Verordnungen, Bestimmungen, Verträge, z. B. arbeitsrechtlicher Art, die die Anlagen zu den sehr lesenswerten Kapiteln des Teiles „Soziallehre“ bilden. Das Buch wird nicht nur den im Vorwort ausgesprochenen Zweck, dem jungen Bauingenieur den Eintritt in die Praxis zu erleichtern, voll und ganz erfüllen, sondern kann auch dem in der Praxis stehenden Ingenieur eine Bereicherung seiner Kenntnisse bringen. [E 930] Bu.

Il cemento armato nelle costruzioni civili ed industriali. Von Luigi Santarella. 2. Aufl. Milano 1927, Ulrico Hoepli. 687 S. m. 522 Abb. Preis 75 Lire.

Der Eisenbetonbau spielt in Italien eine besonders wichtige Rolle, da dieses Land bekanntlich kein Eisen besitzt. Gleich nach dem Kriege begann hier ein mächtiger Aufschwung auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues, und der Wunsch nach einem entsprechenden Handbuch wurde immer fühlbarer. Das Buch von Prof. Santarella, das 1925 erschien, wurde daher lebhaft begrüßt, und daß es seinem Zwecke vollständig entsprach, beweist der Umstand, daß nach anderthalb Jahren bereits die zweite Auflage erscheinen konnte.

Das Buch ist in drei Teile eingeteilt. Der erste Teil behandelt die Eigenschaften der Baustoffe und die Herstellung des Betons. Der zweite Hauptteil beschäftigt sich mit der Statik des Eisenbetons. Diese beiden Teile bilden die Übersetzung der beiden Hälften der 5. Auflage des „Eisenbetonbaues“ von Mörsch. Die Übersetzung ist von dem Original etwas abweichend, es sind vor allem die Versuche weggelassen worden, und die Bemessungstabellen sind umgerechnet, entsprechend den italienischen Eisenbetonvorschriften ($n = 10$).

Der dritte Teil beschäftigt sich mit einigen Eisenbetonkonstruktionen, mit den Hauptkonstruktionselementen und mit ihrer statischen Berechnung. Behandelt werden die Gründungen, Decken, die Berechnung der Platten, die Hochbauten mit besonderer Berücksichtigung der erdbebensicheren Bauten und schließlich die Dachkonstruktionen. Auch dieser dritte Teil steht stark unter dem Einfluß des einschlägigen deutschen Schrifttums; das ist aber durchaus selbstverständlich, wenn man bedenkt, daß die Theorie (einschl. der Versuche) des Eisenbetons bis zur letzten Zeit fast ausschließlich deutsche Arbeit war und daß in keinem Lande das Schrifttum über Eisenbeton so hoch entwickelt ist wie bei uns.

Das Buch wird bei den italienischen Eisenbetonkonstrukteuren ebenso unentbehrlich sein wie das ihm zu Grunde liegende Werk bei uns. [E 911] Dr. Kelen.

Manual of the endurance of metals under repeated stress. By H. F. Moore. New York City 1927, Engineering Foundation. Engineering Societies Building. 63 S.

Die Engineering Foundation hat dieses kleine Buch herausgegeben, das die große Menge der Konstruktionsingenieure, Betriebsingenieure und Versuchsingenieure mit den Grundlagen unserer Kenntnisse von der Schwingungsfestigkeit der Werkstoffe bekannt machen soll. Die Herausgabe zeigt, welch großen Wert die Amerikaner darauf legen, daß jeder Ingenieur seine von früher überlieferten Kenntnisse über Festigkeitseigenschaften von Werkstoffen ergänzen soll durch Berücksichtigung der neuen Ergebnisse von Dauerversuchen.

Seit 1919 haben sich das National Research Council der Universität Illinois und die Engineering Foundation besonders bemüht, um die alte Frage, die statt „Ermüdung der Metalle“ richtiger „Fortschreiten des Dauerbruches“ heißen sollte, aufzuklären. Vor allem sollte doch jeder Ingenieur über den großen Einfluß von mikroskopisch kleinen Oberflächenbeschädigungen, Fehlstellen und scharfen Übergängen auf die Haltbarkeit eines Bauteils im Dauerbetrieb genau Bescheid wissen.

Die meisten Dauerprüfungen haben die Amerikaner auf der Biegungsschwingungsmaschine vorgenommen, bei der ein umlaufender Stab durch zwei symmetrische Kräfte von gleicher Größe beansprucht wird. Nach den Ergebnissen haben die Metalle eine ausgesprochene Beanspruchungsgrenze (Schwingungsfestigkeit), unterhalb deren ein Bauteil auch bei beliebig häufigem Wechsel der Last nicht bricht. In Übereinstimmung mit uns sind die Amerikaner zu dem Ergebnis gekommen, daß die minutliche Lastwechselzahl keinen Einfluß auf die Schwingungsfestigkeit hat.

Der große Einfluß der Querschnittabmessungen eines Probekörpers wird hervorgehoben. Man darf deshalb die Werte der Schwingungsfestigkeit, die durch Laboratoriumsversuche an kleinen Versuchstäben gewonnen worden sind, nicht ohne Berücksichtigung eines Sicherheitswertes auf die großen Stücke der Praxis übertragen.

Die Biegungsschwingungsfestigkeit wird für gewalzten Stahl zu 45 bis 55 vH der Bruchfestigkeit angegeben; für Stahlguß 40 vH, für Gußeisen 33 vH. Für Nichteisenmetalle geht das Verhältnis herunter bis auf 25 vH und weniger.

Den Schluß bilden Angaben über Entstehen und Aussehen von Dauerbrüchen und wie man sie vor dem völligen Durchbruch durch geeignete Untersuchungsmethoden erkennen kann.

Das Buch gibt einen guten Abriss über den Stand der Dauerversuchsfrage in Amerika und wird auch bei uns Interesse finden.

[E 668]

O. Föppl

Statistik für das Jahr 1926. Herausgeg. v. d. Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. Dortmund 1927, W. Crüwell. 577 S. Preis 45 *M* zuzügl. 1,50 *M* Versandkosten.

Das Buch bringt eine Zusammenstellung der in der Vereinigung zusammengeschlossenen Elektrizitätswerke, eingeteilt in Werke im deutschen Reichsgebiet und in außerdeutschen Staaten und den von Deutschland abgetrennten Gebieten. In den Verzeichnissen sind die Werke zunächst nach dem ABC, dann nach der Stromabgabe und schließlich nach der Betriebskraft geordnet. Ein besonderes Verzeichnis zeigt die Erzeugung, den Bezug und die Abgabe von Strom, die Größe der Versorgungsgebiete, die Anzahl der angeschlossenen Verbraucher usw. Diese Angaben sind dann ausgewertet nach Benutzungsdauer in Stunden, Höchstleistung in Hundertsteln des Anschlußwertes, Verlusten, Stromdichte in kW/km², Zahl der Verbraucher auf 1000 Einwohner, Verhältnis der angeschlossenen Haushaltungen zu den vorhandenen, dasselbe bei den Gewerbebetrieben und schließlich das Verhältnis der Stromeinnahmen zum Anlagekapital. Eine beigeheftete Karte zeigt die Grenzen der Bezirksverbände der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V.

Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, daß die Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. außer der vorliegenden wichtigen Statistik auch Karten der Elektrizitäts-

versorgung Deutschlands im Maßstab 1 : 300 000 1 : 600 000 herausgegeben hat, die in verbesserter Auflage erschienen sind. Sie geben zusammen mit der Statistik ein gutes Bild der deutschen Elektrizitätswirtschaft. [E 918]

Was müssen Käufer und Verkäufer elektrischer Arbeit der Phasenverschiebung und ihrer Bekämpfung wissen? Von Gustav W. Meyer: Bodenbach/E. und Schöna Meyer's Technischer Verlag. 182 S. m. 72 Abb. Preis 1,50 *M*.

In gemeinverständlicher Weise wird das Wesen der Phasenverschiebung beim Wechselstrom behandelt. Woher sie entsteht, welche wirtschaftlichen Gesichtspunkte werden hergehoben. So ist u. a. auch über die Einflüsse auf die Leistung der Phasenverschiebung und der Strompreise, Messung und Verrechnung von Blindarbeit gesprochen. Hand von Beispielen aus der Praxis sind gute Erläuterungen gegeben.

Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit, RKW-Veröffentlichungen Nr. 5: Zweckmäßige Verpackung aus Holz. Zusammengestellt vom Ausschuß für Verpackungswesen beim AWF. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 44 S. Preis 1,50 *M*.

Die vorliegende kleine Druckschrift, die auf Grund amerikanischer Untersuchungen zusammengestellt ist, dient dem Zweck, allen deutschen am Verpackungswesen beteiligten Stellen Anregungen zu gedeihlicher Zusammenarbeit zu geben.

Gemeinfällige Darstellung der gesamten Schweißtechnik. Von P. Bardtke. Berlin 1927, VDI-Verlag. 274 S. 250 Abb. Preis 12,50 *M*; für VDI-Mitglieder 11,25 *M*.

Technologie der Textilfasern. 2. Bd. 2. T.: Die Weberei. Von A. Lüdike. Die Maschinen zur Band- und Weberei. Von K. Fiedler. Die Bindungstechnik. Von Johann Gorkke. Berlin 1927, Julius Springer. 854 S. Preis 36 *M*.

Neuere Methoden zur Statik der Rahmentragwerke. A. Straßner. 3. Aufl. 2. Bd.: Der Bogen und die Brückengewölbe. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 171 S. m. 102 Abb. Preis 13,50 *M*.

Festigkeitslehre für Ingenieure. Von H. Winkel. 2. Aufl. u. erg. von K. Lachmann. Berlin 1927, Julius Springer. 494 S. m. 363 Abb. Preis 26 *M*.

Selbstkostenberechnung und moderne Organisation von Maschinenfabriken. Von Herbert W. Hall. 3. Aufl. Berlin und Berlin 1927, R. Oldenbourg. 66 S. m. 18 Abb. Preis 5,20 *M*.

Die Treidel-Schwebebahnen. Von Arthur H. Müller. Berlin 1927, Boysen & Maasch. 63 S. m. 24 Abb. Preis 7 *M*.

Der deutsche Stahltrust. Von Paul Ufermann. Berlin 1927, Verlagsgesellschaft des Allgemeinen Deutschen Gewerkschaftsbundes. 204 S. Preis 7 *M*.

Schaffende Arbeit und bildende Kunst vom Mittelalter zur Gegenwart. Von Paul Brandt. Leipzig 1927, Alfred Kröner. 348 S. m. 442 Abb. Preis 18 *M*.

Güter-Kursbuch der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Ausgabe vom 2. Oktober 1927. Berlin 1927, Verlag der Reichsbahn. 740 S. Preis 3 *M*.

Lebensbilder führender österreichischer Polytechniker. Wilhelm Exner. Wien 1927, Julius Springer. 56 S. m. 7 Bildnissen. Preis 2,70 *M*.

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

	Seite
Das zehnte internationale Seeflugzeugrennen um die Schneider-Trophäe in Venedig. Von F. Goßlau (hierzu Textblatt 23 bis 26)	1733
Zahnradgetriebe für Diesellokomotiven	1742
Die Ausstellung der Deutschen Landwirtschaft-Gesellschaft in Dortmund 1927. Von Vormfelde (Schluß)	1743
Abnahmeversuche an Turbokompressoren	1747
Großflächen-Holzschleifer. Von F. Hoyer	1748
Die Pendelseilbahn als flächenbestreichendes Fördermittel. Von G. W. Heinold	1751
Die neue Kokslöschanlage im Gaswerk Leipzig-Connewitz	1755
Hochspannungsanzeiger	1755
Die elektrische Ausrüstung von Kraftfahrzeugen. Von E. C. Rassbach (Schluß)	1756
Rundschau: Deutscher Physiker- und Mathematikertag in Kissingen 1927 — Schnellaufende Bohrmaschine	

— Elektrische Maschinen aus geschweißtem Walzeisen — Berichtigung: Fortschritte im Bau von Gleiswiegenvorrichtungen — Selbsttätige Feuerlöscheinrichtungen — Kleine Mitteilungen . . .

Bücherschau: Elektrische Widerstandschweißung und -erwärmung. Von A. J. Neumann — Einführung in die theoretische Aerodynamik. Von C. Eberhardt — Der Bauingenieur in der Praxis. Von Th. Janssen — Il cemento armato nelle costruzioni civili ed industriali. Von L. Santarella — Manual of the endurance of metals under repeated stress. Von H. F. Moore — Statistik für das Jahr 1926 — Was müssen Käufer und Verkäufer elektrischer Arbeit von der Phasenverschiebung und ihrer Bekämpfung wissen? Von G. W. Meyer — Zweckmäßige Verpackung aus Holz — Eingänge

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: C. MATSCHOSS



71

SONNABEND, 17. DEZEMBER 1927

Nr. 51

Eindrücke von meiner ersten Amerikareise

Von Dr.-Ing. I. Lauster, Augsburg, Direktor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg

Die Eindrücke beim Besuch von 23 amerikanischen Fabriken werden geschildert. Sie beziehen sich auf Konstruktion, Fertigung, Betriebsorganisation, persönliche Verhältnisse von Arbeitgebern und Arbeitnehmern. Besonderes Augenmerk wird dem Gebiete der Dieselmotoren gewidmet. Beachtenswertes und Ausnutzbares für deutsche Verhältnisse.

Allgemeines

In ganzen habe ich 23 Fabriken besucht, darunter sind vier Firmen für reine Massenherstellung von Kraftwagenmotoren und neunzehn für solche Fertigung, wozu zwar das Grundsätzliche der Massenfertigung weitgehend verwendet, aber infolge der Art der Erzeugnisse des Absatzes nicht in der vollendeten Weise wie die genannten anderen vier Firmen durchführen kann.

Leider war zur Zeit meines Besuches ein Rückgang Beschäftigungsgrades eingetreten, so daß die meisten Fabriken nur zu etwa 60 bis 80 vH beschäftigt waren. Dennoch war der allgemeine Eindruck sehr gut. Musterhafte Ordnung und strenge Zucht sind überall mehr oder weniger aufgefallen.

In allen Werken tritt der tief eingedrungene Geist der Massenfertigung hervor, der den höchsten Vollgrad in den Kraftwagenfabriken erreicht. Ford hat hier Pionierarbeit geleistet.

Ein ganzer Wald von Werkzeugmaschinen einfacher und verwickelter Bauart beherrscht das Bild einer solchen Massenfabrikations-Werkstätte im ersten Gesamteindruck; die ganze Fabrik ist Automatenwerkstätte geworden. Diese Art der Herstellung stellt an die Geschicklichkeit der Arbeiter keine besonderen Anforderungen; alles Nötige besorgt die Maschine. Selbst das Einsetzen und Abnehmen der einzelnen Maschinenteile wird schließlich durch die besondere Einrichtung und die Übung des Arbeiters so sorgfältig und zweckentsprechend durchgeführt, daß volle Gewähr für die richtige Ausführung gegeben scheint. Allen Einflüssen wird möglichst Rechnung getragen, damit die Festigkeit und die sonstigen Eigenschaften des Werkstoffes nicht leiden.

Der überraschende Erfolg von Ford hat naturgemäß die Konkurrenz geächtet, die mit mehr oder weniger ähnlichen Arbeitsverfahren und doch mit Steigerung der Effizienz und Schönheit der Formgebung die Erfolge von Ford schmälert. Allgemein habe ich durch diese Besichtigung feststellen können, daß die Automatenherstellung einen so hohen Grad von Qualität und Sicherheit gibt, wie ich ihn mir vormals nicht vorgestellt hatte.

Auch alle anderen Fabriken, bis hinauf zu den Firmen, die die größten Maschinenteile herstellen, wie die Westinghouse Electric Co. und die General Electric Co., stehen unter der Befruchtung der genannten Herstellungsverfahren. Wenn auch die Ungleichheit der verschiedenen Größen und der verschiedenartigen Typen-Ausführungen zunächst die Anwendung der Massenfabrikationsverfahren zu hindern scheint, so hat sich doch auch hier eine recht wohlentwickelte Fabrikation herausgebildet, die genau so auf den Cent Arbeitslohn zu sparen wie Ford. Schon die Anordnung der Arbeitsmaschinen und der sonstigen Einrichtungen läßt darauf schließen, daß die Erfahrung auf Erfahrung aufgebaut ist, um alle unnötigen Transporte wie überhaupt alle unproduktiven

Arbeiten zu sparen. Es ist klar, daß das Erzeugnis um so billiger werden muß, je weniger unproduktive Löhne aufzuwenden sind, und es ist der Mühe wert, hierauf besonderes und dauerndes Augenmerk auch bei uns zu richten. Nicht nur das Positive: die Abkürzung der reinen Herstellzeiten ist wichtig; ebenso sehr, fast noch mehr, ist es das Negative: die Ausschaltung des Unproduktiven.

Die beiden genannten Firmen, Westinghouse und General Electric Co., die wohl die größten ihrer Art in Amerika sind, haben große Hallen, die General Electric Co. solche von 200 bis 300 m Länge, die von Kranen bis zu 100 t Tragfähigkeit beherrscht werden und äußerst eindrucksvoll wirken. Dazu kommen die ausgezeichneten Werkzeugmaschinen. Kaum eine große Drehbank, Karussellbank, Hobelmaschine oder Fräsmaschine ist zu sehen, die nicht mit mindestens zwei und mit bis zu sechs Stählen gleichzeitig arbeitet. Dampfturbinen werden in beiden Fabriken in verschiedenen großen Bauarten reihenweise hergestellt. Unwillkürlich drängt sich einem das Gefühl der Betriebsicherheit dieser Maschinen auf, wenn man sieht, wie einfach und genau die vielen Einzelteile dazu hergestellt werden. Die Turbinenschaufeln werden bei der General Electric Co. aus dem Vollen gefräst, ausgenommen die großen Niederdruckschaufeln, die man walzt oder zieht. Das Einsetzen der Schaufeln in die Scheibe wird mit einfachen Mitteln auf das genaueste durchgeführt. Es ist eine wahre Freude, hier zu sehen, mit welcher geringer Anstrengung und wie ohne Künsteleien der amerikanische Arbeiter diese schwierigen Aufgaben durchführt. Bei Westinghouse werden sämtliche Schaufeln gewalzt oder gezogen. In beiden Werken werden die fertigen Dampfturbinen vor Versand mit mehr oder weniger Belastung, je nach Größe der Turbine, ausgeprobt.

Mit wenigen Ausnahmen sind, wie schon erwähnt, alle Firmen möglichst auf Sonderfertigung eingestellt. Es war ohne weiteres festzustellen, daß gerade diese Betriebe einen viel lebendigeren Eindruck machen gegenüber denjenigen Betrieben, in denen die Spezialisierung noch nicht so weit gediehen ist, wo also im gewissen Sinne noch eine Zersplitterung der Kräfte vorhanden ist.

Konstruktion, Fertigung und Versuche

Für die Konstruktion und die Herstellung der Erzeugnisse ist oberster Grundsatz: Betriebsicherheit. Damit im Zusammenhang steht die Einfachheit der Gestaltung und der Bedienung bei geringen Herstellkosten, und erst in dritter Linie kommt die Wirtschaftlichkeit der erzeugten Maschinen. Des weiteren soll nach Möglichkeit so konstruiert und ausgeführt werden, daß keine falsche Bedienung denkbar ist und daß kein nennenswerter Schaden entstehen kann, wenn sie dennoch erfolgt. Unsere Konstruktionen sind dem Amerikaner zu verwickelt, zu wissenschaftlich und vielfach zu schwierig in der Herstellung. Deshalb konstruiert er um, wobei ihm wiederum seine praktische Veranlagung sehr zustatten kommt.

Diese amerikanischen Kennzeichen der Konstruktion gelten nicht allein für die Dampfturbinen, die ich bei der General Electric Co. und bei Westinghouse gesehen habe, sie gelten auch in gleicher Weise für den Dieselmotor, wie ich später feststellen konnte. Die Einzelteile sind so geformt, daß sie in einfachster Weise ohne Anwendung von Künsteleien oder sonstigen Spitzfindigkeiten laufend fabriziert werden können. Schwer herzustellende Gußstücke stören die laufende Fabrikation besonders deshalb, weil Vorräte in Halbfabrikaten nicht üblich sind. Die Teile aus den Vorbereitungswerkstätten werden sofort in die Bearbeitung gegeben.

Auf die Behandlung vorgenannter Fragen nimmt auch die Werkstätte im vorhinein besonderen Einfluß im Zusammenwirken mit dem Konstrukteur, wodurch naturgemäß der Konstrukteur selbst wieder seine Gedanken denjenigen der Werkstätte entsprechend einstellt. Die Werkstätte gibt sich nicht zufrieden mit der nächstbesten Konstruktion; sie nimmt sie erst dann in die laufende Fabrikation, wenn sie auch die Verantwortung dafür übernehmen kann. Gerade zugunsten des Fortschrittes von der verwickelten zur einfachen Bauart sollte in Deutschland zusammen mit den Werkstätten gleich im vorhinein viel mehr Aufwand an Zeit und Geist getrieben werden.

Das wissenschaftliche Konstruieren liegt dem Amerikaner weniger; trotzdem werden seine Erzeugnisse allmählich hochwertig, weil sie im Lauf ihrer Entwicklung nach und nach Verbesserungen erhalten, die auf den fortlaufenden Erfahrungen aufgebaut sind. Diese Art der Amerikanisierung ist eine ganz natürliche Folge der laufenden Fabrikation ein und desselben Gegenstandes und bildet im hohen Grad einen gewissen Ausgleich der fehlenden wissenschaftlichen Grundlage.

Solche amerikanisierten hochwertigen Erzeugnisse sind in erster Linie die weltberühmten Werkzeugmaschinen; später kommen andre Gegenstände mit mehr oder weniger Vollkommenheit in der Ausführung und im Aufbau, wie Kraftwagen, Dampfturbinen, Gasmaschinen und Dieselmotoren.

Die Vorteile der Stetigkeit in der laufenden Fabrikation werden in Deutschland noch viel zu viel unterschätzt. Die wesentliche Verbilligung und der vereinfachte Betrieb würden angenehme Überraschungen ergeben, wenn man nur einmal ernstlich den Anfang machen wollte. Tatsächlich sind in Amerika viel weniger Beamte und Hilfskräfte zu sehen als bei uns. Schon die verhältnismäßig kleinen Verwaltungsgebäude lassen auf diese Tatsache schließen.

Demgegenüber ist die Werkstoffausrüstung mit ihren besonders hochentwickelten Werkzeugmaschinen, in deren Aufbau und Anordnung Erfahrung auf Erfahrung gehäuft ist, geeignet für Höchstleistungen in der Fabrikation, wie sie in Deutschland noch nicht üblich sind. Die Entwicklung der Werkzeug- und Werkzeugmaschinen-Ausrüstung zur Herstellung von Kraftmaschinen ist unverkennbar mehr fortgeschritten als die der Kraftmaschinen selbst.

Chemische Laboratorien sind bei allen großen Firmen der Gießerei behufs Feststellung von laufenden Analysen und Untersuchungen der Probestücke angegliedert. Auf tieferegehende wissenschaftliche Arbeiten, wie Vorausberechnung der Abmessungen und Bestimmung von kritischen Drehzahlen, bin ich nur vereinzelt gestoßen, und dies war nur der Fall unter Mitwirkung von Ausländern. An Versuchen wissenschaftlicher Art nimmt der Amerikaner weniger Anteil, abgesehen von der großen Elektrizitätsindustrie, die auf diesem Gebiete namhafte wissenschaftliche Grundlagen geschaffen hat.

Organisation

Der Werkstoffenvorsteher und der Verkäufer sind diejenigen verantwortlichen Personen, die dem Leiter zunächst zur Seite stehen. Das Konstruktionsbureau ist nicht mit den bei uns üblichen Vollmachten ausgestattet. Alle technischen Entscheidungen unterliegen mit dem Werkstoffenvorsteher, der die ganze Verantwortung für richtige und rechtzeitige Lieferung trägt, während die Sorge und Verantwortung für den Absatz dem Verkaufsleiter

zufällt. Der Werkstoffenvorsteher beeinflusst die Konstruktion und ihre Einzelheiten in bezug auf Form und Bearbeitung der Teile. Dadurch kommt gegenüber unseren Verhältnissen der Einfluß der Werkstätte noch mehr in den Vordergrund. Diese Einteilung, besonders für diejenigen Werke, die Massenfabrikation treiben, ohne weiteres als die natürliche und vernünftige erscheint, ist auch auf alle andern Werke übertragen.

Da auf allen Gebieten des Maschinenbaues, natürlich bei Dampfturbinen und Dieselmotoren, der Wettbewerb schärfste Formen angenommen hat, spielen Unterscheidungen in Konstruktion und Herstellung einzelnen Bauarten für den Verkäufer bei der Bestellung des Käufers die größte Rolle. Ein erfolgreicher Verkäufer muß also alle Einzelheiten der Konstruktion seiner eigenen Firma und jener der anderen Firmen kennen. Er kennt am besten die Einstellung der Kundschaft und nimmt demgemäß maßgebenden Einfluß auf die Konstruktion und auf die Herstellung im Unternehmen mit dem Werkstoffenvorsteher, der seine Beziehungen wieder mit dem Konstruktionsbureau in Verbindung setzt. Diese Art der gegenseitigen Verständigung der Ausführungszeichnung einen besonders hohen Stellenwert. Bei Fehlern ist die Werkleitung in erster Linie verantwortlich und die Organisation ergibt zwangsläufig die gut bewährte „Ziehen an einem Strang“. Gefördert wird dieses Zusammenwirken dadurch, daß die einzelnen Arbeiter und praktisch veranlagten Arbeiter mehr als bei uns schöpferisch mitwirken und Verbesserungsvorschläge machen.

Das Verhältnis der Werkleitung zu den Beamten und Arbeitern ist durch die in Amerika überall geübte werktätige Zusammenarbeit gekennzeichnet. Jeder trägt in dem Aufblühen und in der gedeihlichen Entwicklung des Werkes seinen eigenen Vorteil und seinen wärtskommen.

Vorgesetzte und Untergebene stehen einander trotz strengen Disziplin als freie Menschen gegenüber, die gegenseitig achten. Es wird im Verkehr und in der Handlung kein nennenswerter Unterschied gemacht zwischen solchen, die hochwertig, und solchen, die geringe Arbeit leisten; jeder wird als schaffendes, das Ganze förderndes Glied betrachtet und fühlt sich auch demgegenüber. Dem Vorgesetzten wird das Vertrauen entgegengebracht, daß er gerecht gegen seine Leute ist.

Vor allen Personen, die infolge ihrer Leistungen wärtskommen, hat man Hochachtung, während in Deutschland vielfach umgekehrt ist. Hier wird in der Regel der fleißige Arbeiter von seinen Kollegen weniger angesehen; in Amerika ist das gerade umgekehrt. Ein fauler Arbeiter wird entsprechend behandelt, weil er das Vorwärtkommen der Fabrik schädigt und hemmt.

Auffallend ist, daß unter den Arbeitern und unter den Beamten nur selten ältere Leute tätig sind. Vorherrschend ist in den meisten Werken jüngere, mutige Tatkraft. Wenn ein Arbeiter seinen Posten nicht ausfüllt, wird zurückversetzt und ein besser geeignete Kräfte ersetzt.

Die Arbeitszeit ist verschieden. Sie beträgt in den Werkstätten 54 bis herab auf 48 h in einer Woche. Grundsätzlich ist der Samstagnachmittag freigegeben. Bei der Westinghouse Electric Co. in Chester bei Philadelphia ist seit acht Jahren die gesamte Arbeitszeit auf 48 Tage verlegt, so daß der Samstag vollständig frei ist. Die Arbeitszeit für die Beamten der gleichen Firma beträgt 42 h in einer Woche. Bei der General Electric Co. beträgt die Arbeitszeit der Arbeiter 50 h, die der Beamten 48 h in einer Woche.

Die Verdienste der gelernten Arbeiter liegen bei den Löhnen durchschnittlich zwischen 60 und 70 Cents pro Stunde, kommen aber auch solche darunter und darüber vor. Stücklöhnen kommen sie auf 70 bis 100 Cents, ausnahmsweise auch auf mehr. Die angelernten Arbeiter verdienen in einer Stunde etwa 50 bis 60 Cents, im Stücklohn ebenfalls entsprechend mehr. Das Bestreben geht dahin, so wie nur möglich gelernte Arbeiter zu ersparen, was in manchen Werken so weit geht, daß auf etwa 1000 Arbeitern angeblich ein Dutzend gelernter Arbeiter kommen.

ti Milling Machine Co. Dieses Verhältnis ist gerade
eser Firma bemerkenswert, weil sie ganz ausgezeich-
Fräsmaschinen herstellt, die in Deutschland einen be-
rs guten Ruf haben!).

n der Westinghouse Electric Co. entfallen auf einen
er etwa 10 Arbeiter, wenn es sich um feine Arbeiten,
in der Dreherei, handelt; dagegen 35 bis 40 Arbeiter,
es sich um gewöhnliche Arbeiten, also etwa um die
sichtigung von Bohrmaschinen, handelt. Gewöhnlich
haben dann die Meister einen oder zwei Gehilfen. Auf
Arbeiter entfallen etwa 250 Beamte, das sind also
9 Arbeiter auf einen Beamten. An Bezahlung und
ien wird nicht gespart, wenn sie dem Gedeihen des
es und der Hebung der Arbeitsfreudigkeit dienen.
halten z. B. bei der Cincinnati Milling Machine Co.
ter, die an keinem Tage der Woche zu spät kommen,
Lohnzuschlag. In einem andern Fall erhalten die
ter am Schluß des Jahres einen Betrag aus dem er-
Gewinn ausbezahlt, der je nach der Höhe des Ge-
s mehr oder weniger als einen Monatslohn beträgt.
kordarbeit ist in ähnlicher Weise wie bei uns
führt, aber nicht durchweg bei allen Werken. In
Fällen wird der Verdienst vom Meister nach per-
her Schätzung festgesetzt.

ie Entlohnungen sind hoch, das sagen auch die ame-
schen Arbeitgeber, ohne darüber zu klagen. Die
ingen haben offenbar mehr zugenommen, als der Lohn-
ung entsprechen würde.

as Versicherungswesen ist gegenüber unseren Ver-
ssen noch wenig ausgebildet. Dort, wo Vorschriften
en, scheinen sie hohe Ansprüche an den Arbeitgeber
llen. Z. B. erhält im Staate New York ein verun-
ter Beamter oder Arbeiter den vollen Verdienst
gegebenenfalls solange er lebt; bewirkt der Unfall
od, so bekommt die Witwe die Hälfte des Verdienstes
ihrem Tode oder ihrer Wiederverheiratung.

i jedem Werk ist ein Arzt tätig, sehr häufig auch
ahnarzt, die die unentgeltliche Behandlung für alle
angehörigen übernehmen. Die übrige ärztliche Be-
gung soll durch Krankenkassen oder sonstige Um-
elder, zu denen die Firmen in hohem Maße bei-
n, beglichen werden. Diese Einrichtungen, beson-
derjenige der zahnärztlichen Behandlung, sollen sich
Abnahme des Krankenstandes sehr gut ausgewirkt

as Lehrlingswesen ist wenig ausgebaut. Zum Beispiel
e mehrfach erwähnte Cincinnati Milling Machine Co.,
wa 1000 Arbeiter beschäftigt, überhaupt keine Lehr-
Sie kümmert sich nicht um deren Ausbildung, weil
enig gelernte Arbeiter einstellt. Die Westinghouse
at in einem Werk bei gegenwärtig 2200 Arbeitern
ehrlinge aufgenommen, und zwar in der Dreherei,
serei, Modellschreinerei und Formerei. Im allge-
n wird nur bei denjenigen Fabriken, die mehr Reihen-
t Massenherstellung betreiben, der Frage der Lehr-
usbildung höhere Aufmerksamkeit zugewendet. Es
en gesetzliche Vorschriften über die Behandlung der
nge. Offenbar legt man also auch von behördlicher
Wert auf die Ausbildung der Lehrlinge.

as Einvernehmen zwischen Arbeitgeber und Arbeit-
er ist ganz ausgezeichnet. Es ist zweifellos mit eine
auptursachen für das lebhaftes Aufblühen der Werke.
auffassung der Arbeitgeber geht recht deutlich aus
Teil eines amerikanischen Arbeitsvertrages hervor.
Schriftstück hat den Titel: „Interne Geschäftsgrund-
und -politik gegenüber den Angestellten und Arbeit-
Es heißt dort unter anderm wörtlich:

„Der individuelle Vertrag bewirkt einen hohen Grad
gegenseitigem Vertrauen und Achtung, die die ein-
n Beziehungen sind, unter denen die Industrie be-
en kann. Er stellt eine moralische Verpflichtung
durch die jeder persönlich gebunden ist.

Der individuelle Vertrag reizt den Ehrgeiz und den
ernehmungssinn an und führt dadurch zu einem
klarer Leben. Er fördert die Individualität und
Amerikaner verlangt eine individuelle Behandlung.
öffnet die Wege zu einer Beförderung.“

Der Bau von Dieselmotoren

Als Sonderfachmann im Dieselmotorenbau war es für
mich besonders wichtig, die Entwicklung dieser deutschen
Erfindung unter den amerikanischen Verhältnissen fest-
zustellen. Diese Entwicklung erfolgte bekanntlich recht
zögernd, obwohl der Dieselmotor seinerzeit nach seiner
Entstehung um die Jahrhundertwende gerade in Amerika,
dem Petroleumlande, eine besonders begeisterte Aufnahme
hätte finden müssen. Diese Erscheinung erklärt sich aber
nach dem Vorhergesagten damit, daß der damalige Motor
für amerikanische Verhältnisse noch viel zu verwickelt
und zu schwierig herzustellen war. Dazu kam, daß die
neuezeitlichen Arbeitsverfahren damals noch vollständig
fehlten.

Erst lange nachdem der Dieselmotor in den verschie-
denen Ländern Europas, Deutschland, Rußland, Schweden
usw., bereits Verbreitung in allen möglichen Anwendungs-
gebieten gefunden hatte, kamen auch in Amerika wieder
schüchterne Ansätze zu seiner Einführung zum Vorschein.
Größere Bedeutung gewann er aber erst um das Jahr 1910
durch Übernahme von Lizenzen aus Deutschland und bald
darauf auch aus anderen Ländern.

Heute betreiben mehr als schätzungsweise 20 Fabriken
— 11 davon habe ich besucht — den Bau von Dieselmotoren
von kleinen Leistungen bis zu mehreren tausend Pferde-
stärken, u. zw. wie bei uns in Viertakt- und Zweitakt-Aus-
führung, die kleineren und mittleren Motoren vorwiegend
kompressorlos, die großen Motoren mit Kompressor. Da-
bei lehnt sich die Konstruktion der Motoren bei der Mehr-
zahl der Fabriken an die deutschen Vorbilder oder an die-
jenigen der Lizenzgeber aus andern Ländern an; aller-
dings mit mehr oder weniger starken Abänderungen nach
amerikanischer Art. Gerade die kompressorlose Bauart
kam dem Streben des Amerikaners nach größter Vereinfachung des Motors entgegen, und dies war auch der
Grund, weshalb er die ersten brauchbaren Erfolge in die-
ser Richtung, die Vickers, London, zuerkannt werden
müssen, schon während des Krieges aufgegriffen und
fortentwickelt hat.

In großen Einheiten sind bereits doppeltwirkende Zwei-
takt- und Viertaktmaschinen ausgeführt, deren Erbauer
jedoch aus dem Auslande stammen, sich aber bemüht
haben, amerikanischen Geist in weitestgehendem Maße zu
berücksichtigen. Bei der doppeltwirkenden Zweitakt-
maschine von Worthington ist dies besser gelungen als bei
der doppeltwirkenden Viertaktmaschine von Mac Intosh
& Seymour, jedoch unter gewisser Einbuße der Wirt-
schaftlichkeit. Die doppeltwirkende Viertaktmaschine ist
zu verwickelt und die unteren Zylinderdeckel und Zyl-
inderbüchsen sind schwer zugänglich. Immerhin bedeutet
dieser Motor schon einen erheblichen Fortschritt gegen-
über dem doppeltwirkenden Viertaktmotor von Burmeister
& Wain.

Auch die Firma Nordberg hat bisher ihre eigenen Kon-
struktionen von einfachwirkenden Zweitakt- und Vier-
taktmotoren gebaut, allerdings in Anlehnung an europäische
Ausführungen; neuerdings fertigt sie nur noch nach Lizenz
und Konstruktion von Fiat.

Von der Firma Falk, Milwaukee, werden Motoren eige-
ner Konstruktion erzeugt, und zwar nur im Viertakt ar-
beitende mit verhältnismäßig hoher Zylinder- und Dreh-
zahl. Damit diese Maschine möglichst allgemein verwend-
bar wird, kommen als weitere Sondererzeugnisse der Firma
hinzü die Bibby-Kupplung und ein Rädergetriebe, die
erstere als elastische Kupplung zur Vermeidung von
Dreherschwingungen, das letztere für Übersetzung ins
Schnelle zum Antrieb von Dynamomaschinen, mit Über-
setzung ins Langsame zum Antrieb von Schiffen. Neuer-
dings soll ein Getriebe geliefert werden, das die Umsteue-
rung besorgt und damit den Motor selbst noch vereinfacht.

Weitgehende Anwendung amerikanischer Gepflogen-
heiten auch bei dieser Firma zeigt sich in der Ausführung
auch großer Zylindereinheiten von mehr als 150 PS ohne
Kolbenkühlung und mit luftloser Einspritzung. Falk
konstruiert ebenso wie die meisten andern Fabri-
ken ungewöhnlich schwer.

Ganz allgemein sei hervorgehoben, daß die Amerika-
ner in bezug auf Gewichte sehr wenig sparsam sind. Dünn-

wandiger Guß macht der Werkstätte Schwierigkeiten, also erhöht man die Wanddicken; das ist nicht schlimm, denn die Werkstoffe sind billig, dagegen müssen Arbeitskosten gespart werden.

Die vorgenannten Dieselmotorfabriken bauen weniger vollkommen nach dem Verfahren der Reihenherstellung; von wirklicher Massenfertigung kann jedoch nur gesprochen werden bei den Firmen Fairbanks Morse und de la Vergne. Fairbanks Morse, Beloit, bauen neben kleinen, in vollendeter Massenfertigung ausgeführten Benzinmotoren Dieselmotoren in größtem Maßstab. Diese Firma kann wohl auf diesem Gebiet als die größte und leistungsfähigste der Erde bezeichnet werden. Ihre wöchentliche Erzeugung beträgt etwa 5000 PS bei kleinen und mittleren Leistungen bis zu 100 PS Zylinderleistung. Der Motor arbeitet kompressorlos im Zweitakt mit Kurbelkastenspülung und wird in Leistungen bis zu 600 PS in sechs Zylindern hergestellt. Seine verblüffende Einfachheit im Aussehen und in der Bedienung ist allerdings erkauft durch eine recht wenig befriedigende Werkstoffausnutzung. Während der mittlere Kolbendruck von Viertaktmotoren 5 bis 6 at beträgt, erreicht er bei den soeben genannten Zweitaktmotoren nur etwa 2,5 bis 3,2 at. Diese echt amerikanische Konstruktion würde deshalb für Deutschland Raubbau im wahrsten Sinne des Wortes bedeuten. In Amerika dagegen ist der Werkstoff billig, der Arbeitslohn teuer; deshalb wird so etwas in den Kauf genommen. Wegen des niedrigen Preises ist der Motor im Konkurrenzkampf der gefürchtetste und einer der am meisten verbreiteten in Amerika.

Aber schon zeigt sich der Wettbewerb der Viertaktmotoren, und Fairbanks Morse suchen deshalb nach Mitteln, die Leistung ihrer Maschine zu verbessern. Wenn der Arbeitsvorgang so gestaltet wird, daß der mittlere Druck demjenigen der Viertaktmotoren näher kommt — was mir durchaus nicht unmöglich erscheint, allerdings unter Einführung eines besonderen Gebläses und besserer Spülung —, dann wird die hochentwickelte Massenfertigung der Firma den jetzigen Vorsprung weiterhin sichern.

Die Firma Fairbanks Morse zeigt bei Störungen an den gelieferten Maschinen größtes Entgegenkommen; im Zweifelsfall übernimmt sie im vornhinein die Kosten für Ersatzlieferungen. Solche Verfahren sind nur möglich, wenn bei der Herstellung der Motoren selbst entsprechenden Gewinn erzielt wird.

Massen- und Planfertigung dieser Art sind bei großen Leistungen bei mehreren tausend Pferdestärken nicht festzustellen; diese Motoren tragen noch den Stempel der Entwicklung, die selbst dem amerikanischen Geist nicht so einfach liegt. Erklärend für diese langsamere Entwicklung ist es, daß der Bedarf an diesen Maschinen nicht allzu groß war. Er wird aber zweifellos zunehmen, wenn erst einmal die amerikanische Großölmaschine wirklich vorhanden ist. Die Anzeichen lassen darauf schließen, daß die doppelwirkende MAN-Zweitaktmaschine, die man gegenwärtig den amerikanischen Bedingungen anpaßt, hierbei in hohem Maße beteiligt sein wird. Bemerkenswert ist, daß die erste doppelwirkende MAN-Maschine, gebaut von den MAN-Lizenznehmern The Hooven, Owens, Rentchler Co., Hamilton (Ohio), einem 30tägigen ununterbrochenen Vollleistungsbetriebe unterworfen worden ist, der vollauf befriedigt hat und keinerlei Störungen ergab. Nach mir gewordener Mitteilung soll sie die einzige Maschine in Amerika sein, die bisher solche Proben überstanden und deshalb allgemein großen Eindruck, namentlich bei der Marine, hervorgerufen hat.

Absatz der Dieselmotoren

Der Absatz der Dieselmotoren in Amerika steht in engstem Zusammenhang mit dem Gestehtpreis der einzelnen Kraftanlage. Mehr als in Deutschland sind in Amerika die Einflüsse der großen Elektrizitätswerke zu spüren, namentlich im Osten und im mittleren Westen, wo die Kohle noch verhältnismäßig billig ist. Der Absatz geht hauptsächlich nach dem Westen, wo die eigentliche Ölindustrie liegt. Ein großer Teil der Motoren wird im Schiffsbetriebe verwendet. Für die ganz großen Einheiten — wenn solche gebaut werden — muß das Absatzgebiet in größerem Umfange erst noch erschlossen werden; voraus-

sichtlich werden die Großdieselmotoren in Elektrizitätswerken und sonstigen Kraftanlagen als Aushilfs- und Spitzendeckungsmaschinen benutzt werden.

Dem Reklamewesen wird mehr Geld geopfert als bei uns. Drastisch und treffend bei kürzester Fassung sind die Texte im Prospektmaterial. Die Zeichnungen sind klar in der Aufmachung gebracht, möglichst für Laienverständnis hergerichtet.

Die Diesellokomotive

Die Diesellokomotive hat für Amerika ganz besondere Bedeutung; sie muß unter allen Umständen in wenigen Jahren geschaffen werden, nicht nur für kleinere, sondern auch für große Leistungen, wenn das Gesetz: Verbote von Dampflokomotiven in der Umgebung größerer Städte in Vorbereitung sein soll — herauskommt. Die erste Diesellokomotive in Form eines Triebwagens soll bereits bei der General Electric Co., Schenectady, mit einem 300 PS leistenden Benzinmotor gefahren sein. Ein Fahrzeug mit elektrischer Kraftübertragung auf die Lokomotive soll als Verschiebelokomotive gute Dienste geleistet haben. Inzwischen sind neue Motorlokomotiven mit 600 PS in den Dieselmotoren der Ingersoll-Rand von der American Locomotive Co., Schenectady, geliefert worden. Eine Diesellokomotive, die von uns besichtigt wurde, hat ausgetestet gearbeitet. Der Viertakt Dieselmotor ist ähnlicher den deutschen Ausführungen, allerdings weniger gut ausgebildet und sehr schwer. Man hat den Eindruck, hier schon eine Reihe von Erfahrungen vorliegen. Der pfeif- und Motorengeräusch waren nach außen hin nicht hörbar, so daß der Führer alle Befehle, die für das Schieben gegeben werden mußten, ohne Schwierigkeiten entgegennehmen und ausführen konnte. Man gab uns auch zwölf solche Lokomotiven für Rangierzwecke bestellt sein und daß monatlich bei jeder Lokomotive 1500 \$ gegenüber Dampflokomotiven gespart würden, zwischen sollen weitere 100 Lokomotiven bei der Firma bestellt worden sein.

Diesetriebwagen

Auf dem Gebiete der Triebwagen hat die von uns besuchte Firma J. G. Brill Co., Philadelphia, Erhebungen geleistet. Sie benutzt nur Benzinmotoren. 100 Triebwagen hat sie bereits ausgeführt. Die Erfahrungen mit diesen Wagen sollen ausgezeichnet sein und zu weiterer Einführung ermutigen. Diese Triebwagen sind in Amerika in erster Linie dazu berufen, den Verkehr von den kleineren Orten und Städten nach den Hauptstädten zu leiten; von den Hauptstädten übernehmen sie die Hauptschnellzüge. Aber auch hier wird nach dem Dieselmotor gesucht, der an Gewicht und Leistung dem hochvollendeten Benzinmotor nicht nachstehen darf.

Alles in allem kann gesagt werden, daß der Dieselmotor heute in Amerika bereits eine hohe Stufe der Entwicklung erreicht hat, daß es aber wohl noch einige Jahre dauern wird, bis er so vollkommen sein wird wie die Motoren europäischer und besonders deutscher Hersteller. Man sollte aber nicht übersehen, daß es nur erstklassige Firmen sind, die den Bau des Dieselmotors pflegen und daß sie auf dessen Vervollkommnung und Vereinfachung in amerikanischem Sinne alle die Energie, den Mühe und die Tatkraft verwenden, die sich auf anderen Gebieten bewährt haben. Allerdings wird Amerika in diesem Maße deutsche Wissenschaft und deutschen Geist nicht weiterhin, wie dies bisher geschehen ist, als Grund für seine Arbeiten benutzen müssen, und es wird noch viel wissenschaftliche Forschungsarbeit zu leisten sein und viele Aufgaben werden noch zu lösen sein, allem auf dem Gebiete der Großölmaschine und der Diesellokomotive, besonders auf letzterem, nachdem der Amerikaner, wie erwähnt, bisher gewohnt war, schwach zu bauen. Die amerikanische Industrie ist sich der Schwierigkeiten beim Bau hochwertigster Maschinen mit größtem Gewicht, wie sie jetzt zunächst für Lokomotiven und Triebwagen notwendig sind, sicher auch wohl bewußt, und sie wird deshalb die Mitarbeit europäischer und insbesondere deutscher Firmen und die Verwertung ihrer Erfahrungen künftighin noch stärker nötig als bisher.

Schluß

Man trifft vielfach bei uns in Deutschland auf die Meinung, die amerikanischen Leistungen gegenüber den unsrigen zu überschätzen und das amerikanische Vorbild unkritisch nachzuahmen. Dieser Neigung nachzugeben, ist ich für ebenso unrichtig wie die Ablehnung alles des Vorbildlichen, das die Amerikaner tatsächlich geschaffen haben. Vorbildlich ist tatsächlich das überall mit Tatkraft verfolgte Bestreben, die beste Lösung auf einfachsten Wege zu finden, wobei der Amerikaner durch seine praktische Veranlagung und seinen gesunden Menschenverstand in der glücklichsten Weise unterstützt wird. In diesem Sinne bedeutet mir amerikanisieren im wesentlichen nichts anderes als vereinfachen. Auch wenn unsere Verhältnisse eine Massenherstellung, wie man sie in Amerika kennt, nicht rechtfertigen, so läßt sich doch nicht bestreiten, daß wir vielfach methodischer und stetiger arbeiten könnten, als dies jetzt der Fall ist. Was Ausnutzung der Produktionsstätten auch durch emsige und fruchtige Arbeit, weitestgehende Ausschaltung aller unproduktiven Arbeiten und vor allem reibungslose und

innige Zusammenarbeit zwischen Bureau und Werkstätte und Einflußnahme der letzteren, auf der heute sicherlich das Schwergewicht jedes Betriebes liegt, auf die Konstruktion der Maschinen betrifft, so kann man sicherlich in Deutschland von den Amerikanern allenthalben noch viel lernen.

Ich möchte diese Ausführungen nicht beschließen, ohne noch hervorzuheben, daß ich in allen Werken, die ich besucht habe, eine Aufnahme, wie man sie sich nicht freundlicher denken kann, gefunden habe und daß die Werkleitungen bestrebt waren, ohne kleinliche Geheimniskrämerei alle Einzelheiten ihrer Werke zu zeigen. Es wird der Aufrechterhaltung der angenehmen Beziehungen zu der amerikanischen Industrie dienen, wenn man auch bei uns Besuche aus Amerika freundlich und zuvorkommend behandelt; denn eine gegenseitige Einstellung wird, wie ich wiederholt hören mußte, von den Amerikanern sehr übel vermerkt. Daß die deutsche Industrie im allgemeinen und die MAN im besonderen in Amerika ein hohes Ansehen genießt, habe ich immer wieder mit Freude feststellen können.

[B 406]

Straßenbahntriebwagen aus Leichtmetall

Seit einigen Monaten läuft bei der Cleveland-Eisenbahn ein Straßenbahntriebwagen, dessen tragendes Gerippe aus Unterstell nahezu vollständig aus Leichtmetall gefertigt sind. Der Bau des Wagens sollte in sehr kurzer Zeit abgeschlossen sein; man beschränkte sich daher darauf, nach den vorhandenen Zeichnungen für die eiserne Bauart mit möglichst wenig Änderungen den Wagen aus Leichtmetall auszuführen. Nur an einigen besonders hoch beanspruchten Stellen ging man über die Abmessungen der eisernen Bauart hinaus, so bei den Bekleidungsblechen, bei den Drehgestellträgern des Unterstell und bei den Drehgestellrahmen. Die Wahl einer größeren Dicke der Bekleidungsbleche erklärt sich aus dem geringen Elastizitätsmaß der Leichtmetalle, das ein verhältnismäßig frühes Erschlaffen der Ausbenden der Bekleidungsbleche zur Folge hätte. Es ist schließlich Duralumin in vergüteter Form verwendet worden.

Die Übernahme der grundsätzlichen Bauweise des eisernen Wagens auf die Leichtmetallbauart muß als ein kümmerlicher Notbehelf bezeichnet werden, weil die ganz andern Baustoffeigenschaften entsprechende Abänderungen der Konstruktion bedingen, wenn wenigstens der Baustoff wirtschaftlich ausgenutzt werden soll. Insbesondere ist die erzielte Gewichtsersparnis auch nicht bei dem so groß, wie sie sich bei Anpassung der Konstruktion an den Baustoff hätte erzielen lassen: der 15,6 m lange strichsige Wagen wiegt leer 13 800 kg aus Leichtmetall gegen 19 600 kg aus Eisen, also nur etwa 30 vH weniger.

Für die Bleche und die gepreßten tragenden Teile wurde eine Duraluminlegierung von 39 bis 42 kg/mm² Festigkeit in vergüteten Zustände bei 18 bis 20 vH Dehnung verwendet. Für die Schmiedestücke wurde eine Legierung mit ähnlichen Eigenschaften, jedoch nur 16 bis 18 vH Dehnung verwendet, während die Rohre aus einem Material von 28 bis 30 kg/mm² Festigkeit und 10 bis 12 vH Dehnung bestehen. Die Gußstücke haben 20 bis 21 kg/mm² Festigkeit, 10,5 bis 12 vH Streckgrenze und 6 vH Dehnung bei 50 Brinellhärte. Die Drehgestelle mit 1,8 m Radstand und Radsätzen von 660 mm Durchmesser haben geschmiedete Lang- und Querträger, die gegenüber der Stahlgußausführung ebenfalls etwas verstärkt worden sind. Für das Motorgehäuse muß sich die Verwendung von Eisen nicht umgehen; für die Motorteile, bei denen dies wegen des magnetischen Wesens nicht unumgänglich notwendig war, wurde inessen Leichtmetall benutzt. Die Rohrleitungen, Bremszylinder, Bremshebel und Zugstangen sowie die Teile der Aufhängungen bestehen aus Leichtmetall. Sogar die Pinson-Kupplung und deren Einbauteile sind aus Leichtmetallguß hergestellt mit Ausnahme der Federn und des Achsen für die Kupplung. Alle im Unterstell, Gerippe und in den Drehgestellen benutzten Nieten sind Eisennieten,

weil es nicht möglich schien, in absehbarer Zeit ein Verfahren für die einwandfreie Warmnietung und Vergütung von Leichtmetallnieten ohne eingearbeitete Leute zu entwickeln.

Der Wagen hat eine Stirnwandesteigtür sowie doppelte mittlere Aussteigtüren, 49 Sitzplätze und 91 Stehplätze, bei 15,6 m Länge über die Puffer, 2,53 m Breite über den Bekleidungsblechen, 3,29 m Höhe über S.-O., 7,8 m Drehzapfenabstand. Zum Antrieb dienen vier Motoren von je 35 PS Stundenleistung. Eine Gegenüberstellung der durch die Verwendung von Leichtmetall gegenüber der gleichen Bauart des Wagens in Stahl erzielten Gewichtsersparnisse in den einzelnen Bauteilen gibt Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1

Vergleich der Gewichte von Wagen aus Eisen und aus Leichtmetall

Bauteile	Gewichte bei		Gewichtsersparnis gegen Eisen vH
	Eisen kg	Leichtmetall kg	
Untergestell und Wagenkasten ohne Drehgestelle und Ausrüstung	8 330	6 280	24,7
Drehgestelle (zwei) ohne Getriebe	5 470	3 770	31
Motoren, vollständig . . .	4 190	2 590	40,5
Steuerung, „	588	375	36
Bremsausrüstung mit Leitungen	800	590	26,2
Heizkörper und Heizleitungen	202	173	14
Dienstgewicht des Wagens	rd. 19 600	rd. 13 800	30

Da der Wagen als Versuchswagen erbaut wurde, konnten die für die Wirtschaftlichkeitsrechnung grundlegenden Herstellkosten nicht einwandfrei und vergleichsfähig gegenüber der eisernen Bauart ermittelt werden. Immerhin konnte man so viel feststellen, daß nach den amerikanischen Preisverhältnissen die Kosten für das Leichtmetallgerippe etwa das Doppelte betragen. Da beim Stromverbrauch des Wagens das Gewicht bei weitem nicht in demselben Maße mitspricht, so muß die Klärung der Frage, ob in der Gesamtwirtschaftlichkeit die Schonung der Gleisanlage und der geringere Stromverbrauch die höheren Kapitalkosten rechtfertigen, einer längeren Betriebserfahrung überlassen bleiben, ebenso wie über die Bewährung der Leichtmetallbauart selbst noch erst Erfahrungen gesammelt werden müssen. („Electric Railway Journal“ Bd. 70 (1927) S. 655) [N 492] Günther

Der Stand der Fernsprecherei

Von Telegraphendirektor Paul Riemenschneider, Berlin-Zehlendorf

Rückblick — Selbstanschlußbetrieb — Heb-Drehwähler von Strowger — Viereckwähler — Grundschaltung eines Selbstanschlußamtes — Fernkabel — Dämpfung — Pupinspulen — Hochvakuum-Verstärker — Doppelrohr- und Vierdrahtschaltung — Wirkung des Echos und der Einschwingvorgänge — Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch Doppelsprecheinrichtungen — Nebensprecherei — Zukünftige Aufgaben

Am 12. November war es fünfzig Jahre her, daß die Deutsche Reichspost als erste Verwaltung den Fernsprecher als neues Nachrichtenmittel in den Dienst stellte; sie benutzte ihn anfänglich zum Austausch von Telegrammen zwischen kleineren Telegraphenanstalten. Hierzu eignete er sich besonders gut, weil seine Handhabung im Gegensatz zu den Telegraphenapparaten leicht zu erlernen war. Seine Einführung setzte die Reichspost in den Stand, ihr Telegraphennetz feinmaschiger zu gestalten.

Erst einige Jahre später (1881) ließ sich der Plan verwirklichen, Stadtfernsprechnetze einzurichten, nachdem es dem Generalpostmeister Stephan gelungen war, den Widerstand der zur wirtschaftlichen Verwendung des Fernsprechers berufenen Kreise zu überwinden. Dann setzte aber eine Entwicklung ein, die nahezu beispiellos in der Geschichte der Technik ist, und die Erfindung des Fernsprechers hat inzwischen eine Bedeutung erlangt, die allein mit der Erfindung der Buchdruckerkunst verglichen werden kann.

Die fünfzig Jahre haben eine stete Entwicklung gebracht. Die Apparate wurden zierlicher und technisch vollkommener, Abb. 1, die Vermittlungsämter wurden für schnellen Massenverkehr eingerichtet und das Fernsprechnetze wurde umfassend ausgebaut. Dabei gelang es, sowohl die Übertragungsgüte als auch die überbrückte Entfernung erheblich zu steigern.

Inzwischen hat die Fernsprechtechnik einen gewissen Abschluß erreicht, so daß die Reichspost in der nächsten Zukunft vor der Erfüllung von zwei großen Aufgaben steht: Durchführung des Selbstanschlußbetriebes und Ausbau des Fernkabelnetzes.

Selbstanschlußbetrieb¹⁾

Bei der Herstellung einer Verbindung war man bisher auf die Mitwirkung einer Beamtin angewiesen. Diese Abhängigkeit war in verschiedener Hinsicht unerwünscht, insbesondere wurde die Wartezeit, bis das Amt sich meldete, störend empfunden, obwohl sich die mittlere Wartezeit nach zuverlässigen Erhebungen nur auf wenige Sekunden belief. Besonders unangenehm war jedoch die Beschränkung auf gewisse Dienststunden bei kleineren Ämtern. Hier brachte die Einführung des Selbstanschlußbetriebes einen bedeutenden Wandel.

Die ersten Vorschläge zu dieser Betriebsweise stammen aus der Mitte der achtziger Jahre. Auf verschiedenste Weise wurde die Lösung versucht. Es sind auch — besonders in Amerika — größere Fernsprechämter nach den verschiedenen Verfahren gebaut worden. Die Deutsche Reichspost hat sich jedoch für ein einziges Verfahren entschieden, das nach sorgfältiger Prüfung sich für die in Frage kommenden Verhältnisse als vorteilhaft erwiesen hatte. Es wird gekennzeichnet durch den auf elektromagnetischem Wege in Gang gesetzten Heb-Drehwähler von Strowger. Dieser Wähler, der bei größeren Fernsprechämtern in viel hundertfacher Wiederholung vorhanden ist, wurde von Amerika übernommen und von deutschen Ingenieuren im Laufe der Jahre fortschreitend entwickelt mit dem Ziel, sein Arbeiten sicherer zu gestalten und den Platzbedarf zu verringern.

Im „Viereckwähler“ ist eine Bauart gefunden, die in nächster Zeit das Feld beherrschen dürfte. Dieser Wähler macht Heb- und Drehschritte, aber nachdem er diese beendet hat, kehrt er nicht rückwärts in die Ruhelage zurück, sondern schreitet weiter vorwärts und fällt dann auf die Anfangslage zurück. Damit wird eine gleichmäßige Beanspruchung aller Kontakte und eine hohe Betriebssicherheit erreicht. Weil die Kontaktarme hierbei



Abb. 1
Neuer Wandfernsprecher

ein geschlossenes Viereck durchlaufen, hat er den „Viereckwähler“ erhalten. Die Antriebteile und die Kontaktbänke sind in gleicher Höhe untergebracht — das erste Modell lagen sie übereinander —; das ergibt eine gedrängte Bauweise und somit Raumersparnis.

An sich könnte man mit diesem Wähler alle gewünschten Schaltungen ausführen, aber die Kosten werden zu groß sein; deshalb ist ein Schaltorgan eingefügt worden, das wesentlich einfacher, also billiger ist. Seine Aufgabe nur darin besteht, einen freien Heb-Drehwähler auszusuchen. Das war möglich, weil die Teilnehmer gleichzeitig in Betrieb befindlichen Teilnehmern auch in der Hauptverkehrszeit selten mehr als beträgt. Dieser einfache Wähler wird Vorwähler genannt.

Die Aufgabe eines Vermittlungsamtes besteht darin, jedem Teilnehmer die Möglichkeit zu geben, mit einem anderen Teilnehmer in Verbindung zu treten. Bei Handämtern wurde dies dadurch erreicht, daß die Beamtin mit Hilfe von Schnurstöpseln und Klinken den Zwischenraum überbrückte. Beim Selbstanschlußbetrieb fällt diese Aufgabe den Wählern zu.

An einem Amt für 1000 Teilnehmer sei der Gedanke kurz geschildert, weil sich hier die Verhältnisse noch klar überblicken lassen. Als zweckmäßig erwies sich folgende Einteilung: Zur Verwendung kommen zehnteilige Vorwähler, deren Kontaktarm über zehn verschiedene Kontakte gleiten kann; je ein Kontakt ist mit der beiden Adern der Anschlußleitung verbunden. Das zweite Schaltglied dient der Heb-Drehwähler, dessen Kontaktarm zehn Höhen- und zehn Drehschritte machen kann. Die zehn Kontakte sind in drei Bänken zu je 100 übereinander angebracht, und zwar je 100 für die beiden Zweigleitungen und eine dritte Leitung für besondere Zwecke.

Jedem Teilnehmer ist ein Vorwähler zugeordnet. Dieser läuft beim Abheben des Hörers allein an und sucht den ersten freien Heb-Drehwähler (Gruppenwähler) aus. Inzwischen wählt der Teilnehmer die erste der gewünschten Nummer, z. B. 4 in 427. Der Kontakt des Heb-Drehwählers wird dann um vier Schritte gehoben. Nun dreht sich der Arm des Heb-Drehwählers

¹⁾ Vergl. auch Z.-Bd. 69 (1925) S. 1330.

beständig weiter, bis er einen zweiten freien Heb-Drehwähler (Linienwähler) findet, an den die Teilnehmer der gewünschten Zehnerreihe angeschlossen sind. Dieser Wähler macht beim Wählen der 2 der gewünschten Nummer zwei Hörschritte (er wird von der Zehnerscheibe des rufenden Teilnehmers gesteuert) und beim Wählen der 7 sieben Drehschritte. Durch besondere Magnetschalter (Relais), die in bestimmter Abhängigkeit voneinander arbeiten, wird geprüft, ob die gewünschte Nummer frei ist, wird der Rufstrom an- und geschaltet, der Gesprächszähler in Gang gesetzt und die Verbindung schließlich beim Herunterdrücken der Hörerbel gelöst, wobei alle Wähler in ihre Anfangstellung zurückfallen.

Für den Fall, daß nicht mehr als 10 vH Verbindungen vorkommen, gebraucht man zehnteilige Vorwähler, und zwar 1000 (ebenso viele wie Teilnehmer vorhanden sind), an Gruppenwählern zehn Gruppen zu je 10, also 10, und für jede Zehnerreihe 10 Linienwähler, also 100.

Die Schaltung zeigt Abb. 2, wobei jede Teilnehmerleitung nur durch eine einfache Linie dargestellt ist, um Übersichtlichkeit nicht zu stören.

Der Aufbau eines Amtes für 10 000 Teilnehmer kann im Rahmen des vorliegenden Aufsatzes nicht geschildert werden, weil dazu besondere, umfangreiche Schaltmaßnahmen erforderlich sind; es werden gebraucht: 10 000 erste Vorwähler, 800 zweite Vorwähler, 800 erste Gruppenwähler, 1000 zweite Gruppenwähler, 1200 dritte Gruppenwähler und 1500 Linienwähler.

Bisher sind über 400 000 Teilnehmer an Selbstschlußämtern angeschlossen, d. s. 25 vH der vorhandenen reconstituieren. Es ist vorgesehen, daß in den kommenden Jahren alle Handämter in Selbstanschlußämtern umgebaut werden, wenn keine unvorhergesehenen Störungen eintreten.

Ausbau des Fernkabelnetzes

Die zweite große Aufgabe der Reichspostverwaltung steht darin, die Betriebssicherheit der Leitungen zu verbessern. Anfänglich wurden nur oberirdische Leitungen verwendet. Diese waren aber den Witterungseinflüssen stark ausgesetzt, und es kam häufig vor, daß ganze Linienzüge durch Unwetter tagelang gestört waren. Die starke Zunahme der Fernsprechanlüsse in den Städten führte schon bald dazu geführt, die Leitungen als Kabel zu verlegen. Für den Fernverkehr ließ sich das aber nicht durchführen, weil die elektrischen Eigenschaften

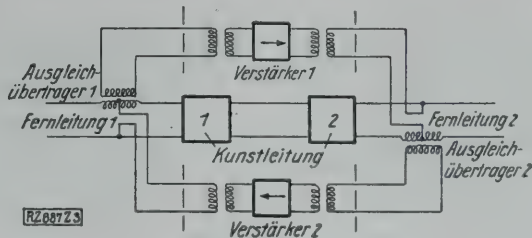


Abb. 3
Doppelrohrschaltung der Verstärker in Fernsprechleitungen

der Kabel keine großen Reichweiten zuließen. Die ersten Versuche, auf gewöhnlichen Kabeln über weitere Entfernungen zu sprechen, zeigten, daß dies ohne besondere Maßnahmen nicht möglich war. Die Dämpfung, d. h. die Größe, die für das Verhältnis zwischen der Sendeleistung und der Empfangsleistung maßgebend ist, wird bei gewöhnlichen Kabeln mit Leitern von 0,8 mm Dmr. schon bei 30 km Länge zu groß. Außerdem steigt die Dämpfung für die höheren Sprechfrequenzen sehr viel stärker, so daß auch noch eine Verzerrung eintritt, die die Sprache dumpf und hallend macht; die helleren Vokale und Konsonanten fallen aus, die Sprache bleibt unverständlich. Diese Erscheinungen werden durch die elektrischen Eigenschaften der Kabel, insbesondere durch die Kapazität verursacht.

Es ist bekannt, daß die Selbstinduktion der Kapazität entgegenwirkt. Pupin gab ein Mittel an, wie man wirtschaftlich eine Selbstinduktion in die Leitungen einfügen kann. Er verwendete Selbstinduktionsspulen, die in Abständen von 1700 m eingeschaltet wurden. Der erste große Versuch wurde 1912 mit dem Rheinlandkabel gemacht. Bei einer Reichweite von 600 km war jedoch sehr bald die Grenze der Verständlichkeit erreicht, und dabei mußte man schon 3 mm dicke Adern verwenden. Noch dickere Adern zu benutzen, wäre unwirtschaftlich gewesen, weil dann die Herstellung und Verlegung wohl unüberwindliche Schwierigkeiten bereitet hätten. Hier trat eine Wendung ein durch die Entwicklung der Hochvakuum-Verstärker; sie gab die technische und wirtschaftliche Grundlage für die Verwendung dünnadrätiger Kabel mit vielen Sprechkreisen auch für weiteste Entfernungen. Wir sind heute imstande, jede Entfernung in Europa durch pupinisierte Fernsprechkabel mit Verstärkern zu überbrücken. Nur für Kabeltelephonie über den Ozean fehlen diese Möglichkeiten noch; hier wird die drahtlose Sprechübermittlung vorläufig helfend eingreifen.

Auf den Bau und die Wirkungsweise der durch den Rundfunk allgemein bekannt gewordenen Verstärkerrohre braucht hier nicht eingegangen werden. Hervorzuheben ist nur, daß die Röhren ihrer Natur nach nur in der Richtung vom Steuergitter zur Anode hin verstärken können. Da man jedoch in einer Fernsprechleitung in beiden Richtungen sprechen will, muß man eine besondere Schaltung, die „Doppelrohrschaltung“, anwenden, Abb. 3.

Die Fernleitungen werden mit Hilfe von Ausgleichübertragern, an welche künstliche Leitungen angeschlossen sind, angeschlossen. Diese Kunstleitungen sind aus Widerständen und Kapazitäten so aufgebaut, daß sie den Scheinwiderstand der Fernleitung nachbilden; je besser dies erreicht wird, um so günstiger ist ihre Wirkung. Der Strom, der die Verstärkeröhre 1 verläßt, teilt sich in dem Ausgleichübertrager 2 in zwei Teile. Davon geht eine in die Fernleitung 2, der andere in die Kunstleitung 2. Sind beide genau gleich, so hebt sich ihre Wirkung in der Sekundärwicklung des Übertragers auf, es kann kein Strom in die Verstärkeröhre 2 zurückfließen. Wäre das nicht der Fall, so würde der Teilstrom in der zweiten Röhre verstärkt werden, über den Ausgleichübertrager 1 wieder zur ersten Röhre gelangen und erneut verstärkt werden; es träte Rückkoppelung auf, die sich durch Pfeifen störend bemerkbar machen müßte.

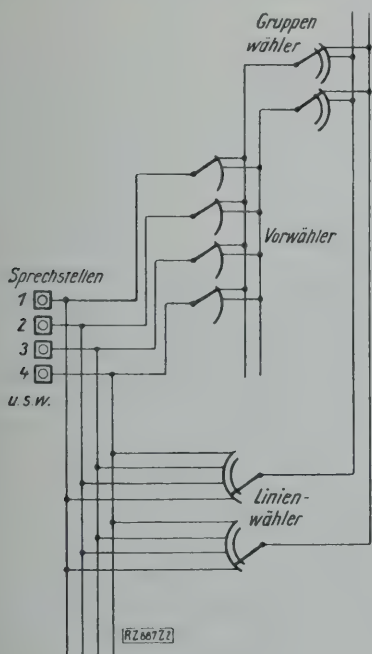


Abb. 2
Grundschaltbild eines Selbstanschlußamtes

Diese Art der Verstärkerschaltung gestattet es, mit dünnen Kabeladern große Reichweiten zu erzielen, man braucht nur in gewissen Abständen gleichartige Verstärker — außer den schon erwähnten Pupinspulen — einzubauen. Für 1,4 mm dicke Adern wählt man 150 km Abstand, für 0,9 mm-Kupferleiter 75 km. Man kommt dann zu Reichweiten von 700 km für die 1,4 mm dicke Leitung. Will man noch größere Reichweiten erzielen, so muß man zu einer anderen Schaltung greifen, die unter dem Namen „Vierdrahtschaltung“ bekannt ist. Hierbei wird für eine Sprechverbindung je eine Doppelleitung für die Hin- und die Rückleitung genommen. Die Leitungsnachbildungen sind dabei nicht mehr bei allen Verstärkerpunkten nötig, sie brauchen nur an den Stellen vorhanden zu sein, wo die Teilnehmerleitungen angeschlossen werden. Auf der Strecke Hamburg-Berlin-Frankfurt a. Main (1000 km) ist eine betriebsichere Übertragung dauernd erreicht worden.

Zur Erzielung größerer Reichweiten ist es notwendig, zwei Erscheinungen zu beseitigen, die jede für sich die Verständigung hindert: Die Echoerscheinungen und die Einschwingvorgänge.

Die Echoerscheinungen treten dadurch auf, daß an den Stellen, wo das Kabel durch eine künstliche Leitung nachgebildet wird, diese Nachbildung nicht für alle Frequenzen gleich vollkommen ist; ein gewisser Teil der Energie fließt wieder in die Leitung zurück und trifft das Ohr des Sprechers als Echo. Die Einschwingvorgänge äußern sich in der Weise, daß ein am Kabelanfang gegebenes Zeichen in gewisser Weise verändert zum Kabelende gelangt.

Die Echoerscheinungen können unterbunden werden durch eine weitgehend getreue Nachbildung der Leitungen und neuerdings durch besondere Echosperren, auf die aber hier nicht näher eingegangen werden kann. Die Einschwingvorgänge werden bei der Deutschen Reichspost dadurch weniger schädlich gemacht, daß für große Entfernungen eine schwächere Pupinisierung gewählt wird. Die dadurch entstehende Dämpfungserhöhung wird durch Verringerung des Abstandes der Vierdrahtverstärker ausgeglichen. Z. B. nimmt man für Kabel mit 0,9 mm Ader- Dmr. nicht mehr 150 km, sondern nur 75 km Abstand zwischen den Verstärkern, d. h. man braucht eine größere Anzahl von Verstärkern. Es wird Aufgabe der Technik sein, hier Mittel zu finden, daß auch bei nicht so schwacher Pupinisierung keine Störungen durch Einschwingvorgänge auftreten.

Zu erwähnen ist noch, daß man, um die Leitungen besser auszunutzen, mit Hilfe der „Doppelsprech-

schaltung“ zwei Doppelleitungen zu einem „Vier- zusammenfassen kann dergestalt, daß die zwei Adern einer Doppelleitung die Hinleitung und die der anderen die Rückleitung einer neuen Sprechverbindung bilden. Der Erfolg dieser Maßnahme besteht also darin, daß man auf den beiden „Stammleitungen“ und dem aus beiden gebildeten künstlichen „Vierer“ je ein Gespräch, also insgesamt drei von einander unabhängige Gespräche führen kann; das bedeutet eine Vermehrung der Sprechverbindungen um 50 vH ohne Mehraufwand an Leitungen.

Dabei war eine Schwierigkeit zu überwinden, nämlich die gegenseitige Beeinflussung der zu einem Vierer gehörenden Sprechkreise. Es ist wohl verständlich, daß bei den in sehr engem Abstand viele Kilometer nebeneinander laufenden Stromkreisen die Gefahr gegenseitigen Beeinflussung groß ist. Zwar gelingt durch ein besonderes Verstellverfahren, bei dem die einzelnen Paare und Vierer in verschiedener — genau festgelegter — Weise verdraht werden, die induktive Beeinflussung der einzelnen Sprechkreise fast ganz auszuschalten, auch die kapazitive Beeinflussung kann dadurch weitgehend vermindert werden; aber es bleibt trotz dieser vollendeten Bauweise noch ein Rest kapazitiver Beeinflussung, die sich durch „Nebensprechen“ merkbar macht. Dieses Nebensprechen zeigt sich darin, daß die in den Stammleitungen geführten Gespräche den Vierern — wenn auch schwach — infolge der kapazitiven Kopplung mitgehört werden können. Die Firma Siemens & Halske, A.-G., beseitigt das Nebensprechen durch kleine Ausgleichkondensatoren, die in die einzelnen Adern an bestimmten Punkten eingeschaltet werden. Die Größe der Ausgleichkondensatoren wird beim Verlegen der Kabel durch ein besonderes Meßverfahren ermittelt, sie dienen dazu, die bei der Fabrikation nicht ganz erreichbare Genauigkeit nachträglich auszugleichen. Das Verfahren hat sich glänzend bewährt.

Trotz der bereits erzielten hohen Vollendung der technischen Einrichtungen und der Kabel wird es in den kommenden Jahren nicht an weiteren Arbeiten fehlen. Es wird notwendig sein, die Verstärkertechnik weiter auszubauen, damit die Zahl der erforderlichen Verstärker möglichst verringert wird, die kostspielige und häufiger Wartung bedürfen, wenn sie jederzeit betriebsbereit sein sollen. Daneben muß das Fernkabelnetz ausgebaut werden. Mit ihrem 8000 km langen Fernkabelnetz steht die Deutsche Reichspost an der Spitze; wird seine Vollendung fördern und dafür Sorge tragen, daß durch Anschlußkabel an die Netze der Nachbarstaaten sein Nutzen immer größer wird. [B 887]

Neue Walzenstraßen bei der Illinois Steel Co.

Die kürzlich bei der Illinois Steel Co., Chicago¹⁾, in Betrieb gesetzten Walzenstraßen mit Walzen von 305 und 450 mm Dmr. sollen hauptsächlich Stahllegierungen zu verschiedenen Querschnitten auswalzen. Das Walzwerk besteht aus 13 Gerüsten, die einzeln durch Gleichstrommotoren mit veränderlicher Umdrehungszahl angetrieben werden, so daß man die notwendigen Geschwindigkeiten der verschiedenen Gerüste leicht einstellen kann. Die Blöcke werden in zwei je 4 m breiten und 16,6 m langen Wärmöfen vorgewärmt. Die Leistung jedes Ofens beträgt 360 t in 24 h. Soweit wie möglich erhält man in den Öfen eine reduzierende Atmosphäre aufrecht, um eine Oxydbildung zu verhindern. Geheizt werden die Öfen mit Generatorgas.

Von den dreizehn Gerüsten sind fünf Gerüste mit ihren Kammwalzen unmittelbar mit den Motoren gekuppelt, während für die übrigen acht Gerüste Übersetzungsgetriebe zwischen Motor und Kammwalzen geschaltet sind. Die vier ersten Gerüste haben Walzen von 450 mm Dmr. und 1016 mm Länge. Nach Verlassen des vierten Gerüsts läuft der Stab in entgegengesetzter Richtung durch die Gerüste 5 und 6, die hintereinander stehen und Walzen von 405 mm Dmr. und 915 mm Länge haben. Nach Verlassen des Gerüsts 6 wird

die Richtung des Walzens wieder umgekehrt und die Stäbe gehen durch die Gerüste 7, 8 und 9 a, die hintereinander stehen und auch Walzen von 405 mm Dmr. und 915 mm Länge haben. Das Gerüst 9 a ist ein Fertiggerüst für größere Querschnitte. Die Stäbe gehen von hier zu einem Warmsäge und dann zu einem 30,5 m langen und 8 m breiten Warmbett.

Beim Walzen leichter Querschnitte ist das neunte Gerüst außer Betrieb, und die Stäbe gehen von Gerüst 8 zu Gerüst 9. Die Gerüste mit Walzen von 305 mm Dmr. und 610 mm Länge sind gegeneinander versetzt angeordnet. Diese vier Gerüste sind sowohl mit Rollgängen als auch mit Umföhrungen versehen, so daß jeder Querschnitt ausgewalzt werden kann. Von hier gehen die Stäbe zu einem 6,1 m breiten und 91 m langen Schwingwarmbett.

Hergestellt werden: Rundeisen von 13 bis 115 mm Durchmesser und rundkantige Flacheisen von 25 × 13 bis 230 × 64 mm² und hohl gewölbter Federstahl von 38 × 14 bis 127 × 11 mm².

Im Anschluß an das Walzwerk ist eine Werkstätte für Warmbehandlung eingerichtet, in der bis zu 9 m lange Stäbe gegläht, normalisiert und bis zu 3,6 m lange Stäbe in elektrisch geheizten Öfen warm behandelt werden können. Zum Glühen benutzt man gasgefeuerte Öfen. Die Stäbe können in Öl oder in Wasser abschrecken und in einem Bad anlassen. [N 943]

¹⁾ Vergl. „The Iron Age“ Bd. 120 (1927) S. 729.

Die erste Brücke über den Hudson bei New York

mit 1,067 Km weit gespannter Mittelöffnung

Von Dr.-Ing. Rudolf Bernhard, Reichsbahnrat, Berlin

Die im Bau begriffene neue Kabelbrücke über den Hudson bei New York mit zur Zeit größter Spannweite wird beschrieben. Nach Darstellung der Grundzüge der beiden vorgelegten Entwürfe wird auf Einzelheiten näher eingegangen.

Wie in Berlin ist auch in New York die Bildung von neuen Handels- und Verkehrsmittelpunkten, neben denen der Altstadt zu beobachten. Das Geschäftszentrum New Yorks, das bislang auf der Südspitze von Manhattan, in Hochhäusern räumlich eng zusammengedrängt verschiebt sich allmählich nach Norden. Der zweite Mittelpunkt, mit seiner Anhäufung von großen Warenhäusern, Bahnhöfen und Kinos, liegt jetzt etwa in der 42. Straße.

Einen weiteren Schritt auf diesem unaufhaltsamen Zug dem Norden auf der Manhattanhalbinsel, dem Gleiten „City“, ist nun mit dem Bau der neuen Hudsonbrücke im Zuge der 178. und 179. Straße New Yorks hin nach den nördlichen Vororten New Jerseys gemacht. Schaffung dieser großen Verkehrsader wird zweifellos einen neuen, dritten Verkehrsmittelpunkt hervorbringen, Abb. 1.

Etwas mehr als dreißig Jahre sind verstrichen, seitdem Jay Lindenthal seinen berühmten Entwurf der Überbrückung des Hudson mit einer großen Augenstab-Hängebrücke¹⁾ im Zuge der 57. Straße von Manhattan hinüber nach New Jersey aufgestellt hat. Dieser Entwurf wird bezüglich seiner Lage übrigens jetzt wieder erörtert. Viele Entwürfe für andre Übergangstellen sind inzwischen noch entworfen, aber außer dem kürzlich dem Verkehr übergebenen Holland-Tunnel im Zuge der Kanal- und Ringstraße²⁾, ist keinerlei Straßenverbindung über den Hudson im breiten Fluß geschaffen worden.

Der Entwurf

Wie die Zeitschrift „Engineering News Record“ vom August 1927 berichtet, ist ein Punkt noch weiter nördlich, zwischen Fort Washington und Fort Lee, als baulich und zur Zeit auch verkehrstechnisch günstigste Übergangsstelle für den neuen Brückenbau bestimmt. Die Ausführung ist bereits in Angriff genommen. Plan stellt das Ergebnis von dreijährigen, eingehenden Untersuchungen der New Yorker Hafenbehörde dar.

Man hat eine Hängebrücke gewählt, die in zwei Bauabschnitten ausgeführt werden soll. Infolgedessen werden die zunächst erforderlichen Baukosten um etwa 100.000 \$, ausschließlich Zinsen, verringert werden. Auch die Möglichkeit gegeben, sich den wachsenden Verkehrsbedürfnissen allmählich durch weiteren Ausbau anzupassen. Schließlich kann die schädliche Zusammenlegung des Verkehrs in den Zubringerstraßen durch die lediglich nur in geringer Breite ausgebaute Fahrbahn der Brücke etwas hintangehalten werden. Bemerkenswert ist die wichtige Frage, ob die Haupttragglieder durch beladene Augenstabketten gebildet werden sollen, noch nicht entschieden ist, sondern erst von dem Fall der Angebote, also von im wesentlichen wirtschaftlichen Fragen abhängig gemacht werden soll³⁾.

Da der tragfähige Felsboden, wie umfangreiche Bohrungen ergeben haben, an beiden Ufern bereits am Ende der Köpfe bis etwa 45 m unter den Wasserspiegel abfällt, dazwischen durchschnittlich unter 60 m liegt, war eine Gründung in diesem Teile des Flußbettes ausgeschlossen. Man erklärt es sich, daß alle Versuche, eine Auslegerbrücke zu bauen, an der großen Mittelspannweite scheitern mußten. Man ist von vornherein eine Hängebrücke gewählt worden, die in ihren gewaltigen Ausmaßen dem Lindenthal-Entwurf ähnelt. Der gewählte Platz ist insofern auch

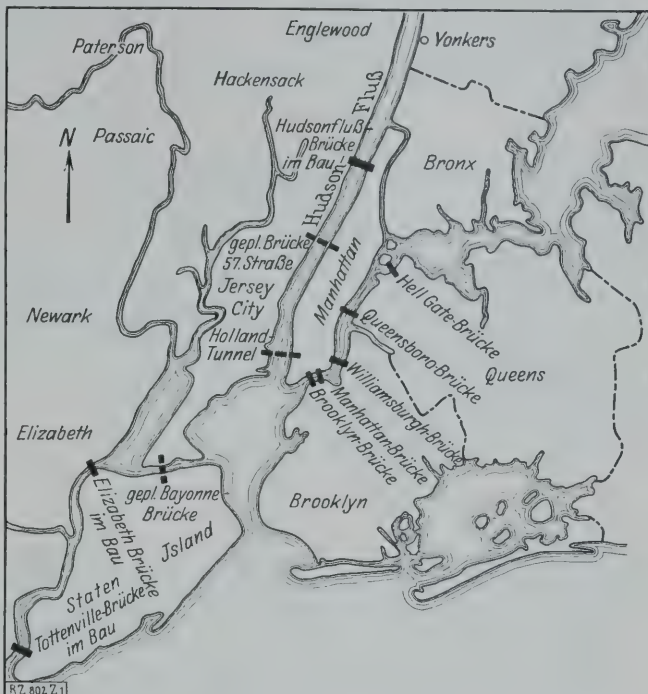


Abb. 1

New York und Umgebung. Lage der fünf neuen, zum Teil geplanten, zum Teil im Bau begriffenen Brücken für New York (Hudson), Jersey City und Staten Island

noch verhältnismäßig günstig, als beide Steilufer von etwa 60 bis 90 m Höhe, 150 bis 450 m vom Flußufer entfernt, eine einfache Rampenausbildung ermöglichen und auch gleichzeitig die Höhenlage der Fahrbahn so zu wählen gestatten, daß die Schifffahrt auf keine Weise behindert wird. Die Konstruktionsunterkante der Versteifungsträger liegt in Brückenmitte 65 m, an dem westlichen Turmpfeiler 64 m und dem östlichen 59,5 m über MHW. Die Neigungen in den Seitenöffnungen betragen auf der Ostseite 2,2 vH, auf der Westseite 0,4 vH.

Der Überbau selbst weist infolge der vorgenannten Bodenverhältnisse im Fluß eine Mittelöffnung von 1066,80 m (56 Felder von je 18,29 m) und zwei Seitenöffnungen von nur 198,10 m (9 Felder von je 18,29 m) auf, Abb. 2 bis 4. Die Mittelöffnung erhält somit genau die doppelte Spannweite als die der bisher größten, 1926 fertiggestellten Hängebrücke, der Delawarebrücke in Philadelphia. Die Seitenöffnungen sind dagegen rd. 20 m kürzer⁴⁾. In Abb. 5 bis 8 sind die Umgrenzungslinien einiger an Größe rasch zunehmender, bisher ausgeführter Hängebrücken in Vergleich gesetzt.

Die gesamte Brückenbreite beträgt 39,2 m, also nur 0,80 m mehr als die der Delawarebrücke. Die Form der Seillinie in der Mittelöffnung ist in erster Linie nach schönheitlichen Gesichtspunkten bestimmt worden, und zwar liegen die höchsten Punkte, die Kabelsättel, auf den Haupttürmen 182 m über MHW und die Mitte des Seiles etwa 99 m tiefer, so daß sich ein Pfeilverhältnis von 1/10,8, etwas kleiner als bei der Delawarebrücke (1/9) ergibt. Die steil abfallenden, straffen Rückhaltkabel der unverhältnismäßig kleinen, daran aufgehängten Seitenöffnungen ergeben sich durch das Felsprofil. Dem fremdartigen, steifen Aussehen steht der Vorteil der geringeren Nachgiebigkeit der Mittelöffnung, und die damit zusammenhängende kleinere Bewe-

¹⁾ Vergl. „Bauingenieur“ Bd. 8 (1927) S. 89 u. f.

²⁾ Desgl.

³⁾ Wie während der Drucklegung des Aufsatzes aus New York bekannt wird, hat die Ausschreibung ergeben, daß die Kosten einer Hängebrücke rd. 10 vH unter denen einer Augenstab-Kettenbrücke liegen, so daß Kabel ausgeführt werden. Für die Kabel betrug das niedrigste Angebot 1,45 M/kg bei 26 Mill. kg Gesamtbedarf, für die Augenketten 0,76 M/kg bei 67 Mill. kg Gesamtbedarf. Die bekannte Drahtfirma A. Roebling Sons Co. in Trenton (N.J.) erhielt den Auftrag für Kabel.

⁴⁾ Vergl. Z. Bd. 70 (1926) S. 1401 und Bd. 71 (1927) S. 145, 422 u. 857.

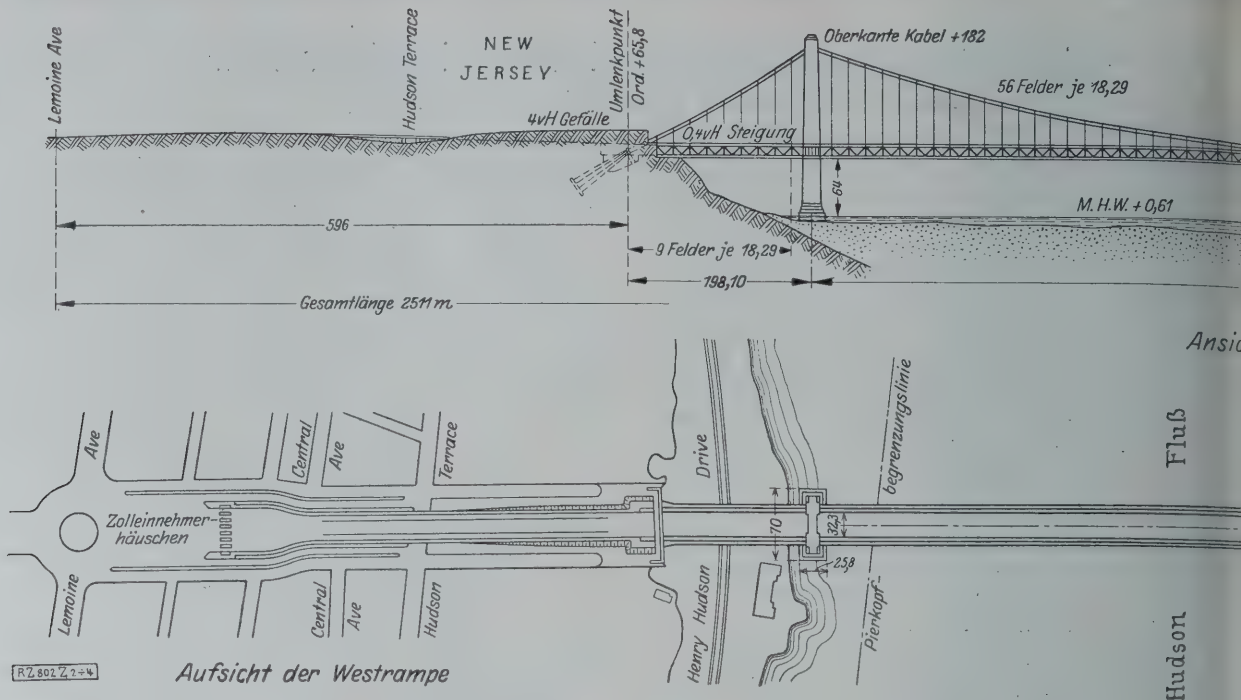


Abb. 2 bis 4. Gesamtanordnung

gung der Hauptturm-Kabelsattel gegenüber. Durch das Aufhängen der Fahrbahn in den verhältnismäßig kurzen Seitenöffnungen an den Rückhaltkabeln wird diese Steifigkeit wenig beeinträchtigt. Der Entwurf ist für eine Ausführung mit Kabeln und eine solche mit Augenstabbketten ausgearbeitet, in beiden Fällen in 32,3 m Entfernung.

Falls Kabel zur Ausführung kommen, sollen im ganzen vier angeordnet werden, und zwar je zwei in den beiden Haupttragebenen in 2,24 bis 3,35 m Abstand übereinanderliegend, von 91 cm Gesamtdurchmesser, Abb. 9 und 10. Jedes der vier Kabel setzt sich aus 61 Strängen von 434 Einzeldrähten, also insgesamt 26 474 Stück, mit einem nutzbaren Gesamtquerschnitt zweier Kabel von 1,03 m² zusammen. Die Kabel sollen nach dem in Amerika fast ausschließlich angewandten Paralleldraht-Spinnverfahren hergestellt werden, und zwar muß bereits nach Fertigstellung eines unteren Kabels auf jeder Seite mit dem Anhängen der Fahrbahn begonnen werden. Der Bauvorgang kann auch bei der Ausführung einer Augenstabbkette in zwei Abschnitte geteilt werden, doch scheint dann der gesamte Zusammenbau bedeutend schwieriger. Der ursprüngliche

Zahlentafel 1

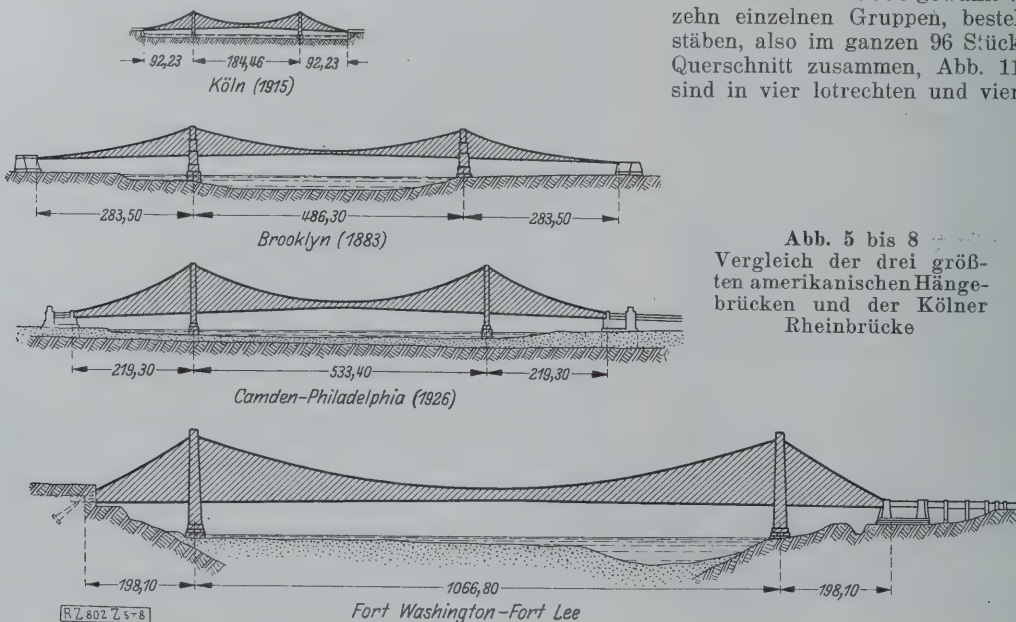
Übersicht verschiedener Augenstabbketten- und Kabelbrücken

Name und Ort der Brücke	Fertigstellung Jahr	Spannweite m	Anzahl der Augenstäbe	Querschnitt der Augenstäbe mm ²	Gesamtquerschnitt m ²
Mississippi, Memphis . . .	1892	240,8	12	250 × 50	0,15
Queensboro, New York . . .	1909	360	20	400 × 50	0,426
St. Lawrence, Quebec . . .	1918	548,6	32	400 × 55	0,722
Hudson, New York	1932(?)	1066,8	96	400 × 50	2,23

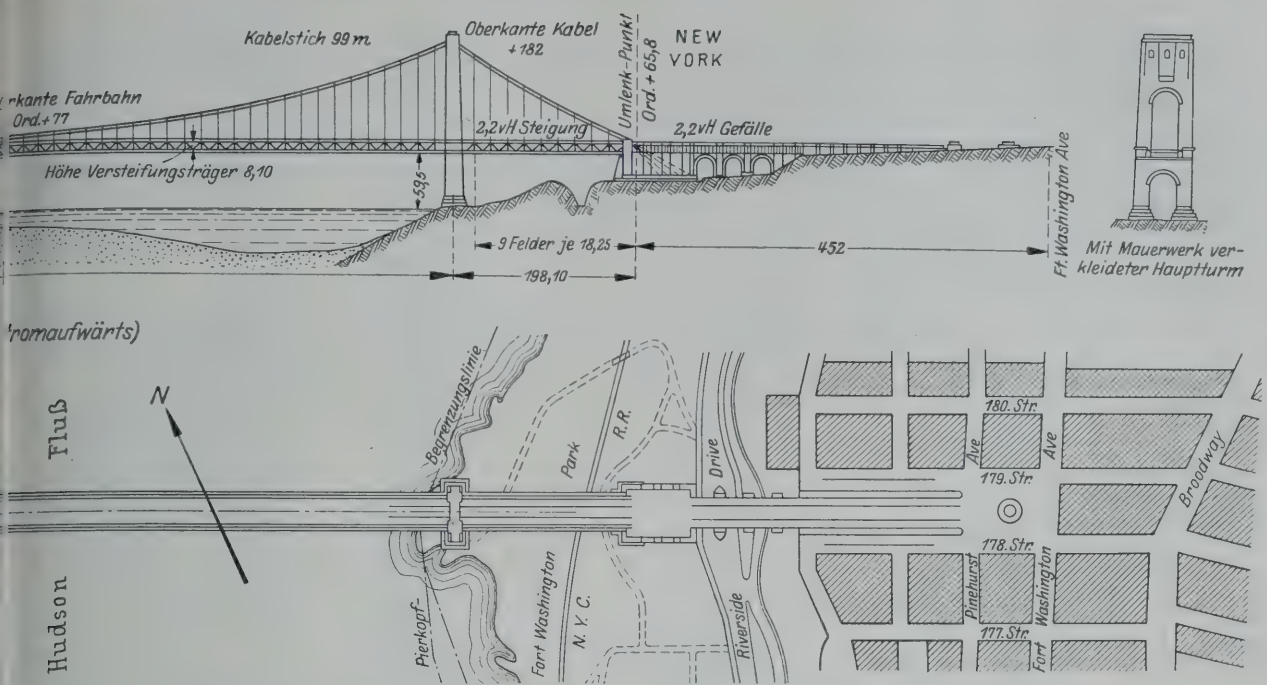
Plan, Kabel oder Kette so auszubilden, daß der obere Teil der Kette überhaupt erst beim zweiten Ausbau verlegt wird, falls er fallengelassen worden.

Falls eine Kette gewählt wird, setzt sie sich aus zehn einzelnen Gruppen, bestehend aus je sechs Augenstäben, also im ganzen 96 Stück, von im Mittel 5 × 40 cm Querschnitt zusammen, Abb. 11 und 12. Diese Gruppen sind in vier lotrechten und vier wagerechten Reihen angeordnet und ergeben einen nutzbaren Gesamtquerschnitt von 2,23 m² für jede Haupttrageebene. Die ausgelegten Verbindungsstücke der Augenstäbe werden 38 cm Dmr. auf. Nachteil der zweifachen Halbmal schwerer Augenstabbkette durch die größere Flexibilität des Gesamtsystems ausgeglichen werden. Übersichten der bemerkenswerten Kabel- und Kettenbrücken siehe auch Abb. 6 bis 8, zu

Abb. 5 bis 8 Vergleich der drei größten amerikanischen Hängebrücken und der Kölner Rheinbrücke



Zahlentafel 1 und



Zahlentafel 2

Übersicht verschiedener Kabelquer-
schnitte amerikanischer Hängebrücken

Name der Brücke	Fertig- stellung Jahr	Strang- zahl je Kabel	Draht- zahl je Kabel	Zahl der Kabel	Kabel- durch- messer mm	Kabel- querschnitt (für eine Brückenseite) m ²
Cincinnati	1867	7	2 590	2	310	0,054
Brooklyn	1883	19	5 358	4	400	0,172
Williamsburgh	1903	37	7 696	4	470	0,287
Manhattan	1910	37	9 472	4	540	0,368
Delaware	1926	61	18 666	2	760	0,362
New York	1932(?)	61	26 474	4	910	1,030

Die einzelnen Teile der Brücke

Für die Aufhängung des Versteifungsträgers sind in beiden Fällen Drahtseile von 7 cm Dmr. vorgesehen mit der Begründung, daß der verhältnismäßig schmale Flachverband in der oberen Fahrbahn sich in wagerechter Richtung verformen wird und eine möglichst gleichmäßige Übertragung der wagerechten Kräfte auf die bedeutend steiferen Haupttragskabel durch die nicht biegungsfeste Schlaufhängung am besten gewährleistet ist. Die Hängeseile werden in den Knotenpunkten des Versteifungsträgers in Abständen von 18,29 m (bei der Delaware-Brücke rd. 6,30 m) mittels je vier Seile befestigt, die in Schleifen über die Haupttragskabel oder die untersten Stangen der Augenstabskette geführt sind, vergl. Abb. 9 und 12. Die Befestigung der acht Seilenden an den oberen Fahrbahnquerträgern wird in der üblichen Weise mit Verankerungsköpfen durchgeführt, Abb. 13 und 14. Bei Wahl eines Kettenbaus liegen die vier Seile in Richtung der Brückenachse in Abständen von 0,33 m, 0,66 m, 0,33 m, bei Wahl einer Kettenschleife dagegen (Abstand zweier Gruppen von je zwei Seilen 2,28 m).

Bemerkenswert ist, daß hier zum ersten Mal bei einer größeren Hängebrücke der Versteifungsträger, selbstfalls für den ersten Ausbau, als überflüssig erachtet wird. Die große Spannweite und das riesige Eigengewicht der Kabel oder der Ketten sollen genügen, um eine nennenswerte Durchbiegung infolge der verhältnismäßig kleinen Verkehrslasten auftreten zu lassen; der im ersten Ausbau vorgesehene reine Straßenverkehr, ohne jegliche Schienenbahnen, ergibt ohnehin eine ziemlich gleichmäßig verteilte Belastung.

Erst wenn die verkehrsanziehende Wirkung der Brücke im zweiten Ausbau erfordert, soll der Versteifungsträger

Aufsicht der Ostrampe

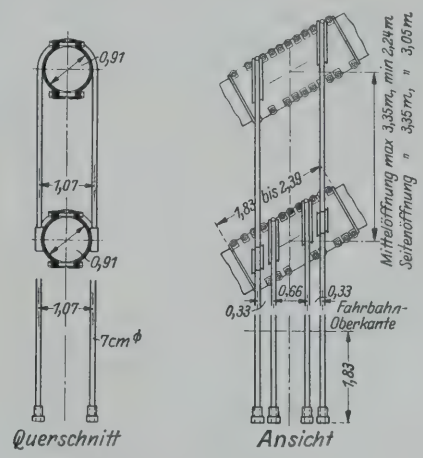


Abb. 9 und 10
Aufhängeseile und Kabelschellen bei Wahl von Haupt-
tragskabeln

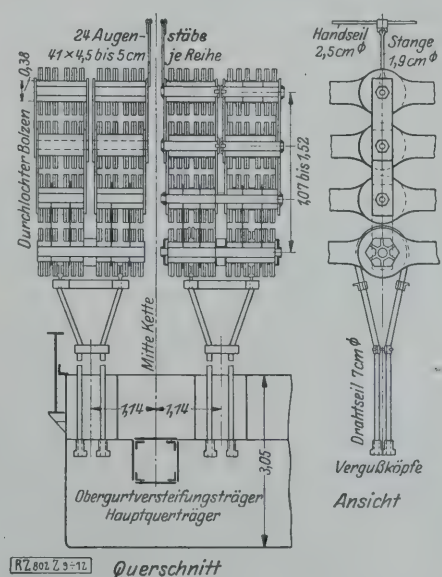


Abb. 11 und 12
Aufhängeseile bei Wahl von Augenstabsketten

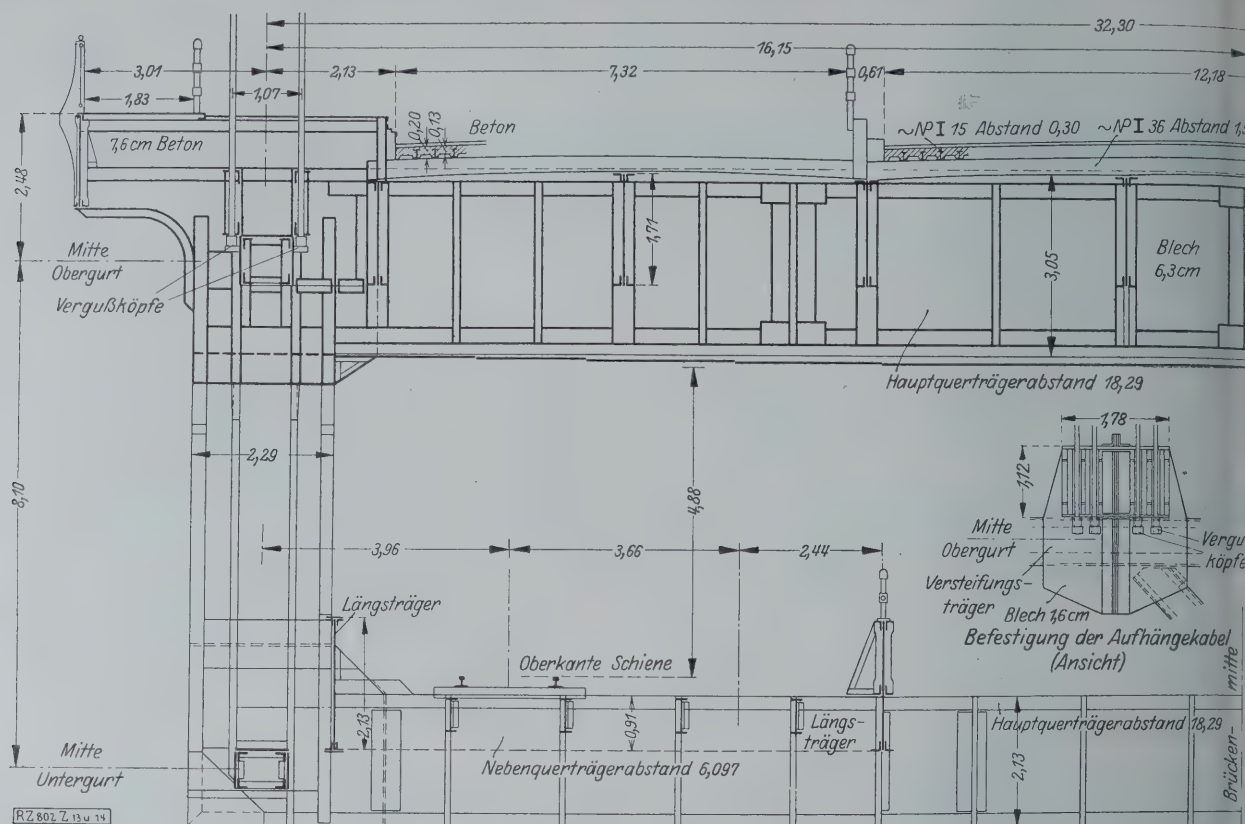


Abb. 13 und 14
 Fahrbahnquerschnitt (dünne Linien, zweiter Ausbauzustand)

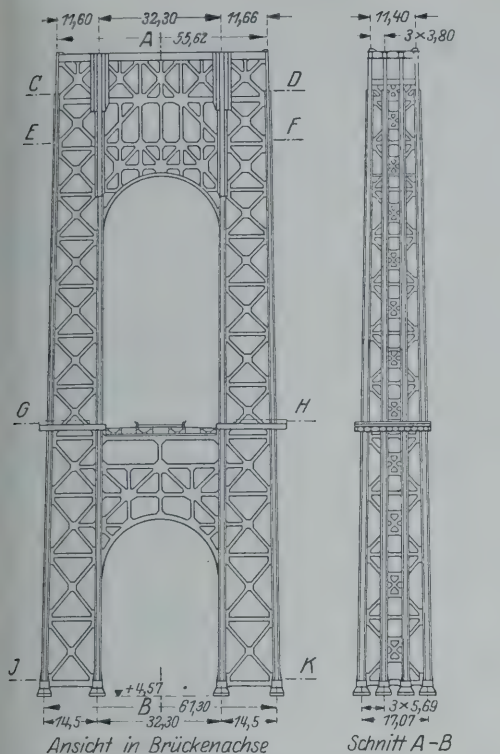
mit dem unteren Deck für die Schnellbahnen mit ihren schweren Einzellasten eingebaut werden. Durch Hinzufügen der Schrägen, Pfosten und eines Untergurtes — der Obergurt ist beim ersten Ausbau bereits eingebaut — wird der Versteifungsträger hergestellt, und zwar über den Mittelpfeilern nicht durchlaufend. Er dient dann lediglich dazu, örtliche Durchbiegungen der Kabel oder Ketten und somit der Fahrbahn infolge schwerer Einzellasten zu vermeiden und auf mehrere Hängeseilgruppen zu verteilen. Bei der Querschnittbestimmung ist in erster Linie die Knickfestigkeit maßgebend. Die Höhe des Versteifungsträgers beträgt nur 8,10 m; für die Mittelloffnung ergibt sich mithin das geringe Pfeilverhältnis von $\frac{1}{132}$. Die Obergurte dienen gleichzeitig als Gurte des bereits beim ersten Ausbau vorgesehenen Windverbandes. Der Knotenpunktabstand beträgt, wie schon erwähnt, 18,29 m; dazwischen sind steigende und fallende Schrägen angeordnet.

Den Brückenquerschnitt mit seinem Ober- und Unterdeck zeigen Abb. 13 und 14. Die 32,3 m langen, rd. 3,05 m hohen oberen Querträger sind, in ebenfalls 18,29 m Abstand, durch acht 1,71 m hohe Längsträger unter der Fahrbahn verbunden; die unteren Querträger von 2,13 m Höhe erhalten noch vier Längsträger von ebenfalls 2,13 m Höhe zur Aufnahme von Zwischenquerträgern mit 0,91 m Höhe in den Drittelpunkten.

Auf dem Oberdeck ergeben sich mithin drei nebeneinander liegende Fahrbahnen von 7,32 m, 12,18 m und 7,32 m, die durch zwei 1,83 m breite Fußwege begrenzt sind. Die vierspurige, mittlere Fahrbahn soll zuerst, die beiden seitlichen, zweispurigen, entsprechend dem Verkehrsbedürfnis, später ausgebaut werden. Beim zweiten Ausbau können durch Hinzufügung des Unterdecks bis sechs Schnellbahngleise oder weniger und dafür noch Straßenfahrbahnen eingebaut werden. Für die Straßenfahrbahn des Oberdecks ist eine 13 cm, an den Vouten 20 cm dicke Eisenbetonplatte mit längslaufender Profileisenbewehrung (etwa N.P.I. 15 entsprechend) vorgesehen, die sich über die in 1,52 m Abstand angeordneten Nebenquerträger spannt, vergl. Abb. 13. Die Schnellbahngleise des Unterdecks sind durch eine offene Konstruktion unterstützt.



Abb. 15
 Brückenansicht von Fort Washington aus. Turmverkleidung ausgeführt (zweiter Ausbau beendet).



Die Haupttürme bestehen aus einem tragenden Stahlgerippe, das mit Beton und einer Steinverkleidung umhüllt wird, Abb. 15 und 16 bis 22. Während man bei den ersten Entwürfen durch die Verbundwirkung des Eisensbetons, jedenfalls für den zweiten Ausbauabschnitt, den Beton mit zum Tragen heranziehen wollte, ist dieser Plan fallengelassen und das Eisengerippe stark genug konstruiert, um für sich allein genügend Tragfähigkeit zu bieten. Beton und Mauerwerk brauchen also erst nach Verkehrseröffnung oder gar beim zweiten Ausbau hinzugefügt werden. Vom rein ingenieurtechnischen Standpunkt aus betrachtet, dienen sie mithin lediglich als Wetterschutz und zusätzliche Sicherheit, z. B. bei wachsenden Verkehrslasten. Die beim Bau der Delawarebrücke noch maßgebende Ansicht, daß das Stahlgerippe auch unverkleidet in schönheitlich einwandfreie Formen gebracht werden kann, ist somit hier verlassen und eine, wenn auch einfache und wirkungsvolle, zusätzliche, verhüllende Schmuckform gewählt, über deren bauliche Sachlichkeit sich streiten läßt.

Jedes Turmbein setzt sich aus acht, fachwerkartig miteinander verbundenen Säulen zusammen; je vier in Brückenachse, die am Kopfende näher zusammenrücken, vergl. Abb. 16 bis 22. Oberhalb und unterhalb der Fahrbahnen ist eine portalartige Verbindung geschaffen. Die einzelnen Säulen bestehen aus zellenartig zusammen-genieteteten Profileisen mit einer inneren Zellenweite von 88 cm. In Stromrichtung beträgt der Abstand der äußeren Pfosten am Fuß 61,30 m, am Kopf 55,62 m, winkelrecht dazu am Fuß 17,07 m, am Kopf 11,40 m.

Die Lager auf den Turmköpfen sind über der inneren Säulenreihe angeordnet und setzen sich aus Gußstahlteilen zusammen. Bei der Kabelausbildung ist jedes Lager auf zwei Lagen von Walzen von je 20 cm Dmr. gestützt, Abb. 23 und 24, die untere Walzenlage ruht auf einem genieteteten Fuß. Bei der Kette besteht jedes Lager dagegen aus 4x4 Gruppen von Gußstahl-Pendelstützen in 3,90 m Abstand, Abb. 25 bis 27. Weitere Einzelheiten gehen aus Abb. 23 bis 27 hervor.

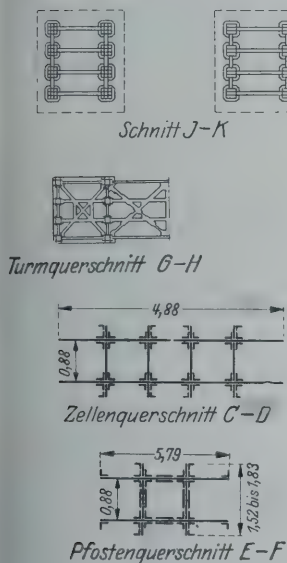


Abb. 16 bis 22 (oben)
Hauptturm-Stahlgerippe,
unverkleidet

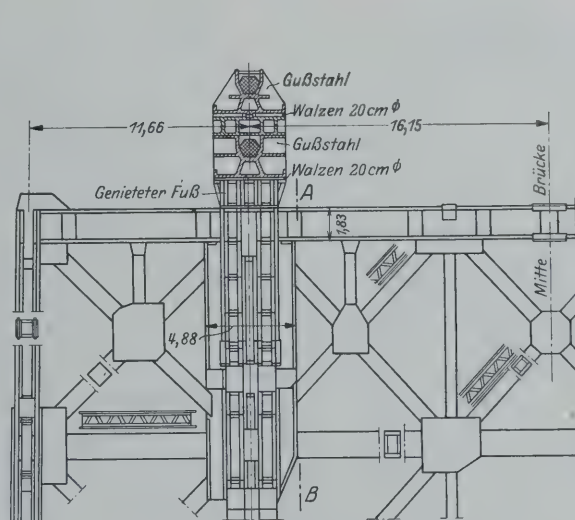
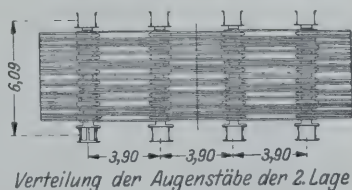
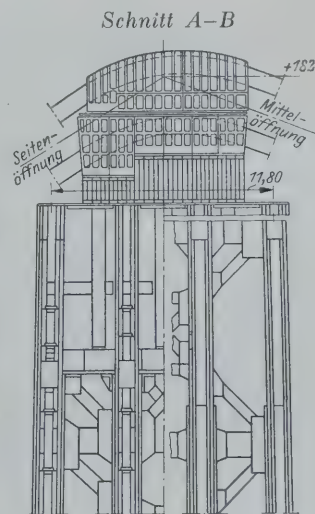


Abb. 23 und 24
Hauptturm-aufleger bei Wahl
von Haupttragkabeln



Aufsicht

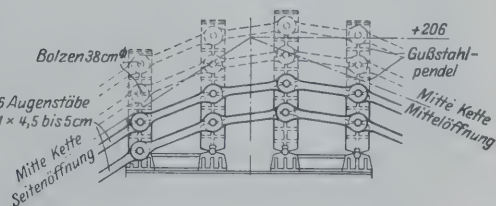
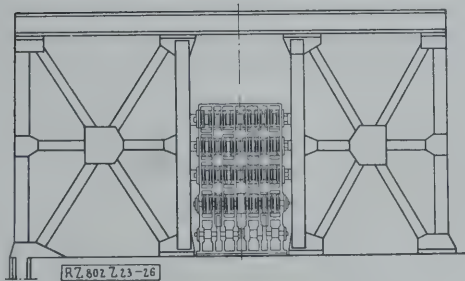


Abb. 25 bis 27
Hauptturm-aufleger bei Wahl
von Augenstabketten



Die Kabel oder die Ketten sollen auf der Seite von New Jersey durch Befestigung der einzelnen Stränge in 76 m langen, schräg in den natürlichen Felsen getriebenen Ankerstollen befestigt werden. Auf der New Yorker Seite muß dagegen eine Schwergewichtsverankerung aus Betonmauerwerk geschaffen werden, die in dem gleichen Abstand von den Haupttürmen wie die linksseitige, durch den Felsen in ihrer Lage bestimmte Verankerung, angeordnet ist. Dadurch soll ein symmetrisches Brückenbild geschaffen werden. Die anschließenden Rampen sind als Betonbogen weitergeführt.

Die Fundamente der Verankerungen und des östlichen Mittelpfeilers können im Trocknen ausgeführt werden; für den westlichen Pfeiler muß erforderlichenfalls eine Luftdruckgründung gewählt werden, da der Felsboden dort 30 m unter MHW liegt.

Für die statische Berechnung dieser Riesenbrücke sind die Verkehrslasten entsprechend einer wachsenden Belastungslänge vermindert, von der Erwägung ausgehend, daß eine volle Brückenbelastung sämtlicher Spuren auf die ganze Länge von 1463 m einen kaum jemals auftretenden Ausnahmefall darstellt. Für die Längsträger mit einer Belastungslänge von 18,29 m sind daher 46 t/m Brückenlänge für die Querträger, bei einer Belastungslänge von zwei Feldern, also 36,58 m, nur 28,7 t/m gewählt; für die Aufhängeseile bei einer Belastung über fünf Felder, also 91,44 m, sind dagegen bloß 26,8 t/m und schließlich für die Haupttürme, Kabel oder Ketten und Verankerung bei Vollast auf der ganzen Brückenlänge von 1463 m 11,9 t/m zugrunde gelegt. Es ist dafür jeweils der ungünstigste Fall der Vollbelastung von Ober- und Unterdeck gleichzeitig angenommen.

An Baustoffen werden drei Stahlsorten verwendet. Für die Hauptteile der Türme und des Fahrbahngerippes wird ein Siliziumstahl, voraussichtlich mit einem, mit St. Si verglichen, sehr geringen Silizium-

gehalt, für die Füllungsstäbe der Türme und weniger wichtigen Teile des Fahrbahngerippes ein gewöhnlicher Kohlenstoffstahl verwendet. Bei Ausführung einer Aufhängeseile wird ein ausgeglühter Kettenstahl mit einer Bruchfestigkeit von mindestens 7350 kg/cm² und einer Elastizitätsgrenze von mindestens 5250 kg/cm² bei einer zulässigen Beanspruchung einschließlich Nebenspannungen 3500 kg/cm² vorgeschrieben. Bei Ausführung eines Kabels ist dagegen ein kalt gezogener verzinkter Stahldraht mindestens 15 400 kg/cm² Bruchfestigkeit und mindestens 10 500 kg/cm² Elastizitätsgrenze bei einer zulässigen Beanspruchung ausschließlich Nebenspannungen 5740 kg/cm² vorgesehen. Schließlich ist bei den Gurten des Versteifungsträgers im ersten Fall für die Mittelöffnung ein Silizium-, für die Seitenöffnung gewöhnlicher Kohlenstoffstahl, im zweiten Falle Nickel-Siliziumstahl wegen der größeren Durchbiegung und hin auch größeren Beanspruchungen vorgeschrieben.

An Eigengewichtslasten hat dann die statische Berechnung für eine Kettenbrücke in der Mittelöffnung 74,4 t/m, in den Seitenöffnungen 83,4 t/m, für eine Kabelbrücke 58 und 60,5 t/m ergeben.

Die Kosten des gesamten Baues sind auf 75 Mill. geschätzt, von denen auf den ersten Ausbau etwa 55 60 Mill. entfallen. Auch soll die Brücke, nach den zu erwartenden günstigen Ergebnissen der Zolleinnahmen der Delawarebrücke⁶⁾, durch den Verkehr sich selbst zahlen machen. Für 20 Mill. \$ Obligationen sind bereits gezeichnet und dienen zur Ausführung der schon im Angriff genommenen Gründungsarbeiten des westlichen Hauptturms und der Verankerung. Die Verkehrseröffnung ist im Jahre 1932 geplant. Der Entwurf der Brücke stammt von O. H. Amman, dem Brückeningenieur der New Yorker Hafenbehörde. [B 802]

⁵⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 1210.

Armin Engelhard †

Am 5. Oktober verschied völlig unerwartet in Offenbach der Generaldirektor der Firma Collet & Engelhard, Dr.-Ing. E. h. Armin Engelhard, an einem Herzschlage, während er in gewohnter Frische und Lebendigkeit eine neue Maschine vorführte. Damit ist ein arbeitsreiches und erfolgreiches Leben viel zu früh für seine Firma und für den deutschen Werkzeugmaschinenbau zum Abschluß gekommen.

Der Verstorbene wurde 1869 in Offenbach geboren als vierter Sohn des Kommerzienrates Otto Engelhard. Nach praktischer Arbeit in der väterlichen Fabrik besuchte er die Technische Hochschule Karlsruhe. Nach Beendigung seiner Studien trat er 1893 in die väterliche Firma ein, der er über 30 Jahre lang seine ganze Arbeitskraft widmete. Seit 1899 war er in der Geschäftsleitung tätig; 1913 wurde er bei der Umwandlung der Firma in eine Aktiengesellschaft zum Generaldirektor ernannt.

Er erkannte frühzeitig, daß nur durch die Einschränkung des Bauprogrammes auf wenige Maschinentypen Erfolge möglich seien und verfolgte auch zäh den Gedanken der Vereinheitlichung von Maschinenteilen. Seit seinem Eintritt in die Leitung hat das Werk einen bedeutenden Aufschwung genommen. Die Zahl der Arbeiter stieg bedeutend, und große und mustergültige Neubauten entstanden. Auf dem Gebiete der schweren Bohr- und Fräswerke, der Sonderfräsmaschinen, der Kesselbohrwerke, beweglichen Bohrmaschinen, Sondermaschinen für den Lokomotivbau, für Eisenbahnwerkstätten und die Heizungsindustrie erlangte die Firma hohen Ruf. Mit beweglichem Geiste hat der Verstorbene alles Neue auf seinem Fachgebiete verfolgt und besonderes Interesse an wissenschaftlichen Untersuchungen bekundet.

Neben der Arbeit für seine Firma hat Armin Engelhard eine bedeutsame Tätigkeit im öffentlichen und wirtschaftlichen Leben entfaltet. Er gehörte dem Verein deutscher Ingenieure seit 1897 an; 1919 bis 1921 war er Vorsitzender des Frankfurter Bezirksvereines, war stellvertretender Vorsitzender des Vereins Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken und Vorsitzender im Verband Deutscher Metallindustrieller, Ortsgruppe Offenbach. Er gehörte weiter dem Hauptausschuß der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure an und kleidete eine Anzahl Ehrenämter seiner Vaterstadt.

In Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Entwicklung des deutschen Werkzeugmaschinenbaues, insbesondere auch dessen vorbildlicher Organisation und weit vorausschauenden Normung, wurde ihm im Jahre 1923 von der Technischen Hochschule Darmstadt die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen. Er zeigte stets großes Interesse an der Entwicklung der Hochschule, war ein eifriges Mitglied der Vereinigung von Freunden der Technischen Hochschule und nahm ständigen Anteil an Arbeiten, die in den Laboratorien der Hochschule ausgeführt wurden.

Nicht nur als Fachmann, sondern auch als Mensch wurde er von allen, die mit ihm in nähere Berührung traten, hoch geachtet. Sein frisches Wesen, die Echtheit seines Charakters, die Sachlichkeit und Lauterkeit seiner Bestrebungen mußten Jeden für ihn gewinnen. Er hatte ein warmes Herz für seine Arbeiter, die ihm volles Vertrauen schenkten. Ihre Anhänglichkeit zeigte sich in rührender Weise bei seinem Tode.

Sein früher Heimgang traf seine Familie besonders hart. Neben seiner treusorgenden Gattin trauern um ihn vier Kinder, denen er ein lieber Vater und Vorbild treuer Pflichterfüllung war. [P 926]

Nebenströmungen in gekrümmten Kanälen

Von Dipl.-Ing. A. Hinderks, Hannover

Entstehung der Doppelquerwirbel in Krümmern durch Wandreibung, Versuchsergebnisse von Lell, Geschwindigkeitsrichtungen im Krümmer. Beschreibung der in der Versuchsanstalt für Grund- und Wasserbau der T. H. Hannover ausgeführten Versuche nach neuem Verfahren. — Aus den Grenzschicht-Strombildern bei wirbelfreien Krümmern und Krümmern mit Wirbelräumen wird auf den Verlauf der Nebenströmung geschlossen. — Strömungserscheinungen an Schaufelprofilen.

Untersuchungen von Strömungen in einem gekrümmten Rohr oder Kanal wird man im allgemeinen in Kanälen größerer Abmessungen und der Rauhgigkeit zunächst eine reibungslose nicht eindrückbare Flüssigkeit voraussetzen. Bei einer ebenen stationärer Strömung dieser Flüssigkeit Einführung eines Geschwindigkeits-Potentials Φ sich dann die Potentialkurven $\Phi(x, y) = \text{konst.}$, sowie Kurven $\Psi(x, y) = \text{konst.}$, die Stromlinien, ersteren senkrecht stehen; die Potentialfunktion Φ die Stromfunktion Ψ genügen der Laplaceschen Differential-Gleichung und sind verbunden durch eine analytische Funktion Z , derart, daß $Z = f(z) = f(x + iy) = \Phi + i\Psi$, daß also Φ reeller und Ψ imaginärer Bestandteil einer beliebigen Funktion der komplexen Variablen $z = x + iy$ sind.

Wenn diese Funktion bekannt, so läßt sich durch Netzabbildung das Strombild für den gesuchten Fall darstellen, und man kann die Geschwindigkeitskomponenten v_x, v_y durch die Beziehung $v = \text{grad } \Phi$ aus einem an einem Punkte der Strömung bekannten Werte v ableiten.

Wenn man sich also auf die Untersuchung der Strömung beschränkt, wird man nach einer solchen Funktion suchen, die die Darstellung des Strombildes und die Auswahl zweier passender Grenzstromlinien als Kanalbegrenzungen gestattet; oder, man wird sich eine, wo eine gegebene Kanalform für die rechnerische Lösung zu schwierig erscheint, der bekannten zeichnerischen Methoden der Potentialtheorie bedienen, um die Geschwindigkeitsverteilung und den Energieverlauf längs eines Schnittes, einer Stromlinie oder einer Kanalwandungsweise zu finden.

Die vorerwähnten Auswertungen von Versuchen sind mehr durchgeföhrt, und Messungen nach verschiedenen Verfahren haben gezeigt, daß bei Kanälen mit sanften Krümmungen und glatten Wänden sowohl hinsichtlich der Geschwindigkeits- als auch der Druckverteilung für erste Schätzrechnungen die aus der Theorie ermittelten Werte benutzt werden können.

Für genauere Untersuchungen muß man beim Auswerten der Meßergebnisse aber die physikalischen Eigenschaften des Wassers berücksichtigen, da bei der wirklichen Strömung durch den Zähigkeitseinfluß eine Änderung des Strömungszustandes hervorgerufen wird. Vor allem ist die unterschiedliche Größenordnung der Wandreibung gegenüber der inneren Flüssigkeitsreibung, die die Hauptströmung die verschiedenartigsten Nebenströmungen überlagert werden. Eine rechnerische Lösung dieser Strömungserscheinungen ist zur Zeit nicht möglich, man kann bisher nur in besonders einfachen Fällen auf Grund bekannter hydraulischer Beträge über die Flüssigkeitsreibung den allgemeinen Verlauf der Nebenströmung ermitteln und durch Versuchsergebnisse Werte des statischen Druckes oder der Geschwindigkeitsrichtung auf ihre Wirkung zurückführen.

Da die Wandreibung mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst, wird der Druckverlust an der Krümmerwand bedeutend größer als an der Innenwand sein, und im Innern der Flüssigkeit dieser Abfall von der Wand nach innen auch nicht annähernd so groß wird. Der Reibungsverlust überlagert sich dem Gleichgewichtsverlauf der ideellen Strömung als Zusatzdruckverteilung und ruft zunächst eine Nebenströmung in der Grenzschicht von der Krümmeraußenwand zur Krümmerinnenwand hervor. Dadurch entsteht in den Mittelteilen des Kanals ein Gegenstrom, so daß sich ein Doppelquerwirbel, Abb. 1 und 2, bildet.

Diese Doppelquerwirbel in gekrümmten Kanälen sind allgemein bekannt und auch bereits hier und da, z. B.

bei Staubabscheidern nützlich verwertet worden¹⁾. Im allgemeinen stellt aber die Nebenströmung eine Verlustquelle im Krümmer dar, die wegen ihres unbekannten Verlaufes schwer zu erfassen ist.

Mittels verdichteter Luft, durch Düsen mit feinen Bohrungen an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Schichthöhen eines Kreiskrümmers von 180° mit rechteckigem Querschnitt eingeblasen, hat Lell²⁾ die Nebenströmungen sichtbar gemacht. Die Luftfäden geben die aus Neben- und Hauptströmung resultierende Geschwindigkeitsrichtung an und zeigen, daß die Nebenströmung tatsächlich als Doppelwirbel auftritt. Dabei ist die Ausbreitung der Nebenströmung auf die inneren Schichten ersichtlich. Da die Stromrichtung nur an einzelnen Stellen bestimmt wird, ist die Geschwindigkeitsverteilung nur ganz allgemein zu ermitteln.

Um nun ein genaueres Bild der Strömung in der Grenzschicht zu erhalten, habe ich bei Untersuchungen an Kanalkrümmern die Wände des Kanals, insbesondere die abnehmbare Deckplatte aus Glas, mit einer von Wasser schwer lösbaren Farbe — verschieden stark angerührte, weiße Öl- und Lackfarben — bestrichen. Bei ausreichender Geschwindigkeit wird dann die noch

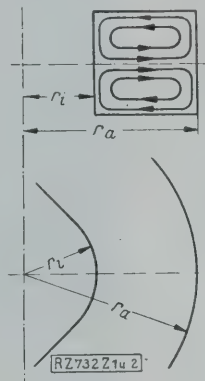


Abb. 1 und 2
Doppelquerwirbel in einem
Kreiskrümmer

nicht getrocknete Farbschicht in Form von winzigen Wirbeln nach ganz bestimmten Richtungen langsam weggeschwemmt. Besonders unter der Lupe ist die langsame Entstehung des Grenzschicht-Strombildes gut zu verfolgen.

Abb. 3 bis 6 stellen Versuche dar mit drei verschiedenen wagerecht liegenden Krümmermodellen. Die Modellabmessungen entsprechen einer von Grether³⁾ untersuchten Krümmermodellgruppe, nur der Querschnitt des Kniekrümmers, Abb. 5, ist anders gewählt. Die Modelle sind in Holz hergestellt, sie konnten daher nicht so genau ausgeführt werden, wie die von Grether verwandten Messingmodelle. Innen wurden die Modelle jedoch sorgfältig geglättet, und man darf daher annehmen, daß die Druckverteilung hier angenähert so verlaufen wird, wie sie von Grether angegeben ist. Die Wassermenge konnte von rd. 3 auf 6,3 l/s, entsprechend 1,5 bis 3,1 m/s Geschwindigkeit gesteigert werden, jedoch wurden nur gute Strömungsbilder erzielt bei mittleren Geschwindigkeiten über rd. 2 m/s, entsprechend einer Wassermenge von 4 l/s. Eine Abhängigkeit des Strömungsbildes von der Geschwindigkeit konnte in dem untersuchten Bereich nicht festgestellt werden.

Die Versuchsanordnung für das Kreiskrümmermodell zeigt Abb. 7. Um die Störungen an der Übergangsstelle von der Schlauchleitung zum Modell zu beseitigen, ist im

¹⁾ s. Isaachsen: Über die Wirkungen von Zentrifugalkräften in Flüssigkeiten und Gasen, „Zivilingenieur“ 1896.

²⁾ Lell: Beitrag zur Kenntnis der Sekundärströmungen in gekrümmten Kanälen, Diss. Darmstadt 1913.

³⁾ H. Grether: Über Potentialbewegung tropfbarer Flüssigkeiten in gekrümmten Kanälen, Dissertation Karlsruhe 1908.

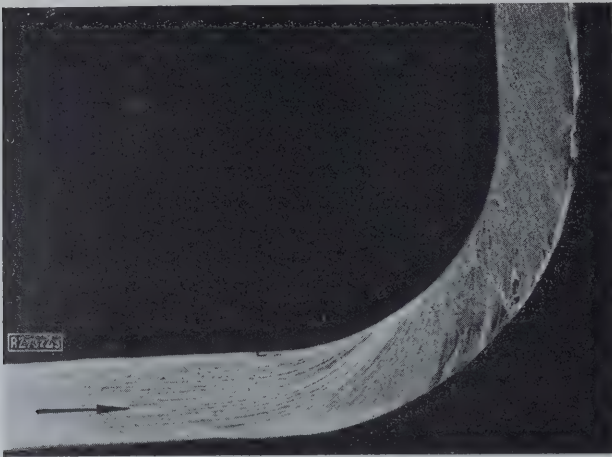


Abb. 3
Nebenströmung am Glasdeckel

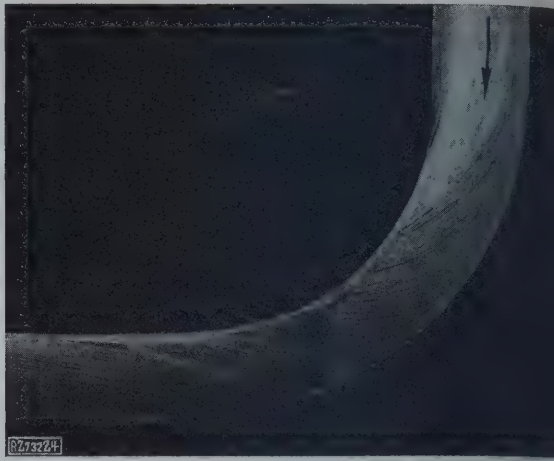


Abb. 4
Nebenströmung am Holzboden

Abb. 3 und 4
Kreiskrümmen von 45 . 45 mm² Querschnitt, 145 mm mittlerem Krümmungshalbm. und 90 ° Krümmungswinkel

Abb. 5
Knie-
krümmen von
45 . 45 mm²
Querschnitt
und 90 °
Krümmer-
winkel



Abb. 6
Hyp
krümm
45 mm
höhe,
mm² E
Ausla
schnitt
87 °
merv

Abb. 3 bis 6
Versuche an drei verschiedenen, wagerecht liegenden Krümmermodellen

Einlauf ein Gleichrichter aus dünnwandigen Messingröhrchen eingebaut worden. Bei einem Versuch ohne Gleichrichter zeigten die Farbfasern vom Einlauf an einen Schraubenwirbel, der eine Vorwirkung der Krümmung anzudeuten schien; der Gleichrichter beseitigt diese Ein-

laufstörung; Abb. 3 bis 6 zeigen, daß in der ersten Schicht die sekundäre Wirkung der Umlenkung des Wassers erst kurz vor dem Krümmer sichtbar wird. Nach mehrfachen Messungen darf man dasselbe für die inneren Schichten der Strömung als sicher annehmen.

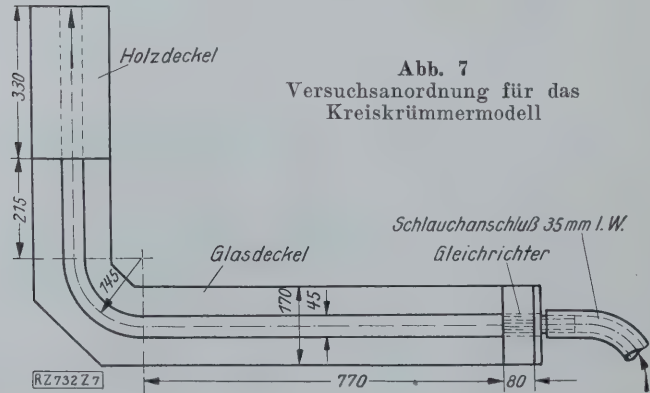


Abb. 7
Versuchsanordnung für das
Kreiskrümmmodell

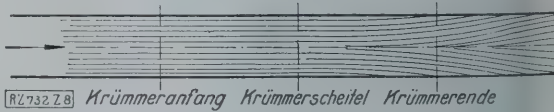


Abb. 8
Abgewinkelte Krümmeraußenwand



Abb. 9
Abgewinkelte Krümmerinnenwand

Abb. 8 und 9
Farbstriche an den Wänden zeigen die Symmetrie
der Wirbel zur Mittelschicht der Strömung

Abb. 3 und 4 zeigen die Nebenströmung je an dem deckel und am Holzboden des Kreiskrümmersmodells bringen den Nachweis, daß die Nebenströmung sich Doppelwirbel ausbildet. An den Seitenwänden Krümmers waren nach beendeten Versuch zudem Farbstrichzeichnungen zu erkennen, Abb. 8 und 9, aus denen die Symmetrie der Wirbel zur Mittelschicht der Strömung hervorgeht.

An der Innenwand, in der Nähe des Krümmerscheitels, zeigen sich die Grenzschichtstromlinien, wo infolge der Strömungsprofilbildung eine starke Beschleunigung des Wassers in den der Innenwand benachbarten Stromfäden einsetzt, stark zusammen, Abb. 3 bis 6, 12 und 13. Zur Innenwand strömende Wasser der Nebenströmung wird hier für die Beschleunigung mitverwandt und setzt von den äußeren Stromfäden mitgebrachte höhere kinetische Energie teilweise in Geschwindigkeit um. Es besteht also hier noch kein Grund für ein Zurückströmen des Wassers in der Mittelschicht nach der Außenwand, man muß annehmen, daß vor dem Scheitel nur die Schichten an der sekundären Bewegung beteiligt

Der eigentliche Doppelwirbel entsteht erst im Gebiet vor dem Krümmerscheitel, in dem außen eine Beschleunigung, innen eine Verzögerung des Wassers auftritt, die Geschwindigkeitsverteilung wieder gleichmäßig wird. Da an der Wandung auch in diesem Gebiet die Nebenströmung nach wie vor von der Außen- zur Innenwand verläuft, so wird jetzt in den mittleren Schichten ein Nachfließen in gegenläufigem Sinne stattgefunden und durch Mitschleppen der Kernschichten der Doppelwirbel der gesamten Fließmenge zustande kommt. Wo dieser Zustand eintritt, ist bisher nicht festgestellt worden und wird von der Krümmung der Kanalwände und der Querschnittsbildung abhängen. Von kurz hinter dem Krümmerscheitel die Luftfahnen von 10 mm Schichthöhe — der ganze Kanal ist 100 mm, ein Wirbel also etwa 50 mm hoch — eine kleine Ablenkung nach innen zu haben, so daß hier bereits die Nebenwirbel fast ausgebildet sein könnten; genaueres ist nicht aus den Aufnahmen nicht zu schließen.

Die Arbeit zur Erzeugung der Quergeschwindigkeit, da die Wirbel hinter der Krümmung allmählich wieder verschwinden, als Verlustarbeit zu betrachten. Sie wird je nach der Form des Krümmers einen mehr oder weniger großen Anteil des Gesamtverlustes darstellen und darf dabei dessen Bestimmung keineswegs vernachlässigt werden. Der Versuchstand des Verfassers war für Verlustuntersuchungen nicht eingerichtet.

Von Lell ist an dem erwähnten Krümmermodell die Druckverteilung genauer untersucht worden. Abb. 10 und 11 zeigen die Druckverteilung über der Krümmerinnenwand. Man sieht, wie vor dem Krümmerscheitel der Druck in der Mittelschicht, also im Gebiet stärkster Beschleunigung sinkt; sobald sich aber der Querwirbel voll ausgebildet hat, zeigt sich ein wachsendes Ansteigen in der Mittelschicht, die nach Abb. 1 und 2 als Folge der

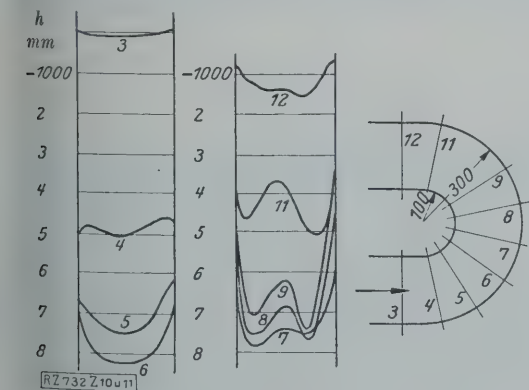


Abb. 10 und 11

Untersuchung der Druckverteilung in einem Krümmermodell durch Lell

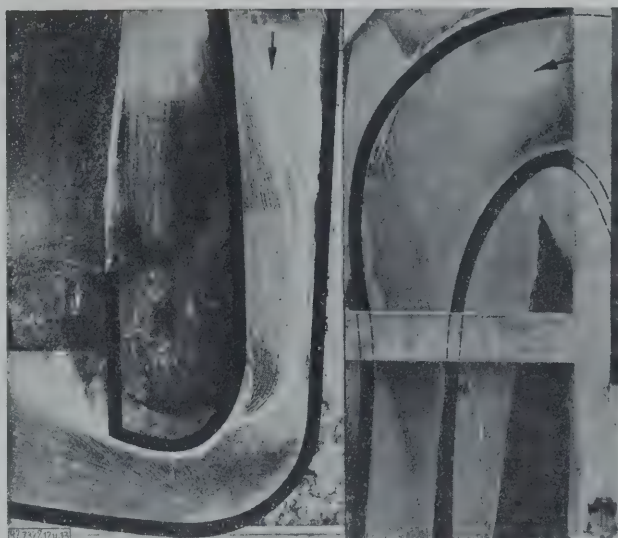


Abb. 12 und 13

Durch Holzschablonen mit Blechverkleidung gebildete Krümmern, die vorn mit Glas abgedeckt sind.

Krümmernwirkung der beiden gegeneinander fließenden Sekundärströme zu erklären ist.

Für genauere Untersuchungen fehlt noch ein brauchbares Verfahren für die Ermittlung der Fließrichtung in den inneren Stromschichten.

Die Krümmern, Abb. 12 und 13, sind durch Holzschablonen mit Blechverkleidung gebildet und vorn mit Glas abgedeckt. Die Stromprofile sind in den Abbildungen durch schwarze Umrandung gekennzeichnet. Die Aufnahmen sind während des Versuchs gemacht.

Der Krümmern, Abb. 12, hat einen senkrechten Einlauf und wagerechten Auslauf in die Atmosphäre. Der engste Querschnitt beträgt $82 \times 302 \text{ mm}^2$, die durchfließende Wassermenge rd. 85 l/s. Eine oberhalb liegende, nicht sichtbare gekrümmte Zuleitung ruft im Einlauf eine starke Schräglage der Wandstromlinien hervor. Die Anhäufung der Wandstromlinien vor dem Krümmerscheitel ist deutlich zu erkennen. Die Strahlverbreiterung am Auslauf, die schon verschiedentlich in der Literatur erwähnt wird⁴⁾, erstreckt sich nicht über den ganzen austretenden Strahl, sondern nur auf die der Vorder- und Hinterwand des Modellkastens benachbarten Wasserschichten. Auch sie ist eine Folge der Querströmung; die Nebenströme finden hier keine Krümmerinnenwand vor, die sie zu einem Abbiegen nach innen zwingt, und rufen daher eine seitliche Verbreiterung des austretenden Strahles hervor.

Das zweite Modell, Abb. 13, hat einen senkrechten Auslauf in die Atmosphäre. Naturgemäß hat hier die Nebenströmung die entgegengesetzte Wirkung; da die Schwerkraft hier nicht bewirkt, daß der ganze Querschnitt von Wasser erfüllt bleibt, dringt die Luft keilförmig in den Auslauf hinein. Neben den scharf sichtbaren Strahlen ist in dem Gebiet, wo Luft vorhanden ist, der Farbstoff fast im ursprünglichen Zustand haften geblieben und nur durch Wasser-Luft-Spritzer etwas verwaschen.

Zu noch eigenartigeren Erscheinungen führt die Querstromdarstellung in der Grenzschicht bei Krümmungen, in denen infolge der Formgebung Wirbelräume auftreten. In zwei solchen Fällen, Abb. 5 und 6, ist eine Rückströmung in der Grenzschicht zu beobachten sowohl an der Außenkrümmung im Gebiet des Krümmerscheitels und auch an der Innenkrümmung kurz hinter dem Scheitel. Wie weit sich an der Außenkrümmung die Rückströmung auf die von der Wandung entfernteren Schichten ausbreitet, ließ sich aus den Versuchen nicht entnehmen.

Der bei dem Kniekrümmer, Abb. 5, an der Innenwand entstehende Wirbeltotraum wird nun in den mittleren Schichten bedeutend größer als in der Grenzschicht

⁴⁾ s. Isaachsen: Über einige Wirkungen von Zentrifugalkräften in Flüssigkeiten und Gasen, „Zivilingenieur“ 1896.

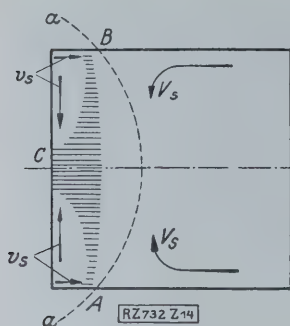
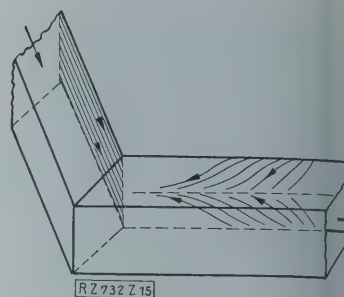


Abb. 14
Strömungsverlauf im Querschnitt hinter dem Scheitel des Kniekrümmers

sein, da im Innern das Wasser mit größerer Geschwindigkeit über den Krümmerscheitel hinauschießt. Im Querschnitt hinter dem Scheitel würde dann die Grenze zwischen dem Hauptstrom- und dem Wirbelraum etwa nach der Linie a—a, Abb. 14, verlaufen. Im Hauptstromgebiet möge zunächst V_s die normale Nebenstromrichtung andeuten. Im Wirbelraum herrscht eine starke Rückströmung zum Scheitel hin, Abb. 5, 6 und 15. In dem in Abb. 14 schraffierten Gebiet dürfte die rückwärts gerichtete Geschwindigkeit bedeutend größer sein als in den Profilecken, so daß bei A, B und C ein verstärkter Druckabfall durch Reibungsverluste auftreten müßte und die Richtung der im Wirbelraum beobachteten Querkomponenten v_s der Wandströmung erklärt wäre. Wie weit sich dabei die normale Nebenströmung im Hauptstromraum noch ausbildet, ist nicht ohne weiteres zu entscheiden. Anscheinend wird die Querkomponente v_s , sobald sie das durch Schraffur gekennzeichnete Gebiet erreicht, durch die Rückströmung vernichtet. In größerer Entfernung von dem Krümmerscheitel und in dem aus dem Kanal frei austretenden Strahl habe ich sogar eine vollkommene Umkehrung der Nebenströmung beobachtet. Dies dürfte auf die Wirkung der an der Krümmersinnenseite in einiger Entfernung nach dem Scheitel abschwimmenden Wirbel zurückzuführen sein. In diesem Gebiet wird die Geschwindigkeit außen größer sein und

Abb. 15
Stromverlauf an der Innenwand eines Kniekrümmers, nach einem Versuch gezeichnet



die Querströmung daher infolge vermehrten Reibungslustes an der Wand in die angedeutete Richtung gehen werden.

Die Wände des Hyperbelkrümmers, Abb. 6, sind Grenzstromlinien aus einem Potentialnetz passend gewählt und asymptotisch in parallele Wände übergegangen. Die theoretische Strömung ist durch die Funktion des Netzes vollkommen bekannt, die Linien gleichen Druckes und gleicher Geschwindigkeit bilden konzentrische Kreise um den Asymptotenschnittpunkt. Die Ergebnisse der Messung an einem Krümmer dieser Form von Grenzstromlinien zeigen nun eine starke Abweichung von den theoretischen Werten, und bei turbulenter Strömung hat der Hyperbelkrümmer trotz kleinerer mittlerer Geschwindigkeit im Gebiet des Krümmerscheitels keinen geringeren Druckverlust als der Kreiskrümmer.

Aus dem Strombild der Grenzschicht ist dieses günstige Ergebnis recht verständlich; die Wandströmung des Hyperbelkrümmers zeigt eine starke Verwandtschaft mit der des Kniekrümmers. Das strömende Wasser bildet sich ein Wirbelraum, der dann ganz ähnlich den erweiterten Scheitelquerschnitt nicht voll aus, sondern es bildet sich ein Wirbelraum, der dann ganz ähnlich Nebenströmungen wie beim Kniekrümmer hervorbringt.

Wie besonders neuere Arbeiten zeigen⁵⁾, können Durchfluß des Wassers durch die Leit- und Laufräder

⁵⁾ s. Hydraulische Probleme, Berlin 1926.

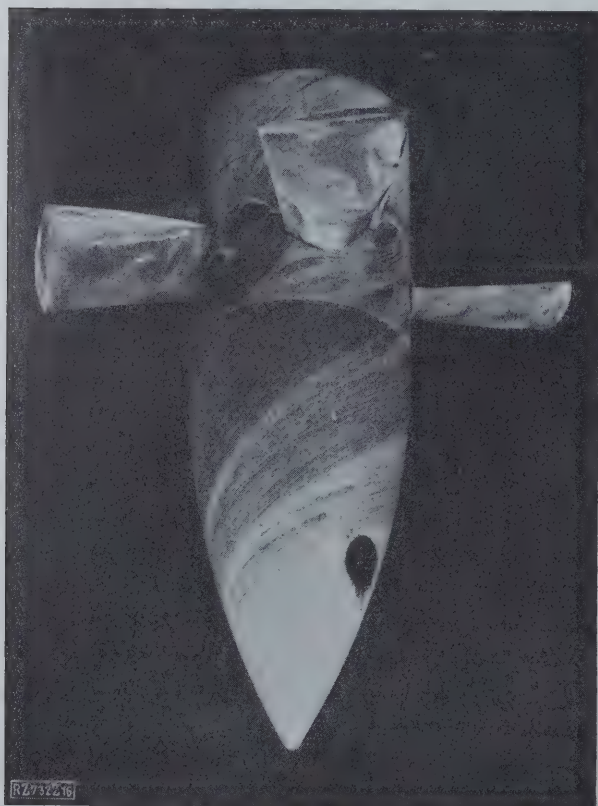


Abb. 16
Relative Bewegung des Wassers in der Grenzschicht der Nabe und der Schaufeln eines Propellerlaufrades

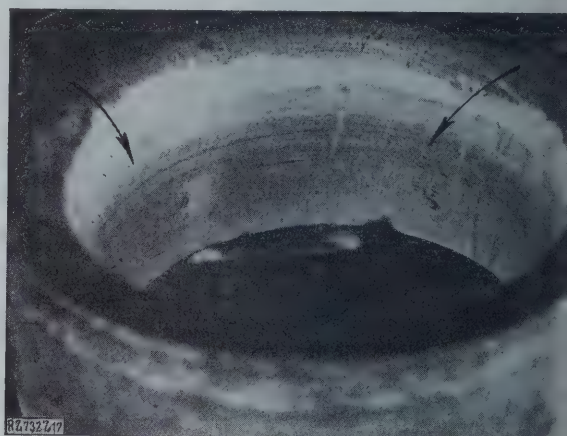


Abb. 17
Absolutströmung am festen Außenkranz des Laufrades

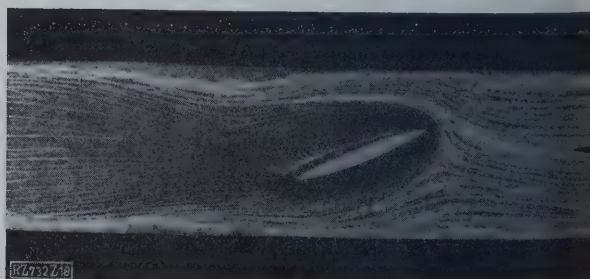


Abb. 18
Nachbildung einer Versuchseinrichtung von Föttinger

ale von Turbinen und Pumpen Nebenströmungen das treten von Anfressungen der Kanalwände begünstigen. Einige in dieses Gebiet fallende Versuchsergebnisse in Abb. 16 bis 18, die nach beendetem Versuch gemacht den sind. Abb. 16 zeigt die relative Bewegung des sers in der Grenzschicht der Nabe und der Schaufeln s Propellerlaufrades. Das Modell, ein Versuchs- schen der Amme-Luther-Werke, Braunschweig, arbeitete rend des Versuches im Bereich der Hohlraumbildung, gefährdeten Stellen sind auf der Unterseite der Schau- sichtbar; die Richtung der Strömung und die Ausbil- g von Wirbeln an den Schaufelansatzstellen sind deut- zu erkennen. Abb. 17 gibt die Absolutströmung an dazugehörigen festen Außenkranz wieder.

Eine Versuchseinrichtung von Föttinger⁶⁾ ist vom fasser in anderem Maßstabe nachgebildet, Abb. 18, und r ist ein Kanalquerschnitt von $45 \times 45 \text{ mm}^2$ gewählt, Länge des Schaufelprofils beträgt 32 mm, seine größte e 3 mm, die Wassergeschwindigkeit liegt zwischen d 4 m/s.

9) s. Hydraulische Probleme, S. 33.

Bei den von Föttinger angegebenen Versuchen wurde mit Geschwindigkeiten bis zu 50 m/s gearbeitet. Hierbei zeigten sich starke Anfressungen an der Glasplatte. Als die Stelle stärkster Korrosion wird das Gebiet hinter der Schaufel angegeben, in dem sich unter Wirbelbildung die Stromfäden wieder zusammenschließen, und in geringerem Maße das Gebiet vor der Eintrittskante.

Bei dem vom Verfasser durchgeführten Versuch zeigt das Strombild, daß vor der Schaufel der Farbstoff fast ganz abgerissen ist, woraus man auf eine stark schabende Reibungswirkung schließen kann; in dem Gebiet hinter dem Rückenwirbel der Schaufel dagegen entstehen in einem quellenartigen Gebiet neue Grenzschicht-Stromlinien, die sich mit den seitlich am Profil vorbeiströmenden Linien zu einem regelmäßigen Strombild vereinigen. Hier scheinen Verdichtungsstöße infolge Zusammenstürzens des hinter der Schaufel liegenden Hohlraumes aufzutreten, die durch dauernde Schlagwirkung die Anfressungen an der Wandung hervorrufen. Das Verfahren scheint also geeignet, auch für die Klärung dieser technisch wichtigen Fragen einen Beitrag zu liefern. [B 732]

Steinkohlenschwelung nach Turner und Plaßmann

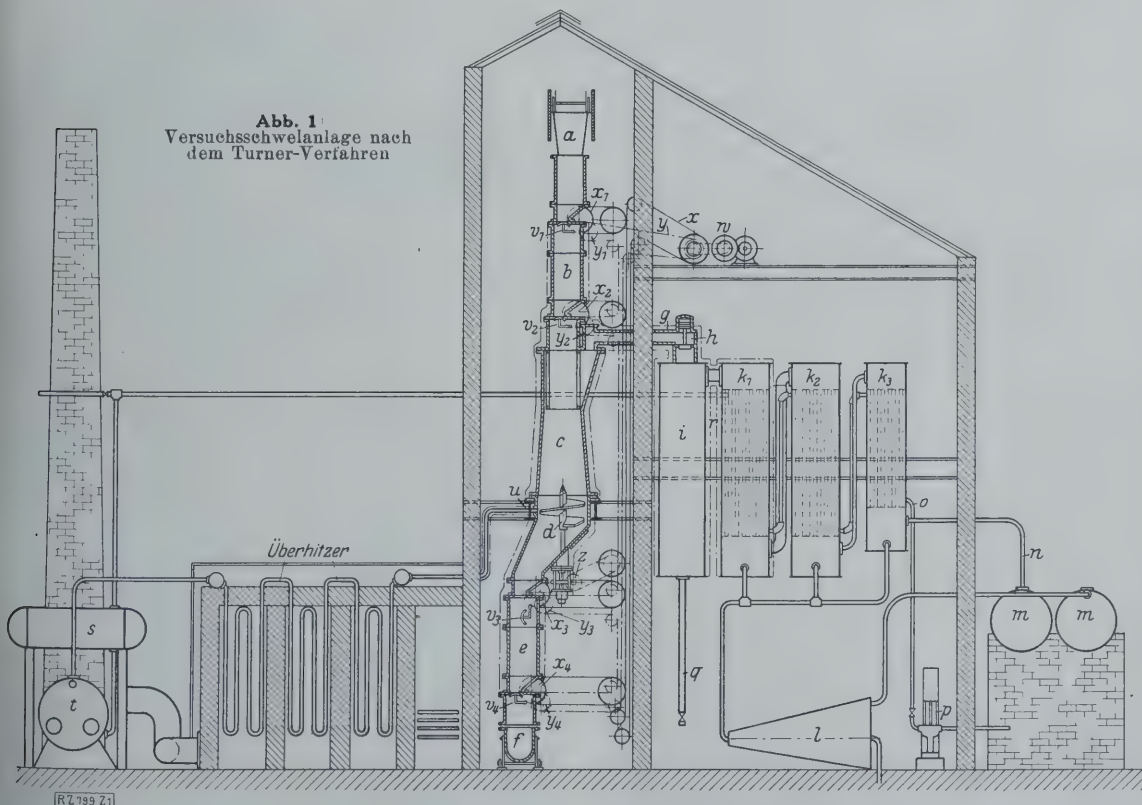
Zu den zahlreichen Verfahren zur Schwelung von Stein- le und andern bituminösen Brennstoffen sind in letzter zwei neue gekommen, die sich in längerem Versuchs- iebe unter Durchsatz größerer Mengen bewährt haben: Schwelverfahren von Turner und das von Plaß- nn. Während das Turner-Verfahren ein einigermaßen kiges Aufgabegut verlangt und durch besondere An- ung sämtliche flüssigen Kohlenwasserstoffe ohne

Krackverluste gewinnen will, ist das Plaßmannsche Ver- fahren bestrebt, neben möglichst großer Teererausbeute aus minderwertigen Kohlen vor allem einen festen stückigen Schwelkoks zu gewinnen.

Das Turner-Verfahren wird von der Firma The Comac Oil Co., Ltd., Coalburn, Lanarkshire, in einer Versuchsanlage für 25 t in 24 h angewendet¹⁾, Abb. 1. Die zu schwelenden Kohlen gelangen in der Anlage, die in einem rd. 20 m hohen Gebäude untergebracht ist, durch ein Becherwerk in den Aufgabebunker *a* und von hier in abgemessenen gleichen

¹⁾ „Engineering“ Bd. 123 (1927), S. 558.

Abb. 1
Versuchsschwelanlage nach
dem Turner-Verfahren



a Aufgabebunker
b Vorheizkammer
c Retorte
d Austragschraube
e Zwischenkammer
f bewegliche Austragrinne für Schwelkoks
g Rohr für Schwelgas
h selbsttätiges Druckventil

i Paraffinabscheider
k₁ k₂ k₃ wassergekühlte Kondensatoren
l Ölscheider
m Ölvorratbehälter
n Dampfaustrittsleitung
o Wasseraustrittsleitung
p Kühlwasserpumpe
q Paraffinabzapfleitung

r Kühlwasseraustritt
s Wasserbehälter für t
t Dampfkessel
u Dampfeintritt
v₁ bis v₄ Ventile
w Antriebmotor mit Übersetzungsgetriebe
x Hauptkette zum Schließen der Ventile

x₁ bis x₄ Zahnräder zum Schließen der Ventile v₁ bis v₄
y Kette zum Drehen der Ventile
y₁ bis y₄ Zahnräder zur Übertragung der Drehbewegung auf die Ventile v₁ bis v₄
z Antrieb für die Austragschraube d

Mengen über das Ventil v_1 in die Vorheizkammer b . Nach kurzer Zeit läßt das jetzt geöffnete Ventil v_2 die Kohle in die eigentliche Retorte c zu der übrigen, schon der Schwelung unterworfenen Kohle hinzufallen. Am unteren Ende der Retorte trägt die in 18 bis 20 min eine Umdrehung ausführende Austragschraube d den Schwelkoks langsam aus, der bei geöffnetem Ventil v_3 in die Zwischenkammer e und von dort durch die bewegliche Austragrinne f zum Ablöschen und zum Sieben geht.

Die erforderliche Wärme wird als überhitzter, niedrig gespannter Dampf bei u am Unterteil der Retorte c eingeführt. Beim Aufsteigen durch die Beschickung macht er die flüchtigen Kohlenwasserstoffe aus der Kohle frei, die dann am Kopf der Retorte durch das Rohr g zusammen mit dem jetzt aus Sattldampf bestehenden Wärmeträger entweichen. Das an dem äußeren Ende dieses Rohres liegende Ventil h bildet einen wesentlichen Bestandteil der Anlage. Es wird mit Hilfe eines besonderen Dampfzylinders in Abständen von etwa 8 bis 10 s geöffnet und geschlossen. In diesem Zeitraum kann der Dampfdruck im Innern der Retorte auf etwa 1,4 bis 1,6 at abs. steigen. Bei dem schnellen Öffnen des Ventils tritt eine plötzliche Druckverminderung innerhalb der Retorte ein, die ein augenblickliches Freiwerden der Kohlenwasserstoffe aus der Kohle bewirkt und diese in einer schützenden Dampfzelle mit großer Geschwindigkeit in kühlere Zonen abführt. Durch diese Art der Abführung der Schwelzeugnisse ist die gesamte Menge an flüssigen Kohlenwasserstoffen greifbar; die bei andern Verfahren auftretenden Kosten für die Aufbewahrung, Behandlung usw. der gasförmigen Erzeugnisse sind also nicht vorhanden.

Abb. 1 zeigt die Kondensationsanlage. Die Ventile v_1 bis v_4 werden gemeinsam durch die Kette x und die Übertragungsgetriebe x_1 bis x_4 nacheinander betätigt. Eine zweite endlose Kette y mit den Übertragungsgetrieben y_1 bis y_4 dreht die Ventile in bestimmten Zeitabständen, um die völlige Gasdichtigkeit der ganzen Anlage zu wahren. Die Retorte ist aus Gußeisenplatten aufgebaut, die sich durch die Einwirkung des überhitzten Dampfes schnell mit einer widerstandsfähigen Schicht überziehen, die jede Vermauerung im Innern der Retorte unnötig macht.

Das Plaßmann-Verfahren ist von der Chemisch-Technischen Gesellschaft m. b. H., Duisburg (CTG), ausdrücklich zur Veredlung besonders von geringwertigen Brennstoffen entwickelt worden²⁾. Die Beschickung des als Rundzellenofen ausgebildeten, stetig betriebenen Ofens wird in vollkommener Ruhe unter bestimmtem, die Gefügebildung des Schwelkokes günstig beeinflussenden Druck verschwelt. Der ganz aus Eisen erbaute Ofen, Abb. 2 und 3, besteht aus fünf, im Innern in zahlreiche miteinander in Verbindung stehende Kammern unterteilten Hohlzellen, die durch die Heizgasleitung c gleichmäßig von Heizgasen durchströmt werden. Die Heizgase werden durch die Heizgasleitung c umgebenden Zylinder d in die Abgasleitung e abgelassen. Der ortsfeste Rundzellenofen ist von dem auf den Rollen g laufenden Blechmantel f umgeben, der in Verbindung mit dem in die Ringtasche i tauchenden Blechring h trotz der mechanischen Beweglichkeit des Mantels dem Ofen einen sicheren Abschluß gegen die Außenluft verleiht.

Die zu verarbeitende Rohkohle gelangt aus dem Vorratbehälter t mittels der Förderschnecke v in den Sammel-schacht w , in dem die vier wagerechten Schnecken x zwischen je zwei Hohlzellen b verlegt sind. Die durch die Kegelräder y von der senkrechten Welle z angetriebenen Förderschnecken x pressen die Kohle in Verbindung mit dem Führungsblech d_1 unter bestimmtem Druck in den zwischen zwei Hohlzellen gebildeten Beschickungsraum. Der fertig geschwelte Koks wird durch den unmittelbar neben dem Schneckenführungsblech d_1 liegenden schweren Austragkeil g_1 aus den einzelnen Rundzellen in den Koks-schacht i ausgetragen. Der infolge des auf die Beschickung ausgeübten Druckes stückig anfallende Koks fällt in die ortsfeste Rinne m und wird von hier durch Kratzer in die Rutsche s und durch eine Schleuse oder einen Wasserverschluß, unter Abschluß der Luft ausgetragen. Die Schwelgase werden aus dem Ofen durch den Sammelzylinder k und die Leitung l zur Kühl- und Waschanlage abgesaugt. Der Ofenmantel macht je nach der Beschaffenheit der zu verschwelenden Kohlen eine Umdrehung in 5 bis 6 h. Der anfallende Schwelkoks und Urteer ist nach den Ergebnissen der seit September 1925 betriebenen Versuchsanlage der

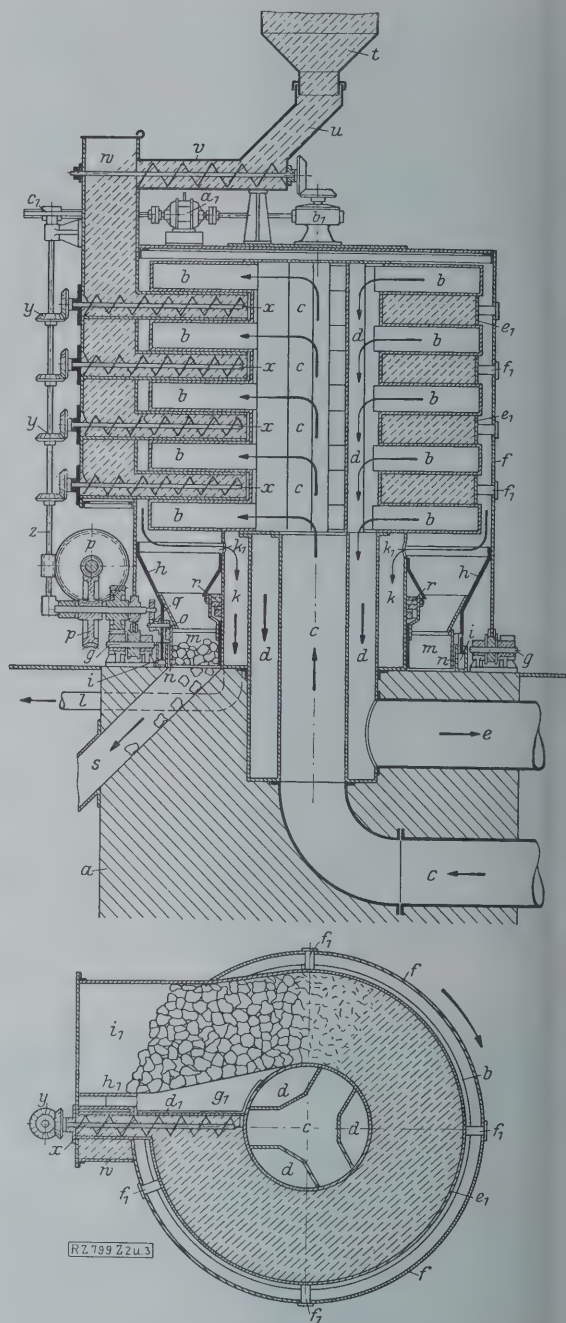


Abb. 2 und 3
Schwelanlage nach dem Plaßmann-Verfahren

- | | | | |
|---|--|----------------|----------------------------|
| a | Gründung | s | Rutsche für Koks |
| b | Hohlzellen | t | Kohlenvorratbehälter |
| c | Heizgasleitung | u | im Kreise drehbare Rinne |
| d | Abgaszylinder | v | Kohlenförderschnecken |
| e | Abgasleitung | w | Sammel-schacht |
| f | Blechmantel | x | wagerechte Förderschnecken |
| g | mit Doppelflansch ausgerüstete Rollen | y | Kegelräder |
| h | Blechring | z | senkrechte Welle |
| i | Ringtasche | a ₁ | Elektromotor |
| k | Ringkammer | b ₁ | Schneckengetriebe |
| l | Schwelgasleitung zur Kühl- und Waschanlage | c ₁ | Vorgelege |
| m | ringförmige Koksrinne | d ₁ | Führungsblech |
| n | nach außen gebogener Ring | e ₁ | Stahlblechstreifen |
| o | Zahnkranz | f ₁ | wagerechte Stege |
| p | Schneckenantriebsvorgelege | g ₁ | Austragkeil |
| q | Ritzel | h ₁ | Führung |
| r | Rollen mit angehängten Kratzern | i ₁ | Koksschacht |
| | | k ₁ | Öffnungen für Schwelgase |

CTG bei Duisburg von guter Beschaffenheit. Die günstigen Ergebnisse mit diesem Ofen haben zum Bau eines großen Rundzellenofens geführt, der täglich 50 t Staub durchseigt.
[M 799]

²⁾ „Brennstoffchemie“ Bd. 8 (1927) S. 183.

Der Fiat-Ofen in der Stahlformgießerei

Von Dipl.-Ing. E. Widdel, Magdeburg

Umstellung einer Kleinbessemerie auf Elektrostahlbetrieb — Beschreibung des Fiat-Ofens — Wirkungsweise der elektrischen Einrichtung — Versuche über Wirtschaftlichkeit der Schmelzleistung — Schrotbeförderung — Betriebszahlen

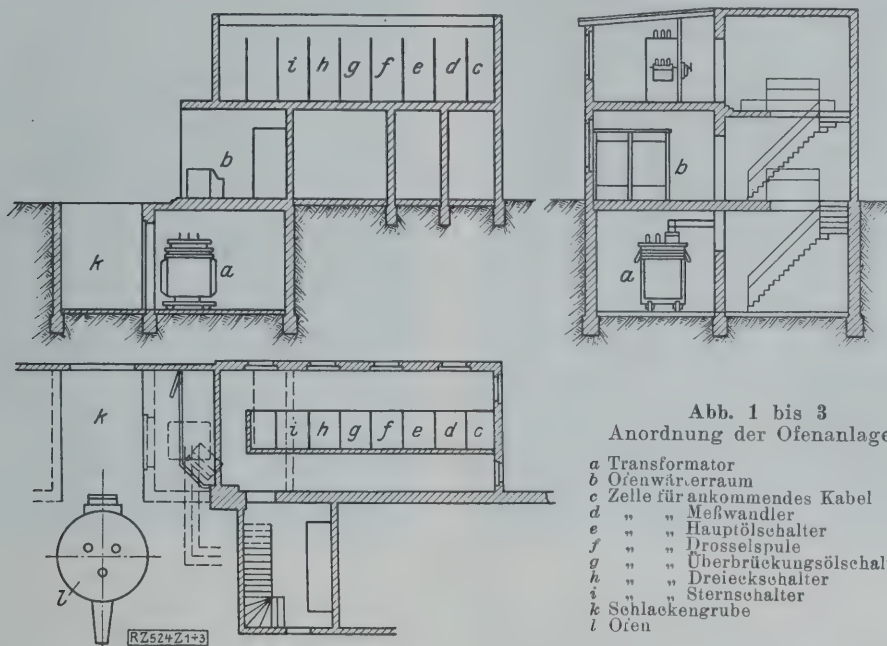


Abb. 1 bis 3
Anordnung der Ofenanlage

- a Transformator
- b Ofenwärerraum
- c Zelle für ankommendes Kabel
- d " " Meßwandler
- e " " Hauptölschalter
- f " " Drosselspule
- g " " Überbrückungölschalter
- h " " Dreieckschalter
- i " " Sternschalter
- k Schlackenrube
- l Ofen

Als vor rd. 20 Jahren die Firma Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau, in der alten Garrett-Smithschen Fabrik für ihren eigenen Bedarf eine Stahlgießerei einrichtete, da ahnte wohl niemand, daß die Nachfrage nach Stahlgußarmaturen sich so schnell steigern würde. Die nach dem Weltkrieg einsetzende Entwicklung der Dampferzeugung für hohe und höchste Drücke und Temperaturen brachte ganz andre Forderungen an die Stahlgußarmaturen hinsichtlich der Menge und auch vor allem der Güte.

Die Firma Schäffer & Budenberg wendete bis zur Einrichtung des elektrischen Schmelzverfahrens in ihrer Stahlgießerei das Klein-Bessemer-Verfahren an. Sie hat zu diesem Zweck zwei Kuppelöfen von je 4 t Stundenleistung und drei Klein-Bessemer-Birnen von je 2 bis 3 t Fassungsvermögen. In den Öfen wird ein Stahlformguß erzeugt, der den Anforderungen, die bezüglich der Güte an Armaturen für höchste Drücke gestellt werden, gerecht wird, allem hinsichtlich der physikalischen Forderungen, wie Bruchfestigkeit, Streckgrenze, Dehnung, Kerbzähigkeit und Biegung.

Die Hauptschwierigkeiten bietet in der Bessemerie die Abseitung des Phosphors und des Schwefels im Stahlguß. Beim Niederschmelzen der Roheisen-Schrot-Mischung in Kuppelöfen wird durch den Schmelzkoks der Schwefel der Schmelze angereichert. Ein Abbrand des Phosphors in der Bessemerbirne, die nach dem sauren Verfahren arbeitet, erfolgt nicht, des Schwefels in nur ganz geringem, ungenügendem Maße. Will man also einen einigermaßen reinen Werkstoff erhalten, so muß von vornherein der zur Stahlerzeugung erforderliche Roheisen möglichst wenig Phosphor und Schwefel enthalten, der Schrot möglichst frei von diesen Bestandteilen und schließlich der Schlacke- und Schmelzkoks möglichst frei von Schwefel sein. Diese Forderung bedingt natürlich teure Rohstoffe und erfordert die sorgfältige Überwachung des ganzen Schmelzprozesses, abgesehen von allen andern Umständen des Bessemer-Verfahrens.

Als daher vor einigen Jahren die bisherige Stahlerzeugungsanlage erneuert werden sollte, mußte man ernstlich fragen, ob das bisherige Verfahren beizubehalten

war. Wohl gab der Gedanke an die Umstellung des Betriebes auf ein andres Verfahren zu allerlei Bedenken Anlaß, diese mußten aber vollkommen zurücktreten gegenüber den Forderungen nach Erhöhung der Leistungsfähigkeit, Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, der Güte des Werkstoffes und des gleichmäßigeren Flusses der Arbeit. Eine reine Steigerung der Erzeugungsmenge ließ sich auch noch in der Bessemerie erreichen, wenn auch mit Schwierigkeiten. Man mußte sich aber vor allem von dem Ankauf hochwertiger und teurer Rohstoffe freimachen, ferner die Arbeitsverfahren verbilligen und die aufzuwendenden Lohnsummen verringern. Zugleich mußte danach getrachtet werden, die zahlreichen Abfälle in den mechanischen Werkstätten an Drehspänen, Schrot und dergl. im eigenen Betrieb wieder zu verwenden und mit Sicherheit hochwertige Werkstoffe hieraus zu erzeugen.

Die Art der Herstellung erfordert zum größten Teil sehr dünnwandige Stücke, die nur mit heißem Stahl vergossen werden können. Man hätte hierzu auch heißlaufende Siemens-Martin-Öfen verwenden können; infolge der überragenden Eigenschaften des Elektrostahles nahm man davon Abstand, solche Öfen aufzustellen. Den nicht geringsten Grund für die Entscheidung gab die Forderung eines großen Teiles der Abnehmer nach Elektrostahlguß.

Seit dem Jahre 1907 hat sich der Elektroofen in der Stahlgießerei Eingang verschafft. Er wird heute in allen Zweigen der Gießerei als Schmelzofen benutzt. Der Grund hierzu liegt in den Vorteilen, die die Elektrizität als Wärmequelle bietet. Die große Reinheit der Wärmequelle und ihre chemische Indifferenz ermöglichen bei Verwendung minderwertigen Einsatzes die Durchführung weitgehender Refinement und vermindern den Abbrand. Die Verwendung des elektrischen Stromes als Wärmequelle gewährleistet eine genaue und rasche Regelung der Temperatur des flüssigen Bades. Ein weiterer Vorteil der Lichtbogenöfen ist die hohe Betriebsbereitschaft und damit die leichte Anpassung an wechselnde Betriebsverhältnisse.

Man hat die Bauart Fiat gewählt, die von der Demag in Gemeinschaft mit der AEG hergestellt wird. Der Ofen ist für 5 t festen Einsatz basisch ausgelegt und dient



Abb. 4
Ofen in Kippstellung

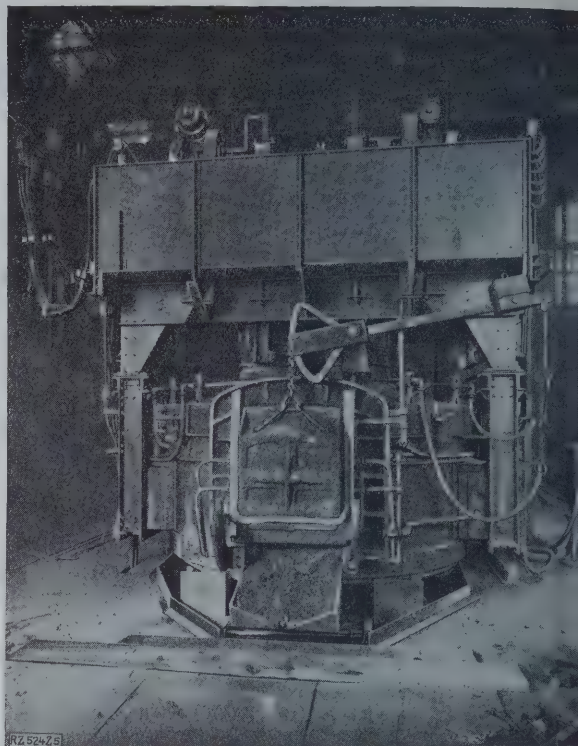


Abb. 5
Rückansicht des Ofens; Schafftür.

zur Herstellung von hochwertigem Stahlformguß aus Stahlgußspänen, Stahlgußbruch und Schrot. Den Strom liefert das Elektrizitätswerk der Stadt Magdeburg mit einer Drehstromspannung von 10 000 V bei 50 Per./s.

Die Unterbringung der Anlage, Abb. 1 bis 3, in dem vorhandenen Gebäude zeigt, auf welch engem Raum eine Elektroofenanlage im Gegensatz zu allen andern Schmelzöfen zusammengedrängt werden kann, ohne die Uebersichtlichkeit zu verlieren und die Bedienung zu erschweren. Die elektrische Einrichtung ist in drei Stockwerken untergebracht. Auf die Gesundheit der Arbeiter und auf kurze Laufwege wurde Rücksicht genommen; besonders Wert legte man auf kurze und bequeme Leitungsführung, insbesondere zwischen Transformator und Ofen, und auf gute Übersichtlichkeit der Anlage.

Im Kellergeschoß, in unmittelbarer Nähe des Ofens, befindet sich der Transformator mit Ölrückkühlanlage. Etwas über Hüttenflur erhöht liegt der Ofenwärterraum, in dem sämtliche Geräte und Instrumente, die zur Bedienung und Überwachung der Ofenanlage dienen, untergebracht sind. Der Raum ist durch eine Glaswand vom Ofenraum getrennt, um von hier aus alle Vorgänge am Ofen gut beobachten zu können, so daß ein besonderer Steuermann überflüssig ist.

Im Zwischengeschoß sind die Umformer für die Elektroden-Reglermotoren und für die Schrot- und Späneförderanlage und im dritten Geschoß die Hochspannungsschaltanlage und die Meßgeräte des Elektrizitätswerkes untergebracht. Die Hochspannungsschaltanlage enthält die Schaltgeräte, die von der Ofenwärterkabine aus ferngesteuert werden, die Meßwandler und eine überbrückbare Drosselspule. Der Bedienungsgang der Schaltanlage ist vom eigentlichen Hochspannungsraum durch eine Wand vollständig abgeschlossen. Die Geräte können nach der dem Bedienungsgang gegenüber liegenden Wand ausgefahren werden.

Beim Demag-Fiat-Ofen hat man jede der drei Elektroden mit einer fernrohrartigen Konstruktion umgeben, die auf der ganzen stromführenden Länge der Elektroden zwischen Klemme und Deckelgewölbe als Kühl- und Dichtungsvorrichtung dient. Sie schließt also nicht nur die Elektrodendurchführung durch das Deckelgewölbe vollkommen gasdicht ab, sondern gestattet auch die Einfüh-

rung von Wasser zum Kühlen der Elektroden. Die Klemme und Dichtungsvorrichtung mit Ausziehröhr hat einen weiteren Vorteil darin, daß sie das Wachsen des Deckelgewölbes durch ihre Nachgiebigkeit nicht behindert. Infolge der gasdichten Abdichtung und der Kühlvorrichtung ist der Elektrodenverbrauch sehr gering.

Die drei Elektrodenarmaturen sind in einer Brückenkonstruktion zusammengebaut, die während des Betriebes bequem ist, Abb. 4. Bei Verwendung bester amerikanischer Graphitelektroden erreicht man bei verhältnismäßig kleinen Querschnitten hohe Leistungsfähigkeit.

Da auch die Schafftür, Abb. 5, infolge eines Wassergekühlten Türrahmens, dessen oberer Querbalken durch das ganze Mauerwerk in den Ofen hineinführt, sehr dicht schließt, tritt während des ganzen Schmelzvorganges kein Gas unter der Tür aus, die deshalb um einen kleinen Spalt offen gehalten wird. Der Ofen arbeitet also unter Druck; während des Ofenganges wird keinerlei Luft gesaugt.

Gegenüber der Schafftür befindet sich über der Grube die Auslaufschneuze. Der ganze Ofen mit Brück-



Abb. 6
Förderanlage für Späne und Schrot

Die grundsätzliche Schaltung der elektrischen Ausrüstung der Ofenanlage zeigt Abb. 7. Vom 10 000 V-Kabel

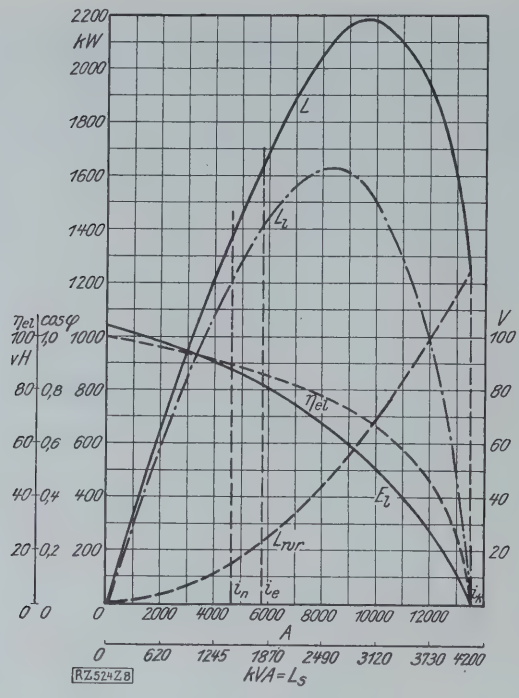


Abb. 8
Arbeitsverhältnisse bei 180 V mit Drosselspule
 $i_k = 2,9 i_n$

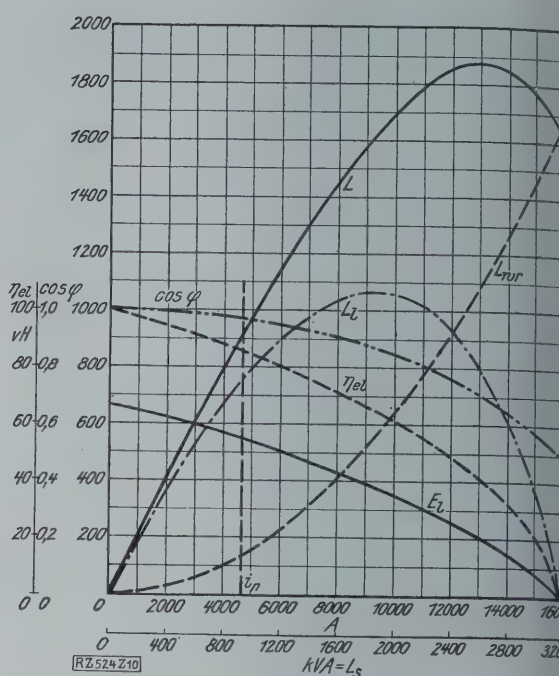


Abb. 10
Arbeitsverhältnisse bei 115 V ohne Drosselspule
 $i_k = 2,2 i_n$

wird der Strom über den Trennschalter *a*, Hauptölschalter *b* zum Ofentransformator *c* geführt. Die Oberspannungswicklung schaltet man von Dreieck auf Stern und umgekehrt mit-

tels der beiden Ölschalter *d* und *e* um, die gegenseitig in Weise verriegelt sind, daß sich jeweils nur einer von i in der Einschaltstellung befinden kann. Ein weitere, schalter *f* dient zum Überbrücken der Drosselspule *a*.

Sämtliche Ölschalter haben elektrische Fernant und werden mittels des Hebels *h* von der Schal aus geschaltet, wobei die Schalterstellung durch Si lampen gekennzeichnet wird. Weiter befinden sich der Oberspannungsseite die nötigen Meßgeräte.

Zum Schutze des Transformators sind außer üblichen Überstromauslösungen ein Kontaktthermo und eine Rückschlagklappe in Ölumlau mit Signalein tungen angeordnet.

An die Niederspannung des Transformators ist Elektrodenregelvorrichtung angeschlossen. Die R geräte, in Abb. 7 für eine Phase gekennzeichnet, an die Schienenstromwandler *i* angeschlossen. Die Ele ktrodenwindwerke werden durch umsteuerbare Gleichst motoren *k* angetrieben, die in Leonardschaltung vo einem Stromerzeuger *l* gespeist werden. Die Stromer ger haben zwei Feldwicklungen, die durch Tirillsch regler *o* beeinflusst werden. Die eine Feldwicklung unverändert erregt, während die zweite, die ein entge setztes Feld erzeugt, einen festen Widerstand hat, durch den Tirillschnellregler periodisch geschlossen geöffnet wird. Hierdurch verändert sich die Ankers nung der Stromerzeuger in außerordentlich feinen Stü je nach der erforderlichen Elektrodenbewegung zwis positiven und negativen Höchstwerten. Die Feldwick lungen und Magnetspulen werden durch die Erregerdyna erregt. Der Leonardumformer wird durch den D strommotor *m*, der an das Drehstrom-Niederspannu netz angeschlossen ist, angetrieben.

Regler *p* dient zum Einstellen der Schmelzstär ke, Hebelumschalter *q* zum Umstellen der Elektro denregelvorrichtung von selbsttätigem auf Handbetrieb; Windenmotoren werden hierbei mittels des Feldregle gesteuert. Schütze *s* und Endschalter *t* sichern gegen A bleiben der Ofenspannung und zu weite Bewegung Elektroden.

Der Kippantrieb *u* und der Ölpumpenmotor *v* sind das Drehstrom-Niederspannungsnetz angeschlossen. Um die Arbeitsweise des Ofens bei den vorliegen Verhältnissen in anschaulicher Weise darstellen

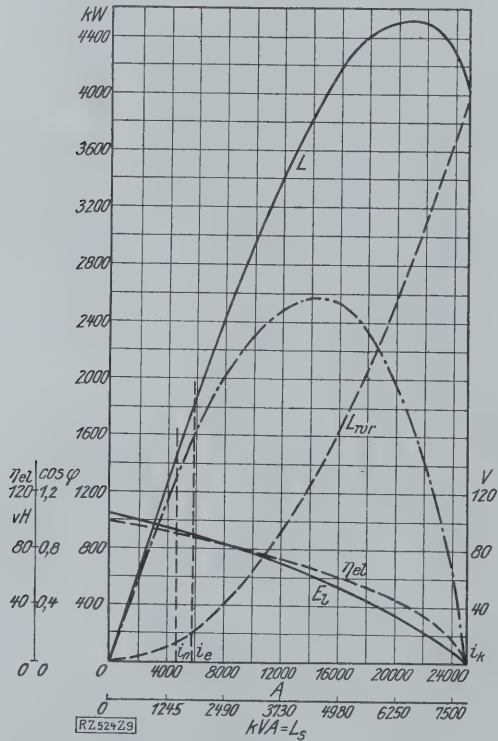


Abb. 9
Arbeitsverhältnisse bei 180 V ohne Drosselspule
 $i_k = 5,4 i_n$

Erklärung zu Abb. 8 bis 10

- L* zugeführte Leistung kW
L_l Verlustleistung kW
L_l Lichtbogenleistung kW
L_s Transformator-Scheinleistung kVA
E_l Lichtbogenspannung V
 $\frac{L_l}{L}$ Wirkungsgrad
- $\cos \varphi = \frac{L}{L_s}$ Leistungsfaktor
i_n Nennstrom A
i_e Einschmelzstrom A
i_k dreiphasiger Kurzschlußstrom A

en, wurde eine Kurzschlußmessung ausgeführt. Zu Zwecke wurden die drei Elektroden während des Inerungsabschnittes bei Sternschaltung und vorgeiteter Drosselspule in das Bad eingetaucht, wobei auf Primärseite folgende Werte abgelesen wurden: Netzspannung 9800 V, 2. Strom 135 A, 3. Leistungszahl 900 kW.

auf Grund der Ergebnisse wurden die Kurzschlußkurven für die verschiedenen Schaltungen mit und ohne Drosselspule aufgezeichnet und aus diesen die Rieckekurven entwickelt.

Abb. 8 stellt die Verhältnisse bei der hohen Elektroanordnung mit vorgeschalteter Drosselspule dar, ohne diese. Man wird also in der ersten Zeit mit der Drosselspule arbeiten, da durch der ideale Kurzschlußstrom auf etwa den halben Wert desjenigen ohne Drosselspule herabgedrückt wird.

Wenn das Schmelzen nachher weit vorgeht, ist, kann bei gleicher Stromstärke durch die Drosselspule eine höhere Lichtbogenleistung erreicht werden.

Die Arbeitsweise in der Inerungsperiode mit der

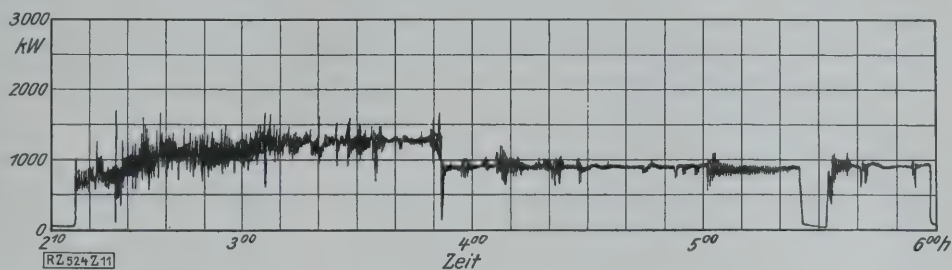


Abb. 11
Verlauf der Leistungsaufnahme

[B 524]

Von den Arbeiten im Patentausschuß des Vereines deutscher Ingenieure

Im Laufe dieses Jahres sind die Arbeiten des Patentamtes insoweit zu einem gewissen Abschluß gekommen, als bei den im Frühjahr im Reichsjustizministerium gehaltenen Vorbesprechungen über die Neugestaltung des Patentrechts, Gebrauchsmuster- und Warenzeichen-Gesetzes alle die der beteiligten Kreise gehört worden sind; es gilt nun abzuwarten, inwieweit die Vorschläge der Novellen den geäußerten Wünschen entsprechen werden. Immer bleibt es notwendig, im Patentausschuß einzelne Punkte zu behandeln, die den besonderen Nachdruck des Vereines deutscher Ingenieure bei der Neugestaltung des Gesetzes verdienen.

Hierzu gehört in erster Linie die Präklusivfrist, versteht darunter die Bestimmung in § 28 des Patentrechts, Abs. 3, die besagt, daß nach Ablauf von fünf Jahren vom Bekanntmachungstage der Erteilung des Patentes wegen mangelnder Erfüllung der §§ 1 und 2 („ein Patent wird als nichtig erklärt, wenn sich ergibt, daß der Erfindungsgegenstand nicht patentfähig war“), nicht mehr auf Nichtigkeitsklage werden kann. Diese Bestimmung ist in der Fassung in das Gesetz hineingekommen, daß der Patenterteilte endlich einmal zur Ruhe kommen soll, damit er nicht die weitere Gefährdung der wirtschaftlichen Ausbeutung des Patentes, die vielfach zu erheblichem Kapitalaufwand führt, in die Wege leiten kann.

Die Wohltat dieser Bestimmung hat sich als richtig erwiesen bei Angriffen gegen wichtige Patente, wenn sich diese Angriffe nur auf die sogenannte papierne Technik beschränken konnten. Je bedeutsamer sich ein Patent erweist, desto größer ist der Anreiz, es durch die Nichtigkeitsklage dem Wege zu räumen, und so findet sich nicht selten noch in späteren Jahren bis dahin völlig unbekannt gebliebenes neuheitschädliches Schrifttum, das man auch beim besten Willen nicht mehr zur lebendigen Technik rechnen kann. Irgendeine verstaubte, viele Jahrzehnte alte Patentfälschung oder eine Zeitschriftennotiz vermag das Patent zu bringen. Die gesetzliche Bestimmung will diese Gefahr nach Verlauf von fünf Jahren ausmerzen.

Gegenüber hat sich aber auch eine bedenkliche Seite gezeigt. Bei der außerordentlich starken Entwicklung der Technik konnte sich das Patentamt nicht so leisten, daß es mit dem Anwachsen des zu prüfenden Materials Schritt hielt. Vielfach zeigte sich eine „Zuviel-patentierung“, und so kamen Patente heraus, die sich mehr als minder auf Selbstverständlichkeiten für den Fachmann bezogen. So gering manchmal in solchen Patenten die Erfindungshöhe ist, so bedeutsam kann die Behinderung der

niedrigen Elektrodenspannung zeigt Abb. 10. Der Wert der hier in Betracht kommenden Lichtbogenleistung liegt noch wesentlich unter dem Höchstwert.

Wöchentlich werden 22 Chargen zu je 5 t erschmolzen. Eingesetzt werden 2000 kg Stahlspäne, 1000 kg Schmiedeschrott, 2000 kg Steiger und Bruch. Im allgemeinen wird unter zwei Schlacken gearbeitet. Der Abbrand beträgt 4 vH. Für zwei Schichten braucht man insgesamt 6 Mann Bedienung. Die Einschaltdauer beträgt je Charge rd. 4 h. Der Elektrodenverbrauch beträgt rd. 3,5 kg/t flüssigen Stahl, der Energieverbrauch je nach Verwendungszweck des erschmolzenen Stahles, bezogen auf den Einsatz, 700 bis 800 kWh/t. Den Verlauf der Leistungsaufnahme zeigt Abb. 11.

Technik in ihrem natürlichen Entwicklungsgange sein. Vielfach wurden nun diese Patente im Schlummer gehalten, bis sie die fünf Jahre überdauert hatten, dann aber trat man mit aller Schärfe plötzlich mit dem Patent hervor, so daß sich eine Art Wegelagerertum entwickelte. Ein solches Verfahren kann zu bedenklichen Zuständen führen. Dazu kam der Grundsatz, daß ein Unrecht (nämlich die Patenterteilung) niemals zum Recht werden sollte.

Die Beurteilung der Präklusivfrist unterliegt daher starkem Wechsel. Will man sie nicht abschaffen, so sucht man einen Mittelweg, den man in einem abermaligen Aufgebot der Patente im vierten Jahre zu finden glaubt, oder auch in einer Bestimmung dahingehend, daß der Stand der Technik jedem Patent gegenüber als Einwand im Verletzungsprozeß geltend gemacht werden kann, derart, daß das, was vorbekannt war, niemals vom Patent erfaßt werden darf.

Ein zweiter Punkt, der im Patentausschuß behandelt wird, ist die schon oben erwähnte Zuvielpatentierung. Es fragt sich, welche Maßnahmen getroffen werden können, um auf der einen Seite zu verhindern, daß Patente erteilt werden, die dem natürlichen Fortschritt der Technik hinderlich sind, auf der anderen aber dafür Sorge zu tragen, daß keine Überspannung bezüglich der Erfindungshöhe eintritt, damit das Patentgesetz bleibt, wozu es berufen ist, nämlich ein Mittel, die Technik zu fördern. Zur Klärung wird noch eine Rundfrage an die Bezirksvereine ergehen.

Ein dritter Punkt ist der Vorschlag, alle Reichseingesessenen bezüglich der Möglichkeit, die Priorität festzulegen, gleichzustellen. Der Wunsch geht dahin, daß jemand, der im äußersten Winkel des Reiches oder weitab von Verkehrsmitteln wohnt, in der Lage sein sollte, die Priorität für seine Willenserklärung schon durch die Aufgabe bei der Post (vorgeschlagen ist auch die Hinterlegung beim Amtsgericht) auszulösen.

Es wird ferner für das Patentgesetz und für das Gebrauchsmustergesetz eine Erweiterung gefordert, nach der unter allen Umständen eine der beiden Anmeldungen genügen soll und die andere auch ohne laufenden Antrag später auf die erste Anmeldung zurückgerechnet werden kann. Obgleich das Justizministerium dieser Erweiterung ablehnend gegenüberzustehen scheint, wird sich der Patentausschuß noch einmal damit beschäftigen, weil sie die Rechte der Erfinder in wünschenswerter Weise wahrnimmt.

Schließlich liegt noch eine Anzahl Wünsche und Anregungen aus den Reihen der Vereinsmitglieder vor, die zum größten Teil durch die Besprechungen im Reichsjustizministerium und durch Eingaben an das Ministerium oder an das Reichspatentamt ihre Erledigung gefunden haben.

Bochum [N 1031]

Patentanwalt Kuhlmann

R U N D S C H A U

Aus dem Ausland

Eisenhüttenwesen

Neues Blechstreifenwalzwerk der
Trumbull Steel Co.

Eine der bemerkenswertesten Entwicklungen in der Anwendung des Walzens von Blechen und breiten Platinen im Dauergang findet man bei dem Warmwalzwerk der Trumbull Steel Co., das im Juni 1927 in Betrieb gesetzt wurde¹⁾. In dem Walzwerk können 760 mm breite Blechstreifen gewalzt werden und mit geringen Änderungen wird man instande sein, 915 mm breite Blechstreifen zu walzen. Das Walzwerk, Abb. 1, besteht aus drei Brammenwärmöfen, fünf Duovorgerüsten, drei senkrechten Kantgerüsten, fünf Fertiggerüsten mit je vier Walzen und aus den notwendigen Rollgängen, Warmbetten, Scheren, Wickelmaschinen und andern Hilfsvorrichtungen.

Die Einrichtung sieht ein Auswalzen in gerader Richtung und vollständig mechanische Überwachung der Zeit vor, von der die Bramme die Öfen verläßt, bis ohne weiteres Anwärmen das Walzen beendet ist und der Blechstreifen in gewünschter Länge entweder aufgewickelt oder in flache Bleche abgeschnitten wird. In gerader Richtung bewegt sich das Walzgut ungefähr 170 m von den Wärmöfen bis zu den Scheren oder Wickelmaschinen am Ende des Warmbettes.

Die 3,3 m breiten und 13,4 m langen Wärmöfen werden entweder durch Generator- oder Koksofengas oder durch eine Mischung der beiden Gase geheizt. Die 63,5 mm dicken Brammen haben verschiedene Breiten. Aus dem Ofen ausgestoßen, laufen sie auf dem Rollgang *a* zum Schrägrollgang *a*₁ vor dem Kantgerüst I. Kantgerüste sind vor dem Walzgerüst 1 und hinter den Walzgerüsten 2 und 4 eingebaut. Der Kanter I wird von einem 300 PS-Motor und die Kanter II und III durch 100 PS-Motoren angetrieben.

Die vier ersten Vorgerüste mit Walzen von 750 mm Dmr. und 915 mm Länge werden über Kegelräder und ein Vorgelege von einem 1500 PS-Motor angetrieben. Das Vorgerüst 5 und die Fertiggerüste 6 und 7 werden über Kegelräder von einem 5000 PS-Motor mit Reduktionsgetriebe angetrieben. Jedes der drei andern Fertiggerüste hat einen besonderen Antriebmotor von 2000 PS. Die Arbeitswalzen dieser fünf Fertiggerüste haben 405 mm Dmr. und sind 1065 mm lang, die Druckwalzen 812 mm Dmr. und dieselbe Länge. Alle Walzen der Fertiggerüste laufen in Rollenlagern. Die Walzen werden elektrisch verstellt, und zwar hat jede Schnecke ihren eigenen Motor. Die beiden Motoren können unabhängig voneinander oder zusammen laufen.

Wenn der fertige Streifen das letzte Gerüst mit einer Geschwindigkeit, die zwischen 190 und 323 m/min schwankt, verlassen hat, wird er auf einem Rollgang zum 14,6 m breiten und 50 m langen Doppelwarmbett geführt. An beiden Seiten liegen Rollgänge zum Befördern der Streifen zur Schere. Wenn die Streifen gewickelt werden sollen, so werden sie auf dem mittleren Rollgang zur Wickelmaschine gebracht, vor der eine Schere zum Abschneiden der Enden eingebaut

ist. Die gewickelten Bündel werden auf ein Förderband stoßen, auf dem sie noch langsam abkühlen, bis Ende des Förderbandes durch einen Magneten abgeworfen werden können. Hinter den Scheren mit 1065 mm Messern befinden sich besonders konstruierte Blechabwickler. Die Streifen können in Längen von 9,75 m bis zu einer von 450 mm gestapelt werden.

Alle Walzwerkmotoren sind für veränderliche Drehungszahl eingerichtet. Die Rollenlager der vier gerüste und der Kantgerüste, alle Kegelräder zum Antrieb, die Antriebswellenlager und Übersetzungsgetriebe mit Ausnahme des Kegelraderantriebes der ersten vier gerüste werden mittels einer Druckschmierung (Druck) geschmiert. [M 944]

Amberg

H. II

Bergbau

Die Erzbergwerke Frankreichs nach
dem Weltkrieg

Einer umfangreichen Arbeit von A. Pawlow über die Vorkommen und die Ausbeutung von Erzen in Frankreich seit dem Ende des Weltkrieges sind die folgenden Angaben entnommen. Die reichen Eisenerzvorkommen Frankreichs haben in der Vergangenheit viel mehr gefunden als seine Schätze an Erzen der übrigen Länder, die von der Industrie nicht gebührend verwertet worden sind.

Antimon. Stibnite finden sich in vielen Gebieten Frankreichs, so in der Bretagne, in den Départements Haute-Loire, Lozère und Cantal, ferner Hérault und Korsika. Vor dem Kriege förderte das Département Lozère allein fast die Hälfte aller französischen Antimongruben zu Lucette und Genest, die 5000 t mit 50% Antimonhalt an Metall lieferten. Im Laufe des Krieges wurden Betriebe stillgelegt, dann wegen des Heeresbedarfes aufgenommen, so daß die Förderung im Jahre 1919 11 900 t und 1921 14 050 t betrug und nach dem Sturz des Antimonpreises im Jahre 1925 auf 733 t zurückging. Ihr Metallgehalt schwankte zwischen 50 und 60%. Die Stibnite der Vendée waren für die Landwirtschaft weitgehend herangezogen worden, schied aber die Förderung immer mehr ab und wurde 1926 aufgegeben. Trotz der ungünstigen Wirtschaftslage wurden die Vorkommen in Véronnières ein Jahr lang mäßig untersucht, doch zeigte sie nicht die erwartete Ergiebigkeit. Die Antimongruben des Massif Central (Haute-Loire, Lozère u. a.) haben von jeher Krisen durchgemacht und seitdem der Bedarf nach dem Kriege immer größer wurde, fiel die Förderung auf 733 t im Jahre 1925.

Infolgedessen wurden alle Arbeiten in den Erzbergwerken des Puy-de-Dôme (le Colombier, Messeix, Chaumadour, Lozère und in anderen Gegenden untersagt. Schürfen wurden 1925 auch die Gruben in Haut-Vienne stillgelegt, deren Förderung sich im Jahre 1922 auf 1328 t belief.

¹⁾ Vergl. „The Iron Age“ Bd. 120 (1927) S. 693.

²⁾ „Le Génie Civil“ Bd. 91 (1927) S. 186, 203.

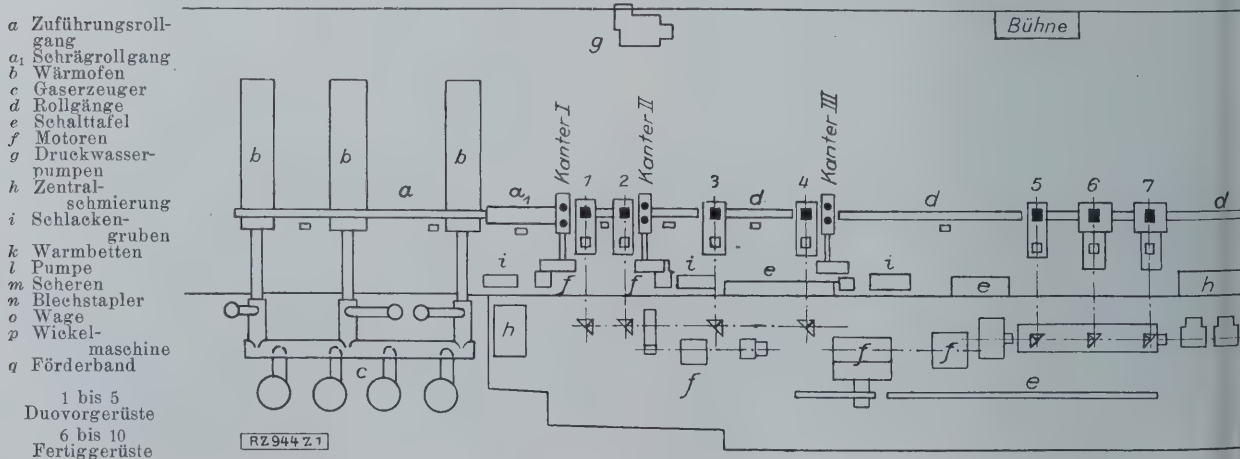


Abb. 1. Blechstreifen-Walzwerk

Jahren 1924 und 1925 auf 65 und 55 t zurückge-
war. Die Vorkommen auf Korsika in Luri und in
sind noch nicht ausgebeutet worden. Die Société
pétréjoulx nahm wegen der Vertaubung ihres Be-
n der Vendée im Jahre 1924 die Förderung in der
on Tulle, im Département Corrèze, auf, und brachte
450 t im Jahre 1925. In La Londe (Var) lieferte
hürfung von 1923 bis 1924 120 t Stibnit. Frank-
nahm früher in Europa mit mehr als einem Viertel
t Förderung von Antimon die erste Stelle ein.

senik und Mißpickel. Im Gegensatz zur
gewinnung hat sich in der Nachkriegszeit die In-
des Arseniks entwickelt. Er kommt in Frankreich
s Mißpickel, bald als Realgar vor, Realgar übrigens
Matra auf Korsika, wo die Schiefer außer Realgar
tripigment auch Calcit enthalten. Die Société l'Ar-
rderte im Jahre 1925 1200 t korsikanischen Realgar.
pickel ist viel häufiger und kommt zusammen mit
den Gruben zu la Bellière (Angers), in Saint-Pierre-
nant (Maine-et-Loire) und zu Châtelet im Départe-
reusse vor. Die Förderung in la Bellière wurde vom
20 bis Ende 1925, nachdem sie in den ersten Monaten
gebracht hatte, stillgelegt. An den anderen Stellen
ur das Gold gewonnen. Einige ältere Grubenfelder
ac (Cantal), Rodier und in Beauberty (Puy-de-Dôme)
anderen Orten verharren weiter in ihrer Untätig-
ährend auf einigen neueren reger Betrieb herrschte.
re 1925 kam in der Auvergne die Grube zu Giat in
doch mußte er wegen des Preissturzes für Arsenige
im April 1926 eingestellt werden.

Département Aude war die Mißpickel-Förderung
ßten und betrug schon vor dem Weltkriege 15 640 t.
ciété de Malaban hat Gut gefördert, das neben Gold
über 7 vH Arsenik enthält. Die Grube zu Villanière,
ch zur Formation von Minervois gehört, nahm im
1919 ihren Betrieb auf und brachte es auf mehr als
Pyrit und Kupfer, Silber und Gold enthaltenden Ar-
Daher wurde der benachbarte Betrieb in Salsigne
re 1924 von einer kapitalkräftigen Gesellschaft wie-
genommen. Er fördert ein Erz mit nahezu 15 vH
mit etwas Kupfer, Gold und Silber und hat Erz-
von 2,50 bis 3,50 m Breite. Im Jahre 1925 steigerte
sellschaft die Förderung auf über 26 000 t. Seit dem
ende hat sich die Förderung von Mißpickel in Frank-
riedenstellend gehoben.

upfer. Obgleich Frankreich einen beträchtlichen
uch kupferhaltiger Mineralien hat und jährlich
t vom Auslande beziehen muß, hat es selbst bisher
s beachtenswerte Mengen gefördert. Der Wunsch,
anzösischen Markt von fremder Einfuhr unabhängig
hen, hat unternehmungslustige Kapitalisten zu neuen
fern und nachdrücklichen und planmäßigen Nachfor-
ren veranlaßt.

den Ostpyrenäen sind in Canaveilles wichtige Ar-
durchgeführt worden. Dort wurden vom Tale des
s La Têt ab 15 Ausstreichen festgestellt, von denen
Fördergut mit 25 vH Kupfer ergaben. Eine der
zeigte 50 bis 60 cm Mächtigkeit, von denen 15 cm
Erzes 5 vH Kupfer enthielten. Von diesem wurden
im Jahre 1925 gefördert. Vor allem im Languedoc
rk nach Kupfer geschürft worden. In anderen Ge-
fehlten zum Teil die Betriebsmittel, zum Teil waren
orkommen nicht abbauwürdig.

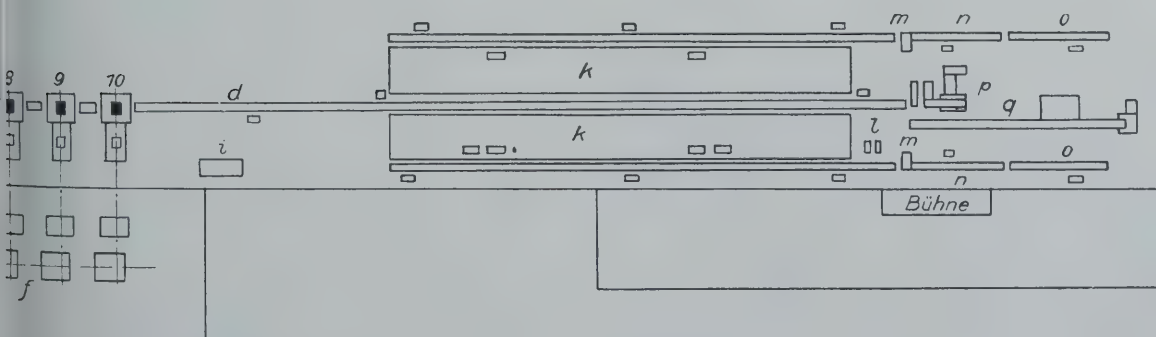
Zinn. Früher war Frankreich ein wichtiger Lieferer
für Zinn, das heute fast nur noch aus den tropischen Län-
dern kommt. Für die Landesverteidigung wurden geför-
dert 26 585 t im Jahre 1918, 19 511 t 1919 und 18 000 t im
Jahre 1920. Im August 1921 wurde die Förderung ein-
gestellt.

In Charrier-la-Prugne kommt Zinn in abbauwürdigen
Mengen vor, und Frankreich soll in Zukunft wieder einen,
wenn auch begrenzten, Anteil an der Zinnförderung er-
langen.

Mangan. Die Eisenhüttenwerke Frankreichs müs-
sen 400 000 t Manganerze einführen, um ihren Bedarf zu
decken. Frankreichs eigene Förderung belief sich im Jahre
1913 auf 7732 t. Das Bergwerk Las Cabasses im Département
Ariège und die Gruben in den Hochpyrenäen versorgten
früher mit Mühe den Markt. Jetzt sind die Vorkommen von
Las Cabasses fast erschöpft und so verarmt, daß die neuer-
dings in Angriff genommenen Erze nur noch 8 bis 10 vH
Metall, gegen früher 50 vH, enthalten. Die in Schiefern
und devonischem Kalkgebirge zerstreuten Vorkommen von
Louderville, Aderville und Vielle-Aure in den Hoch-
pyrenäen enthalten Silikate — nicht Karbonate — und lie-
fern nach dem Aufbereiten 28 bis 30 vH Metall. Vor dem
Kriege wurden diese Silikate im elektrischen Ofen ver-
arbeitet, so daß die Hochpyrenäen 3000 bis 5000 t Erze
fördern konnten. In der Nachkriegszeit sank die Förderung
auf 2600 t im Jahre 1919, auf 2350 t, 3700 t, 1075 t in den
Jahren 1921, 1922, 1923 und hörte im Jahre 1924 ganz auf.
In Las Ambollas (Ostpyrenäen) wurden seit 1913 bis
heute nicht mehr als 1000 t Mangandioxyd-Mineralien
gefördert. Zur Zeit gibt es keine Manganerzförderung in
Frankreich.

Gold. Vor 40 Jahren herrschte in Frankreich ein
Goldfieber, und damals wurden alle Hoffnungen, die auf die
Vorkommen in der Auvergne, in Limousin und in den
Sevannen gesetzt waren, getäuscht, so daß viele Millionen
für Schürfarbeiten in diesen Gebieten verloren gingen. An
der Weltförderung hatte Frankreich mit 150 000 t bis
180 000 t Erzen, die wenig mehr als 3000 kg Feingold ent-
hielten, vor dem Kriege nur bescheidenen Anteil. In den
Jahren 1924 und 1925 wurden in den Gruben von Chambon,
die während des Krieges voll Wasser gelaufen waren,
16 000 bis 20 000 t Quarz mit einem Goldgehalt von 22 g/t,
also etwa die Hälfte der Förderung des Jahres 1913, abge-
baut. Die Grube in Cheni förderte 14 662 t im Jahre 1921
und in der Folgezeit 250 t mit einem Goldgehalt von 9 g
je Tonne. Die Grube in Beaune kam 1924 wieder in Be-
trieb und brachte es im Jahre 1925 auf 4645 t mit 15 g Gold
in der Tonne. Obgleich das Gold hoch im Preise steht, sind
wider Erwarten im Gebiet von Limousin viele Grubenfelder
nicht ausgebeutet worden.

Eisenkies (Pyrit). Im Jahre 1913 nahm Frank-
reich in der Förderung von Eisenkies hinter Norwegen,
den Vereinigten Staaten und Spanien den vierten Platz ein.
Zur Zeit müssen noch rd. 500 000 t aus dem Ausland ein-
geführt werden, und darauf ist es wohl zurückzuführen, daß
man sich jetzt bemüht, die heimische Förderung zu steigern.
Das Département Rhône (mit dem berühmten Vorkommen
in Saint-Bel) und das Département Saône-et-Loire) mit dem
Lager in Chizeuil bestritten in der Hauptsache Frankreichs
Bedarf. Im Jahre 1913 belief sich ihre Gesamtförderung auf
303 000 t, von denen 269 000 t auf das Rhône-Département
entfielen. In Saint-Bel ging nach dem Kriege die Förde-



ull Steel Co. für durchlaufenden Gang

rung auf 150 000 t zurück und erreichte im Jahre 1924 wieder 163 500 t. Man ist bemüht, die alten Förderziffern wieder zu erreichen und hat deshalb elektrische Einrichtungen teils schon ausgeführt, teils vorgesehen. In Chizeuil hat die Förderung die von 1913 nicht wieder erreicht, ist aber von 1918 bis 1924 auf 21 000 t gestiegen und beträgt somit zwei Drittel derjenigen von 1914. Die Compagnie d'Alais, Froges et Camargue hat in Salindres den Betrieb auf Pyrit wieder in Aufschwung gebracht. Die Vieille-Montagne nahm den Betrieb in den Gruben in Pallières und Gravoulières wieder auf und fördert fast 3000 t und die Grube Saint-Félix liefert jährlich 2000 bis 3000 t an die Werke in Saint-Rambert-d'Albon (Drôme).

Die Compagnie d'Alais, Froges et Camargue unternahm es, die bei den Geologen berühmten Vorkommen von Soulier mit einem Gehalte von 38 bis 41 vH auszubeuten und steigerte allmählich die Förderung auf 1500 t im Monat. Gleichzeitig untersuchte sie das Vorkommen in Cendras, das ärmer als das von Saint-Florent ist. Das Erz von Cendras hat 45 vH Gehalt und ist nur verwertbar, wenn es mit dem von Soulier brikkettiert wird.

Die Vorkommen von Itxassou im Nivetal in den Niederpyrenäen wurden im Jahre 1923 zum ersten Male gefördert, ihr Schwefelgehalt schwankt zwischen 42 und 45 vH. Mit Hilfe einer Wasserkraftanlage wurden im Jahre 1925 1812 t geliefert.

Radioaktive Mineralien. Im Gebiet des Puy-de-Dôme und des Allier wurde in den letzten Jahren planmäßig nach radioaktiven Mineralien geforscht. Bei Thoré und Lachaux sind im Granit mehrere Adern von 0,80 m bis 1,50 m Gesamtmächtigkeit mit Quarz ausgefüllt, die beachtenswerte Mengen von Chalcolith (Kupfer-Uranglimmer) und Autunit (Kalk-Uranglimmer) erkennen lassen. Ein ähnliches Vorkommen wurde in Busset und Arrones beobachtet, wo der Chalcolith von Pyromorphit und Flußspat begleitet wird.

Wolframerze. Die neuesten statistischen Berichte besagen, daß Frankreichs Wolframvorkommen erschöpft seien, doch kommt Wolfram an verschiedenen Orten vor, wird aber wegen des schlechten Standes der Preise nicht ausgebeutet.

Zink und Blei; Lagerstätten von Blei und silberhaltigem Blei. Während, wie oben erwähnt, der Abbau mancher Mineralien mit Rücksicht auf die Verschlechterung der Marktlage verringert oder gar eingestellt werden mußte, hat sich der Bergbau auf Zink und Blei infolge des viel lohnenderen Preises vergrößert. Auf die Ausbeutung der Adern von Trémuson (Côtes-du-Nord), die in den Glimmerschiefern und Hornblendeschiefern eingelagert sind, wurden mit Rücksicht auf die weit reichende Erzführung und den Gehalt von 60 bis 70 vH Blei in diesen Mineralien beträchtliche Summen verwendet. Der mittlere Anteil an Silber stieg im Jahre 1925 bis zu 1,3 kg auf 1 t Haufwerk. Im Département Tarn hat die Société de Peyrebrune mit Erfolg den Abbau der silberhaltigen Bleiglänze von Saint-Lieux-la-Fenasse betrieben. Das Mineral enthält bis zu 1 kg/t Silber. Die Gesellschaft verarbeitet ihr Blei selbst auf Bleirohre und hat zur Zeit eine Jahreserzeugung von 16 000 bis 18 000 t. Im Département Aude hatten die Schürfarbeiten in Escouloubre Ende des Jahres 1923 so günstige Ergebnisse, daß die Unternehmer schon vor der Verleihung elektrische Anlagen einrichteten, um silberhaltigen Bleiglanz, Kupferkarbonat und Pyrit, die dort gefunden wurden, auszubeuten. Die in Savoyen gelegene Grube Macot-la-Plagne zu Tarentaise liefert reichen Bleiglanz. Wegen seines hohen Gehaltes an Silber (300 g, nach der Wäsche bis 1300 g) und an Blei (10 bis 12 vH vermehrt auf 50 bis 52 vH Metall) wurde für die Einrichtungen viel Geld aufgewendet. Die durch die hohe Gebirgslage erschwerte Gewinnung konnte immerhin im Jahre 1925 auf 10 500 t Roherz gesteigert werden. In Korsika sind die alten Bleivorkommen alle verlassen. Nur der Betrieb in Chisoni-La Finosa wurde 1922 aufgenommen. Diese Grube erinnert in ihrem Charakter an die zu Grand-Clot; sie liegt im Gneiß des Finosa-Tales. Dort wird im Tagebau ein Bleiglanz mit einem zwischen 25 und 10 vH schwankenden Bleigehalt gefunden, während eine im Ausgehenden sichtbare Kupferformation nicht ausgebeutet wird. Im Jahre 1925 wurden 2300 t gefördert.

Die Société des Mines de l'Ariège nahm 1925 neue Schürfarbeiten in dem alten Betriebe zu Alloue (Charente) auf und fand bei oberflächlicher Arbeit guten Bleiglanz und pyrithaltigen Bleiglanz und kleine Mengen Blende.

Zink vergesellschaftet mit Blei. Die Société de Luz-Saint-Sauveur und neuerdings auch die Vieille-Montagne haben das Blei-Zink-Vorkommen zu Chêze, das die silurischen Schiefer des Luz-Tales berührt, abzubauen begonnen, doch ist ihre Förderung nicht über jährlich 500 t gestiegen.

Eine englische Gruppe untersuchte die Vorkommen von Arrons (Hochpyrenäen). Die Blenden sind, wie es gab, versprengt, und das Erz ist nur mittelmäßig. Schwimmaufbereitung soll es nutzbar gemacht werden.

Im Département Ariège ist der Abbau von Blende und Galmei in Sentein und in Saint-Lary, der Betrieben des Syndicat Minier, gleichmäßig weitergegangen worden. Die Förderung schwankte zwischen 10 2000 t (im Jahre 1925 waren es 1664 t und hiervon Blende). Durch den Bau einer Schwimmaufbereitung soll die Förderung noch entwickeln.

Im Département Var hat die Société des Bormettes das Vorkommen von Bormettes bald erschöpft sein ihren alten Stand nicht wieder erreicht und nur 600 t und Bleiglanz im Jahre 1925 gefördert, aber der Betrieb von Londe erwies sich als lebensfähig und erbrachte 12 640 t Blende und Bournonit (Schwarzspießglanzerz).

In Vallauray wurde ein Bündel von mindestens Adern im Granit und im Karbon ermittelt. Diese führen teils Blenden, teils Bleiglanz. Seit 1925 wird dort 2200 t gefördert.

Im Département Lozère hat die Société du Blei sich der früher von ihr vernachlässigten Schicht des Lias zugewendet und hat aus diesem ziemlich zusammenhängenden Vorkommen von beachtenswertem Gehalte Bleiglanz enthält 60 vH Blei und 1,2 kg Silber, w der Galmei 27 bis 28 vH Zink hat — 19 550 t Haufwerk im Jahre 1925 gefördert. Le Gard lieferte 587 t im Jahre 4127 und 5590 t in den Jahren 1924 und 1925. In Hippolyte-du-Fort wurden seit 1920 teils im Tagebau unter Tage Blende, Bleiglanz und Galmei gefördert zwar 1300 t bis 2000 t bis zum Jahre 1923.

Die Vieille Montagne setzte die Betriebe von Cr. Paillères in Gang. Die Förderung dort ist schwierig das Gelände ist bröckelig, die Vorkommen sind unregelmäßig, und die Trennung der einzelnen Erzbestandteile umständlich. Die Fördermenge schwankte zwischen 2000 und 2000 t. Die Erze enthalten 35 vH Zink und 23 bis 30 vH Blei.

Im Languedoc zeigten sich unerwartet gute Vorkommen. So wurde das Lager von Saint-Sauveur von seinen Besitzern für bescheiden gehalten, als eine reiche englische Gesellschaft seinen Wert zu ermitteln begann. 40 sorgfältige Bohrungen ergaben das Vorhandensein einer Ader von 8 bis 8 m Gesamtmächtigkeit, die Blende und Bleiglanz mit einem Gehalt von 10 bis 12 g/t Zink, 5 bis 6 g/t Silber und 100 g/t Silber. Die amtlichen Stellen schätzten die Mächtigkeit des Vorkommens auf 1 Mill. t. Das Lager von Saint-Sauveur ist mit vorzüglichen Einrichtungen ausgestattet und will eine Jahresförderung von 28 000 t erreichen, zur Zeit werden monatlich 2000 t gefördert, eines der höchst beachtenswerten in Europa. [N 83]

Berlin

Dr.-Ing. Martin W. Neuf

Wasserversorgung

Hölzerne Brunnenrohre und -filter in Holland

In Holland wird als Baustoff für Brunnenrohre Fichte, für Filterrohre Teakholz bevorzugt. Auch Rohre von 100 m Tiefe und mehr, mit Filtern bis zu 25 m Durchmesser, werden auf diese Art ausgeführt und sollen besonders haltbar sein. Die Rohre werden aus gefügten Stäben zusammengesetzt und mit kupfernen Bändern zusammengehalten. Die Stoßstellen sind durch hölzerne Querkeile besonders gesichert, Abb. 2 und 3. Die Filterrohre werden in gleicher Weise hergestellt und erhalten Schlitzlöcher von etwa 2 mm Breite mit kleinen Kreissägen in die fertigen Rohrlängen geschnitten werden. Um Verstopfung durch Sandeintritt zu erschweren, werden die Schlitzlöcher zuweilen schräg ausgeführt, Abb. 4. Eine Sonderausführung von hölzernen Filtern Bauart „Vulcaan“, zeigen Abb. 5 bis 7. Großen Wert



Abb. 2 und 3
Durch Querkeile
gesicherte Stoßstellen

Schnitt A-B



RZ 093 Zink

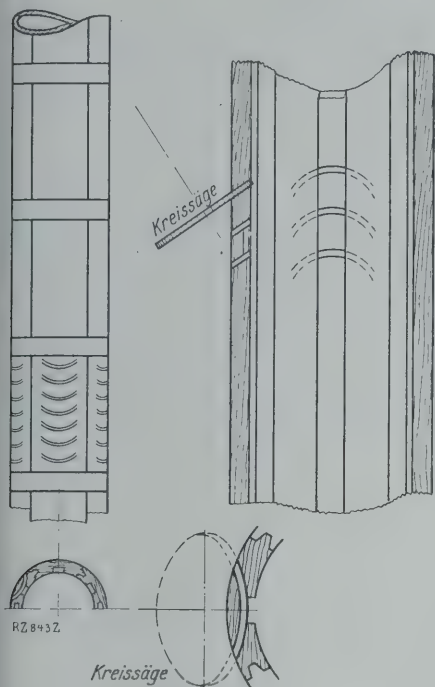


Abb. 4 bis 7
Hölzernes Filterrohr, Bauart Vulcaan

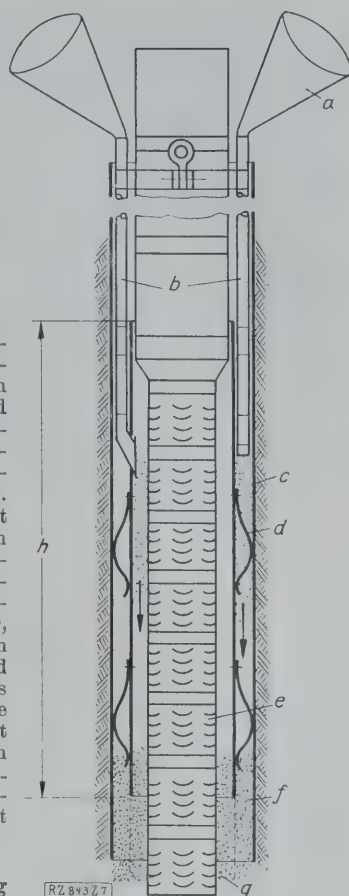
für die das Filter gegen Verstopfung sichernde Kies-
die vor dem Ziehen des Bohrrohres zwischen Bohr-
d Filterrohr niedergebracht wird.
genügendem Abstand zwischen beiden Rohren —
ens 80 bis 100 mm — wird die Kiesschicht vielfach
Lagen ausgeführt; einer inneren von rd. 5 mm

Abb. 8
Einrichtung zum Umschütten
des hölzernen Filterrohres
mit Kies

- a Trichter über Flur zum
Kiesstürzen
- b Rohre zum Kiesstürzen
(innere und äußere Kies-
lage)
- c Bohrrohr
- d federnde Zentrierbügel
- e Filterrohr
- f feiner Kies
- g grober Kies
- h Hülshülse zum Kies-
stürzen, rd. 3 m lang

Korngröße und einer äße-
ren von 2 bis 3 mm Korn-
größe. Zum Einbringen
dieser beiden Lagen wird
eine rd. 3 m lange Schütt-
büchse h, Abb. 8, verwen-
det; mit ihr sind zwei Gas-
rohre b von 2" Dmr.
verbunden, die oben mit
Einschütttrichtern versehen
sind. Eines dieser Gas-
rohre mündet in den Hohl-
raum zwischen Schütt-
büchse und Filterrohr e,
das andre in den Raum
zwischen Schüttbüchse und
Bohrrohr c. Im Laufe des
Schüttvorganges wird die
Büchse langsam gedreht
und, der fortschreitenden
Schüttung entsprechend, an-
gehoben. Bei großen Tie-
fen erfordert diese Arbeit
Umsicht und Geduld.

Arnhem [M 843]
Dipl.-Ing. L. Silberberg



Kleine Mitteilungen

Elektrische Lokomotive mit Einzel- achsanantrieb

Die Great Indian Peninsula-Eisenbahn hat die
elektrische Lokomotiv- und Maschinenfabrik kürzlich
mechanischen Teil einer 2AAA1-Schnellzuglokomotive
t. Bei den Abnahmeversuchen soll diese Lokomotive
eine Geschwindigkeit von 137 km/h erreichen. Der Ein-
antrieb, der bei Personen- und Schnellzuglokomotiven
erragende Stellung einnehmen soll, ist hier als „Uni-
antrieb Winterthur“ ausgebildet. Er zeichnet sich
besonders hohe Lage der abgefederten Massen aus,
einen ruhigen Gang begünstigt. Jede Achse
über eine doppelte Zahnradübersetzung (1:30)
bei Motoren getrieben, die senkrecht über den Treib-
liegen. Man nimmt an, daß die Verluste im Zahn-
wenig mehr als 1/2 vH der Gesamtleistung betragen.
z. Bauzeitung 3. Dezember 1927 S. 294*)

49 a] Gsl.

Triebwagen für Indien

Die neuen indischen Motortriebwagen haben äußer-
lich das Aussehen eines geschlossenen, einstöckigen Omni-
bus, bewegen sich wie dieser auch normalerweise nur
in Fahrtrichtung. Die Strecke, auf der sie betrieben
werden, weist besonders schwierige Verhältnisse auf, da
von den insgesamt 96 km in Dauersteigung (4,5 vH)
Die Krümmungshalbmesser betragen 27,5 m an den
Punkten und 33,5 m auf der freien Strecke. Die
Durchschnittsgeschwindigkeit in der Steigung beträgt
11 km/h. Der Wagenkasten ruht auf zwei Fahrgestellen.
Jeder hat sechs Zylinder (140 × 152,5 mm) und leistet
0 Uml./min 85 PS. Das Drehmoment wird über eine
Verbindung an ein Dreiganggetriebe abgegeben, womit
drei Geschwindigkeiten von 8, 16 und 32 km/h erhält-
lich. Geschwindigkeiten können in beiden Richtungen er-
halten werden. Vom Getriebe aus wird das Drehmoment an
die Vorder- und hinteren Drehgestelle mittels ge-
eigneter Ketten abgegeben. („The Engineer“ 2. Dezem-
ber 1927 S. 625*) [N 1049 b] Krs.

Rettungswagen für die neuen New-Yorker Tunnel

Die Eröffnung der beiden neuen nach ihrem Erbauer
Holland benannten Tunnelröhren von je rd. 2,8 km Länge
unter dem Hudson-River am 12. November d. J., deren Bau
rd. 49,5 Mill. Dollars gekostet haben soll, bedeutet eine er-
hebliche Verbesserung des Verkehrs zwischen New York und
Jersey City, da das bisherige Warten auf die Fähren ent-
fällt und stündlich etwa 1900 Wagen in jeder Richtung
durch die Tunnel fahren können. Um zu verhindern, daß
die Tunnel durch Betriebsunfälle an Kraftwagen verstopft
werden, hat man eigene Rettungswagen dafür bereitgestellt.
Das sind Lastkraftwagen, die von jedem Ende her gelenkt
werden, also in den Tunnel einfahren und den beschädigten
Wagen rückwärts herausziehen können. Die Wagen sind
mit geeignetem Werkzeug, einer Schaumlöscheinrichtung und
sogar mit Behelfen für die Behandlung von Verwundeten
ausgerüstet. („Automotive Industries“ 12. November 1927
S. 720/21*) [N 1049 c] H.

Zentralisierte selbsttätige Feuerungs- regelung

Im Kraftwerk Williamsburgh der Brooklyn-Manhattan
Transit Corp. arbeitet eine Dampferzeugungsanlage von
72 Kesseln mit je 540 m² Heizfläche, deren Feuerführung
seit Juli 1926 von einer einzigen Stelle aus selbsttätig
geregelt wird. Insgesamt 180 Regler für Brennstoffzufuhr,
Luftzufuhr und Einstellung des Zuges sind eingebaut. Jeder
Kessel hat zwei Regler; die Regelanlagen einer Kessel-
gruppe sind wiederum zusammengefaßt und werden von
einem Gruppenregler gesteuert und die gesamte Anlage wird
von einem Hauptregler gesteuert. Die riesige Anlage ist so
übersichtlich angeordnet, daß ein Mann zur Beaufsichtigung
und Überwachung vollauf genügt.

Die bisherigen Betriebserfahrungen sind sehr günstig;
selbst bei stärksten Belastungsschwankungen arbeitet die
Regelung völlig einwandfrei und ermöglicht einen hohen
Wirkungsgrad der Kesselanlage. („Power“ 22. November
1927 S. 770*) [N 1049 d] Pt.

Hohlgeschwanzte Stehbolzen

Th. S. Wheelwright, Präsident der Firma Old Dominion Iron & Steel Works, Belle Isle, Richmond, Va., hat ein Verfahren durchgebildet, um Stehbolzen wirtschaftlich herzustellen. Ein mit Sand gefülltes Stahlrohr legt man dabei in die Mitte eines Bündels von Stahlstangen (Walz- oder Elektrostahl), deren Durchmesser von außen nach innen abnimmt. Nachdem das Paket mit Draht umschnürt worden ist, wird es auf Schweißtemperatur erwärmt und gewalzt. Der Sand wird mittels Druckluft entfernt, während der Stehbolzen in einer besonderen Vorrichtung umläuft. Die Festigkeitswerte sind: Elastizitätsgrenze 24,5 bis 27,3 kg/mm², Zugfestigkeit 35 bis 38,8 kg/mm², Dehnung (bezogen auf 200 mm Stablänge) 30 vH, Einschnürung 50 vH. („The Iron Age“ 24. November 1927, S. 1451*) [N 1049 e] Gw.

158 m hoher Wolkenkratzer mit Turmaufbau

An einer der Hauptverkehrsstraßen Chicagos, dem Wacker Drive, hat man ein 24stöckiges Bureaugebäude von rd. 80 m Höhe errichtet, auf das noch ein 18stöckiger Turm

von 78 m Höhe aufgesetzt worden ist. Das Gebäude Straßenhöhe 19,7 × 30,5 m² Grundfläche, die sich in Höhen in Höhe des neunten und des sechzehnten Stockes bis auf 19,7 × 25,8 m² am Fuße des Turmes vergrößert. Der achteckige gleichseitige Turmaufbau weist eine Grundriß 12,7 m größten Durchmesser auf, der sich teilweise bis zum obersten Stockwerk auf 2,9 m vergrößert.

Für die Gründung wurden runde Betonpfeiler von Dmr. bis zu 33 m unter dem Spiegel des Chicago-Flusses den festen Felsenboden hinabgetrieben. Da diese Pfeiler an den langen Seiten des Gebäudes nicht über die äußere Begrenzungslinie des Gebäudes herausgeführt werden konnten, mußten an diesen Stellen die Haupttragsäulen des Gebäudes mittels besonderer Überhängekonstruktion abgestützt werden. Vier von diesen Hauptträgern, die alle ein H mit rd. 500 mm Seitenlänge haben, gehen durch bis zum 41. Stockwerk. Der auf den Turm wirkende Wind wird durch eine schwere Betonplatte im 24. Stockwerk auf den unteren Teil des Gebäudes übertragen. („Engineering News Record“ 24. November 1927 S. 824*) [N 1049 f]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

James Watt and the Steam Engine. The Memorial Volume Prepared for the Committee of the Watt Centenary Commemoration at Birmingham 1919. Von H. W. Dickinson und Rhys Jenkins. Oxford 1927, The Clarendon Press. 405 S. m. 39 Abb., 104 Taf. u. 2 Karten. Preis 80 M.

Vor 25 Jahren konnte ich im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure zum erstenmal das große Technische Museum in London besuchen. Unvergessen sind mir die Eindrücke, die ich für die Entwicklung der Dampfmaschine, an der ich im Auftrage des Vereines zu arbeiten begann, von den Original-Maschinen Watts in Kensington mit nach Hause nahm. Dankbar erinnere ich mich heute wieder der selbstlosen Hilfe, die ich damals und seitdem noch oft bei Hrn. Dickinson im dortigen Museum gefunden habe, dessen große Arbeit, für die er gemeinsam mit seinem Kollegen Jenkins zeichnet, nun vor mir liegt.

Ich erinnere mich meines letzten Besuches in London, wenige Monate vor dem Kriege. Ich wußte durch Dickinson, welcher riesiger, noch nicht bearbeiteter Stoff an Briefen und Zeichnungen in England zu dem Kapitel über James Watt und die Dampfmaschine vorlag. Von der Bearbeitung stand zu erwarten, daß sie wichtige Aufklärungen über diese weltgeschichtlich so bedeutsame Erfindung geben werden. 1914 erschien es deshalb bereits ratsam, daran zu denken, ob nicht 1919 die Abfassung eines solchen Werkes aus Anlaß des 100. Todestages James Watts möglich sei. Ich fand Gelegenheit, damals diese Anregung mit den maßgebenden Herren großer Vereine, technischer Zeitschriften und mit Verlegern in London zu besprechen. Ich glaubte das größte Interesse der deutschen Ingenieure für solche, auf grundlegendem Quellenmaterial beruhende Arbeit versprechen zu können; ich dachte an eine gleichzeitige deutsche Ausgabe des großen Werkes. Der Weltkrieg vernichtete jede Möglichkeit, eine solche Arbeit in Angriff zu nehmen.

Die erste Nachricht, die nach dem Krieg aus England zu mir kam, brachte die freudige Mitteilung, daß man nicht nur des 100. Todestages James Watts gedenken werde, sondern daß auch eine Kommission in Birmingham gebildet sei, deren Aufgabe es war, zu beschließen, was England aus Anlaß dieses Erinnerungstages an eine seiner größten technischen Taten tun könne. Große Pläne wurden beraten. Das, was sich zunächst ausführen ließ, war der Beschluß, ein Werk über James Watt und die Dampfmaschine, gestützt auf das riesige Quellenmaterial, das in England vorhanden war, herauszugeben. Acht Jahre selbstloser eifriger Arbeit der Verfasser folgten, und nun können wir uns des Ergebnisses freuen.

In einem stattlichen Bande großen Formats werden James Watt und die Dampfmaschine behandelt. Tausende von Briefen und Zehntausende von Originalzeichnungen sind hier, abgesehen von einer sehr umfassenden Literatur, sorgfältig berücksichtigt worden. Zunächst wird uns die Lebensgeschichte James Watts im ersten Teil in sieben Kapiteln auf 81 Seiten dargeboten. Einiges von dem immer wieder Nacherzählten wird berichtigt. Im übrigen haben sich die Verfasser mit Rücksicht auf die bereits zahlreich veröffentlichten lebensgeschichtlichen Schriften kurz gefaßt.

Im Hauptteil des Werkes werden auf 267 Seiten in 18 Kapiteln die Arbeiten James Watts, die zur Schaffung seiner Dampfmaschine geführt haben, dargestellt. Zugabe geben die Verfasser in großer Zusammenfassung die Entwicklung der einfach und doppelt wirkenden Wasserdampfmaschine und der Maschine mit Drehbewegung der Betriebsmaschine, die Eingang in alle Gewerke fand. Von Grund aus die industrielle Tätigkeit, zunächst die Textilindustrie, in ihre heutige Gestalt umformte. In wertvollen Sonderabschnitten wird sodann die Entwicklung der wichtigsten Einzelteile, wie Zylinder, Kolben, Steuerung, Ventilschneide, Kurbelgetriebe, Indikator, Kessel usw., gegeben. Das hat den großen Vorteil, daß man diese wichtigsten Einzelheiten auch im Zusammenhang verfolgen kann.

Hieran schließen sich Kapitel über Gebläse und Dampfmaschinen, sowie über Dampfhammer an. Sehr wichtig ist das Kapitel über die Fabrikation der Maschinen und die Mitarbeiter von Watt und seine Gegner. Im Anhang sind die Originalrichtlinien über die Errichtung und den Betrieb der Dampfmaschinen vom Jahre 1779 und 1781 besonders wertvoll, lassen sie doch in der Sprache der Zeit erst richtig erkennen, welche ungeheuren Schwierigkeiten zu überwinden waren, um eine nur wenige Pferdekräfte leistende, nach unseren heutigen Begriffen als schwache Maschine zu errichten und in Betrieb zu nehmen.

Die Tafeln enthalten einige wertvolle Bildnisse, zu aber in vorzüglicher Wiedergabe Originalzeichnungen der wichtigsten Maschinen und ihrer Teile.

Der Inhalt zeigt die Verfasser als ausgezeichnete Kenner dieses für die Entwicklung des Maschinenzeitalters wichtigsten Zeitabschnittes. In wissenschaftlich einfacher Sprache suchen sie, das Für und Wider objektiv abwägend, das große Thema gerecht zu werden. Die Zeit, über die geschrieben ist, ist für die Geschichte der Technik klassisch, und der Stil wird dieser großen Zeit gerecht, durch seine starke Wirkung, der sich kein Leser wird entziehen können.

Die Verfasser haben sich genau an ihre Aufgabe gehalten. Sie schließen die Darstellung mit dem Jahre 1800 ab. Dem Ausscheiden James Watts aus der Firma. Sie verweisen aber selbst darauf hin, wie ungemein wichtiges Material von ihnen verarbeiteten Quellen zu finden sei, abgesehen von der Dampfmaschine auch über den gesamten Maschinenbau zur Zeit Watts und über die Entwicklung der Dampfmaschine nach 1800. Gerade über den allgemeinen Maschinenbau und über die Herstellung der Maschinen wird wir zu wenig. Bei aller Freude über den vorliegenden Band können wir deshalb nur bitten und hoffen, die Freunde der Geschichte der Technik in England möchten bald Mittel und Wege finden, daß auch dieses ungemein wertvolle Material in bearbeiteter Form der Öffentlichkeit übergeben wird.

Die Ausstattung des Buches ist dem ausgezeichneten Inhalt ebenbürtig. Es ist für jeden, der Verständnis für die Buchkunst hat, eine Freude, ein wertvolles Buch in so schönem Gewande zu sehen. Wir hoffen, daß diese hingebende Arbeit viele Freunde auch unter den deutschen Ingenieuren finden wird. Die englischen Ingenieure die englische Buchdruckerkunst können stolz auf diese Leistung sein. [E 1021] C. Matsch

Wassereisenbahn. Ein Schleppsystem auf Kanälen und Eisen ohne Inanspruchnahme der Ufer. Von Richard B. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 117 S. m. 50 Abb. Preis 12 *M.*

Diese Schrift stellt den literarischen Niederschlag der Arbeit eines Mannes dar, der jahrzehntlang um seine und deren Umsetzung in die Praxis gekämpft hat. Übergibt er in dem vorliegenden Buch sein Erbe der Menschheit mit der Hoffnung, daß es einst Früchte bringen wird. Im Jahre 1907 hat Koß das erste Patent auf Wassereisenbahn, eine von ihm erfundene Treidelart auf Schiffen auf Flüssen und Kanälen, erhalten. Diese Art ist dadurch gekennzeichnet, daß sich ein kleiner Motor, der durch einen Verbrennungs- oder Elektroantrieb angetrieben wird, mit Hilfe von Rollenpaaren an der Sohle der Wasserstraße verlegten Schiene entlang bewegt. Nach vielen Versuchen am Dortmund-Emskanal, die Koß hier eingehend beschreibt, wurde im Kriege die Wassereisenbahn im Rhein-Marne-Kanal angelegt, die nach ihrer Vollendung aus politischen Gründen verfallen wurde. Neue Pläne sind dann entstanden und im nächsten Jahr trat Koß anläßlich der Hauptversammlung des Zentralvereins für deutsche Binnenschifffahrt noch einmal seinen Plänen vor die Öffentlichkeit und fand dann die Anerkennung des Reichsverkehrsministeriums.

Wie weit in Zukunft die von Koß vorgeschlagene Art angewendet werden kann, muß im Einzelfall entschieden werden. Technisch möglich ist sie auf allen ihren Wirtschaftlichkeit gegenüber andern Schlepparten kann sich aber nur im Dauerbetrieb ergeben. [E 969]

Is.

Primitive Giants of America. Von C. Forbes und O. D. S. New York 1927, B. C. Forbes Publishing Co. 128 S.

Das in leichtem Plauderton geschriebene Buch schildert den Verfall der zwanzig hervorragendsten Persönlichkeiten der amerikanischen Kraftwagenindustrie, die zumeist noch leben und tätig sind, wenngleich sie im Alter von 5 bis 65 Jahren stehen. Der älteste ist zur Zeit 80 Jahre alt, der Begründer der Hupp Motor Corporation, dann folgt Durant, 65 Jahre alt, Gründer der General Motors Carriage Co., dessen Leben ein ewiges Börsen- und Geschäftswesen ist, mit seinen Erfolgen und seinen Mißgeschicken; dann Ford, der im vorigen Jahr 63 Jahre alt war, der bekannteste Mann auf diesem Gebiet.

Für den Geschichtsforscher wertvoll dürfte sein, daß die meisten dieser Männer aus einfachen Kreisen stammen und verhältnismäßig wenig Schulbildung genossen haben. Die wenigen Ausnahmen haben sie als ganz einfache Arbeiter oder Angestellte, zum Teil gar nicht auf technischem Gebiet angefangen. Man kann also wohl sagen, daß sie ihre hervorragende Stellung nur ihrer Persönlichkeit zu danken haben. [E 968]

Dr. Heller

Automobil-Lastautomobile. 1. Bd.: Kommunal-Automobile, Automobil-Kipper, Tank-Automobile, Sonderfahrzeuge. Von L. Betz. Berlin 1927, Hermann Meusser. 341 S. m. 100 Abb. Preis 18 *M.*

Das Buch ist eine Sammlung von guten Abbildungen der verschiedensten Fahrzeuge der oben erwähnten Art und bietet dem Leser eine Fülle einen Einblick in die Vielgestaltigkeit des Nutzkraftwagens. Der begleitende Text ist wenig vom Standpunkt des Konstrukteurs als von dem des Benutzers geschrieben, der am wirtschaftlichen Ergebnis am meisten interessiert ist, obgleich hier und da auch auf die Details der Bauart näher eingegangen wird. Besonders reichhaltig ist die Sammlung von Fahrzeugen für den öffentlichen Dienst, die in dem Buch gezeigt wird: Fäkalien-, Kanalreinigungs-, Turm- und andere Arbeitswagen, Sonderfahrzeuge für Bau und Pflege von Straßen. Neben diesen sind auch einige ausländische Erzeugnisse berücksichtigt. [E 967]

H.

Stütztafeln für Eisenbetonkonstruktionen. Von Paul H. Berlin 1927, Julius Springer. 109 Taf. Preis 12 *M.*

Die Einführung der neuen Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton hat Veranlassung gegeben, die Tafeln auszuarbeiten. Aber auch wenn infolge der Neueinführung die bisherigen Werte nicht hätten umgerechnet werden müssen, wäre die Bearbeitung von Tafeln zur Ausführlichkeit der vorliegenden wirtschaftlichen Arbeit zu begrüßen gewesen, da man durch sie unnötige und unwirtschaftliche Rechenarbeit erspart. Sie enthalten die Momente, die von Rechteckquerschnitten und Balken bei den verschiedensten Spannungen aufgenom-

men werden können. Sie gestatten weiter, die Bewehrungen für einfach und doppelt bewehrte Platten, Balken und Plattenbalken unter Annahme von gewöhnlichem wie auch von hochwertigen Baustoffen, wie Zement und Eisen oder Stahl, und mit Berücksichtigung der Spannungen im Steg, ferner die Entfernung des Zug- und Druckmittelpunktes voneinander für die Schub- und Haftspannungen, schließlich die Querschnitte quadratischer Stützen unter Berücksichtigung der Knickgefahr schnell abzulesen. Die Berechnung der Tafelwerte beruht auf den in § 18, Ziffer 1 und 2, der Bestimmungen vom September 1925 gegebenen Annahmen.

Eine kurze, allgemeine Angabe über die Einrichtung der Tafeln sowie besondere Anleitungen zu jeder Gruppe von Tafeln führen den Benutzer schnell in den Gebrauch der Tafeln ein; die Art der Anordnung der Tafeln macht die Handhabung bequem. Daß die Bestimmungen für Eisenbahnbrücken nicht berücksichtigt werden konnten, ist im Interesse der Vollständigkeit und der umfassenden Verwendbarkeit des Buches immerhin zu bedauern.

[E 932]

Bu.

Automaten. Von Ph. Kelle. 2. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 466 S. m. 823 Abb. Preis 26 *M.*

Das Drahtziehen auf Mehrfach-Ziehmaschinen. Von Dr. Goldschmidt. Halle a. d. S. 1927, Martin Boerner. 74 S. m. 55 Abb. Preis 4,50 *M.*

Elemente des Vorrichtungsbaues. Von E. Gemppe. Berlin 1927, Julius Springer. 132 S. m. 727 Abb. Preis 7,75 *M.*

Schaltungen für Hebezeuge. Von Georg Esper. Leipzig 1927, Hachmeister & Thal. 182 S. m. 123 Abb. Preis 9,50 *M.*

Gemeinfaßliche Darstellung der gesamten Schweißtechnik. Von P. Bardtke. Berlin 1927, VDI-Verlag. 280 S. m. 250 Abb. Preis 12,50 *M.*

Die Gleichstrommaschine. 2. Bd.: Konstruktion, Berechnung und Arbeitsweise. Von J. L. la Cour. 3. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 714 S. m. 550 Abb. Preis 30 *M.*

Analysis von Grundproblemen der theoretischen Wechselstromtechnik. Von Carl Breitfeld. Braunschweig 1927, Friedr. Vieweg & Sohn. 347 S. m. 105 Abb. Preis 31 *M.*

Handbibliothek für Bauingenieure, 10. Bd. 2. T.: Der neuzeitliche Straßenbau. Von E. Neumann. Berlin 1927, Julius Springer. 400 S. m. 210 Abb. Preis 29,50 *M.*

Hölzerne Dachkonstruktionen. Ihre Ausbildung und Berechnung. Von Th. Gesteschi. Berlin 1928, Wilhelm Ernst & Sohn. 245 S. m. 313 Abb. Preis 14 *M.*

Handbuch der Zementliteratur. Im Auftrage des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten verf. von Friedrich Wecke. Berlin-Charlottenburg 1927, Zementverlag. 1447 S. Preis 40 *M.*

Über Kalk und Mörtel im Allgemeinen nebst Theorie des Mörtels. Von J. F. John. Berlin 1819, Duncker & Humblot. 112 S. Preis 10 *M.*

(In Faksimiledruck vom Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten herausgeg. zu seinem 50jährigen Jubiläum 1926.)

Kohle-Koks-Teer, 16. Bd.: Braunkohlengeneratorgas. Von Alfred Faber. Halle a. d. S. 1927, Wilhelm Knapp. 263 S. m. 148 Abb. Preis 17,80 *M.*

Die Warmewirtschaft des Hausbrandes im Unterricht unserer Schulen. Von J. Riedl. 2. Aufl. Berlin 1927, Albert Lüdke. 136 S. m. 40 Abb. Preis 5 *M.*

Materialprüfung mit Röntgenstrahlen. Von Richard Glocker. Berlin 1927, Julius Springer. 377 S. m. 256 Abb. Preis 31,50 *M.*

Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehygiene, n. F. 18. H.: Die Beseitigung der beim Tauchen und Spritzlackieren entstehenden Dämpfe. Von Wenzel, Alvensleben und Witt. Berlin 1927, Julius Springer. 35 S. m. 31 Abb. Preis 3,30 *M.*

Lehrbuch der analytischen Geometrie. Von L. Heffter und C. Koehler. 1. Bd. 2. Aufl. Karlsruhe 1927, G. Braun. 477 S. m. 112 Abb. Preis 20 *M.*

B. G. Teubners Sammlung von Lehrbüchern aus dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften, 42. Bd.: Partial differential equations of mathematical physics. Von Arthur Gordon Webster. Herausgeg. von Samuel J. Plimpton. New York 1927, G. E. Stechert & Co. Leipzig 1927, B. G. Teubner. 440 S. m. 97 Abb. Preis 25 *M.*

Mathematisch-technische Zahlentafeln. Zusammengestellt von H. Bohde. 5. Aufl. Berlin 1927, Julius Springer. 68 S. m. versch. Abb. Preis 1 *M.*

Veranstaltungen der Weltkraftkonferenz

Da auf Beschluß des Internationalen Hauptausschusses der Weltkraftkonferenz und auf Einladung des Deutschen Nationalen Komitees der Weltkraftkonferenz die 2. Weltkraftkonferenz 1930 in Berlin stattfinden wird, ist es geboten, an dieser Stelle übersichtlich die bisherigen und kommenden Veranstaltungen zusammenzustellen. Von den in dieser Übersicht mit Weltkraftkonferenz bezeichneten Vollkonferenzen sind die Teilkonferenzen zu unterscheiden, deren Verhandlungsgegenstände enger begrenzt sind.

Der Verein deutscher Ingenieure ist an den Vorarbeiten für die 2. Weltkraftkonferenz hervorragend beteiligt. Er ist Mitglied des Deutschen Nationalen Komitees; weiter ist Professor Dr. C. Matschoß dessen Geschäftsführer.

Über die Organisation der Weltkraftkonferenz unterrichtet die folgende Übersicht:

Zentralbureau London

Vorsitzender des Internationalen

Hauptausschusses: D. U. Dunlop

Sekretär: M. W. Burt

47 Nationale Komitees oder Vertreter

Australien	Griechenland	Norwegen
Belgien	Großbritannien	Nyasaland
Brasilien	Holland	Österreich
Britisch-Guyana	Indien	Peru
Bulgarien	Irland	Polen
Canada	Italien	Portugal
Ceylon	Japan	Rumänien
Chile	Jugoslawien	Rußland
China	Kenya-Kolonie	Schweden
Columbien	Lettland	Schweiz
Tschechoslowakei	Litauen	Spanien
Dänemark	Luxemburg	Süd-Rhodesien
Deutschland	Mexiko	Ungarn
Estland	Neuseeland	Vereinigte Staaten
Finnland	Niederl. Indien	von Südafrika
Frankreich		Vereinigte Staaten
Goldküste		von Amerika

Deutsches Nationales Komitee der Weltkraftkonferenz
beim Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine

Vorsitzender: Generaldirektor Dr. C. Köttgen	Geschäftsstelle: Berlin NW 7, Ingenieurhaus
Stellv. Vorsitzender: Geh. Baurat Professor Dr. G. de Thierry	Mitglieder: 1. Reichsbehörden
Geschäftsführer: Professor Dr. C. Matschoß	2. Wissenschaftliche Ver- eine und Hochschulen
Stellv. Geschäftsführer: Dipl.-Ing. zur Nedden	3. Wirtschaftsverbände

[V 1018]

Übersicht der Tagungen

Tagungen	Ort	Zeit	Thema und Bemerk
1. Weltkraftkonferenz	London	30. Juni bis 12. Juli 1924	Gruppe 1: Kraftanlagen und -anlagen Gruppe 2: Kraftanlagen Gruppe 3: Kraftanlagen Gruppe 4: Energie der Kleinindustrie im Haushalt beim Transport Gruppe 5: Verschiedene (Normung usw.)
1. Teilkonferenz	Basel	31. August bis 12. Sept. 1926	Wasserkraftnutzung und Binnenschifffahrt In Basel fand zu dieser Zeit eine internationale Ausstellung gleichen Namens
2. Teilkonferenz	London	24. Sept. bis 6. Oktober 1928	Brennstoffe Klasse 1: Feste Brennstoffe Klasse 2: Flüssige Brennstoffe Klasse 3: Gasförmige Brennstoffe Klasse 4: Allgemeine Brennstoffnutzung Klasse 5: Allgemeine Brennstoffnutzung
3. Teilkonferenz	Barcelona	Mai 1929	Ausnutzung der Wasserkraftläufe und der Elektrizität in der Landwirtschaft Wahrscheinlich eine elektrotechnische Ausstellung
4. Teilkonferenz	Tokio	Oktober 1929	Ausnutzung von Wasserkraft- und elektrischer Energie; Elektrifizierung im Fernbereich In Verbindung mit dem gleichzeitig stattfindenden „Engineering Congress“
2. Weltkraftkonferenz	Berlin	1930	Das Programm ist vorbereitet. Vorgelegt sind: Energiespeicherung und -verteilung

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

	Seite
Eindrücke von meiner ersten Amerikareise. Von I. Lauster	1765
Straßenbahntriebwagen aus Leichtmetall	1769
Der Stand der Fernsprecherei. Von P. Riemen-schneider	1770
Neue Walzenstraßen bei der Illinois Steel Co.	1772
Die erste Brücke über den Hudson bei New York. Von R. Bernhard	1773
Armin Engelhard †	1778
Nebenströmungen in gekrümmten Kanälen. Von A. Hinderks	1779
Steinkohlenschmelze nach Turner und Pläßmann	1783
Der Fiat-Ofen in der Stahlformgießerei. Von E. Widdel	1785

Von den Arbeiten im Patentausschuß des Vereines deutscher Ingenieure	
Rundschau: Neues Blechstreifenwalzwerk der Trumbull Steel Co. — Die Erzbergwerke Frankreichs nach dem Weltkriege — Hölzerne Brunnenrohre und -filter in Holland — Kleine Mitteilungen	
Bücherschau: James Watt and the Steam Engine. Von H. W. Dickinson und R. Jenkins — Die Wassereisenbahn. Von R. Koß — Automotive Giants of America. Von C. Forbes und O. D. Foster — Spezial-Lastautomobile. Von L. Betz — Bemessungstabellen für Eisenbetonkonstruktionen. Von P. Göddel — Eingänge	
Veranstaltungen der Weltkraftkonferenz	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFÜHRER: C. MATSCHOSS ★

71

SONNABEND, 24. DEZEMBER 1927

Nr. 52

Die Werkstofftagung Berlin 1927

Von C. Matschoß, Berlin

(Hierzu Textblatt 27 bis 32)

Rückblick auf Werkstofftagung und Werkstoffschau — Veranstalter, Umfang des Unternehmens, Vorarbeiten und Durchführung —
Auswertung im Schrifttum und in Vorträgen und unmittelbarer Nutzen — Erhaltung von Teilen der Werkstoffschau

Am Freitag, den 13. November, abends 10 Uhr, ist die Werkstoffschau und damit das gesamte Unternehmen der Werkstofftagung geschlossen worden. Dieser Tag ist der Abschluß einer jahrelangen Arbeit, sowie die Belohnung und Anerkennung, die das Unternehmen gefunden hat, es, rückblickend hier kurz den Weg, den es gegangen ist, darzulegen, das Ergebnis festzustellen (die wichtigsten Gesichtspunkte zusammenzufassen¹⁾). Der Gedanke der Werkstofftagung ist aus einem Bedürfnis entsprungen: Wir Verbraucher des Werkstoffs wissen zu wenig vom Werkstoff selbst, und wir Erzeuger des Werkstoffs wissen zu wenig von den Anforderungen der Verbraucher an den Werkstoff. Erzeuger und Verbraucher müssen sich zu gemeinsamer Arbeit zusammenstellen, um wichtige Fortschritte der Technik, die vom Werkstoff abhängig sind, zu erreichen.

Durchführung. Der Verein deutscher Ingenieure fand bei der Darlegung dieser Gedankengänge die größte Unterstützung des Vereins deutscher Eisenleute, der Gesellschaft für Metallkunde und des Zentralverbandes der Deutschen Elektrotechnischen Industrie²⁾. Vier Organisationen wurden die Träger des Unternehmens. Aber auch sie wieder waren angewiesen auf die fleißige und tatkräftige Mitarbeit vieler anderer technischer, wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Vereine, sowie vor allem auf die führenden Firmen der Werkstoff erzeugenden Industrie, auf die Verbraucher und die Firmen, die Prüfmaschinen und alle die vielfältigen andern Apparate zur Bestimmung des Werkstoffs herstellen. Die Wünsche der Verbraucher wurden durch den zu Beginn des Jahres 1927 gegründeten Beirat der Verbraucher gesammelt für die Werkstoffvorträge verarbeitet, auch ein großer bemerkenswerter Ausstellungsstapel auf der Werkstoffschau wurde vom Beirat der Verbraucher zur Verfügung gestellt. Es gelang, die Ingenieure und Hüttenleute für den Gedanken zu begeistern, in gemeinsamer Arbeit zu zeigen, was heute erreicht ist und den Weg zu zeigen, den man gehen muß, um weitere Fortschritte zu erzielen.

Der Verein deutscher Ingenieure hatte zunächst bei seinen ersten Plänen an die Werkstoffe in weitestem Umfang, auch an die Betriebsstoffe gedacht. Bei der vertieften Bearbeitung des ganzen Planes zeigte sich aber, daß zur Zeit noch Raum noch die zur Verfügung stehenden Mittel ausreichten, um neben den Metallen und den Isotopen auch noch die Riesengruppe der Baustoffe in ihrer gründlicher Form darzustellen. Man hat sich deshalb auf das in dieser Tagung behandelte Gebiet beschränken müssen. Der Verein hat sich vorbehalten, gegebenenfalls später auch andere Werkstoffgruppen, falls er die erforderliche Unterstützung der in Frage kommenden Fachrichtungen findet, ähnlich zu behandeln.

Die Werkstofftagung gliederte sich in den wissenschaftlichen Teil der Werkstoffvorträge und den darstellenden

Teil der Werkstoffschau. In den eingehend durchgearbeiteten wissenschaftlichen Kursen, die vorgesehen waren, haben 196 Vortragende im ganzen 226 Vorträge gehalten. Der Besuch war über alles Erwarten gut. Wir hatten bestenfalls mit der Ausgabe von 2000 Karten gerechnet, rund 8000 Karten sind ausgegeben worden. Für manche der Vorträge langten die großen Räume der Technischen Hochschule nicht aus. Die 226 Vorträge hatten im Mittel nicht weniger als je 395 Besucher. Auch der Besuch hervorragender Ausländer bei den Vorträgen war stark.

Sehr frühzeitig war man sich darüber klar gewesen, daß man mit den Vorträgen eine planmäßig durchgearbeitete Vorführung von Anschauungsmaterial verbinden sollte. Diesen Gedanken hatten wir bald dahin erweitern müssen, daß es dringend erwünscht sei, die Werkstoffprüfung im großen praktisch zu zeigen. Für diese Werkstoffschau stellte das Ausstellungs- und Messeamt der Stadt Berlin die neue große Autohalle zur Verfügung. Es hat uns mit seinen Erfahrungen in dankenswerter Weise weiter geholfen, besonders auch auf dem Gebiete der notwendigen Propaganda für den Besuch der Werkstoffschau.

Entscheidend für den Erfolg des ganzen Unternehmens war die sorgfältige wissenschaftliche Vorbereitung innerhalb der Fachgruppen. In den in Frage kommenden Industriegebieten ist teilweise über ein Jahr an der Durchführung des großen Planes gearbeitet worden. Die Fachgruppen übertrugen die Verantwortung für das, was zu zeigen war, angesehenen unabhängigen Fachmännern, die bereits seit langem das wissenschaftliche Vertrauen dieser Gruppen genossen und die nun, nur von dem Wunsch geleitet, das für das Ziel der Werkstofftagung Notwendigste zu zeigen, ihre Arbeit selbstlos unter Überwindung vieler Schwierigkeiten durchführten. Man ist an vielen Stellen so weit gegangen, in einzelnen Werken, z. B. des Industriegebiets, ganze Abteilungen fertig aufzubauen, durch die Kommission beurteilen zu lassen und zu ändern und wieder zu ändern, um sie erst nach voller Zufriedenstellung in Kisten verpackt nach Berlin zu schicken.

Einer der auffallendsten und wichtigsten Grundsätze war die Anonymität der Ausstellung. Es sollte gezeigt werden, was der „deutsche“ Werkstoff heute ist und welchen Ansprüchen er genügt. Der Name der Firma trat vollständig zurück. Nur an besonders eingerichteten Auskunftstellen konnte man Einzelheiten erfahren. Dieses vollkommene Zurücktreten der privatwirtschaftlichen Gesichtspunkte der einzelnen Firmen ist gerade vom Ausland aus als kennzeichnend für die Zielsicherheit der deutschen Technik und Industrie und für den Willen zur Gemeinschaftsarbeit hoch anerkannt worden.

Mit diesem Weglassen der einzelnen Firmenbezeichnung war aber noch mehr erreicht. Erst jetzt konnten die das ganze Gebiet bearbeitenden wissenschaftlichen Mitarbeiter, ohne die eine oder die andere Firma zu schädigen, aus der großen Zahl der Firmen diejenigen aussuchen, die das eine oder andere zu zeigen hatten. Damit wurde eine ungewöhnliche Konzentration der ganzen Ausstellung erreicht, die so weit ging, daß manche Fachmänner darauf

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1413 und 1559, VDI-Nachrichten 6. Jahrg. Nr. 52, 7. Jahrg. 1927 Nr. 30, 39 und 41 bis 46.

²⁾ Vergl. VDI-Nachrichten 7. Jahrg. 1927 Nr. 8, 12, 16 und 21.

hinwiesen, daß sie für eine kleine Abteilung Tage brauchen, um sie gründlich kennen zu lernen. Voraussetzung war ebenfalls, daß der äußere Rahmen der ganzen Schau den Firmen zur Verfügung gestellt und von einer Platzmiete vollständig abgesehen wurde. Bei der alten Form der Ausstellung, wo es jeder Firma überlassen bleibt, soviel Platz für sich in Anspruch zu nehmen, als sie bereit ist, zu bezahlen, sind endlose Wiederholungen nicht zu vermeiden, da dann natürlich jede Firma zeigen will, was sie selbst leistet, gerade auch dann, wenn die in Wettbewerb stehende andre Firma die gleichen Gegenstände zeigt.

Die Gliederung der Werkstofftagung in die drei Fachgruppen: Stahl-Eisen, Metalle, Isolierstoffe der Elektrotechnik, wurde überdeckt durch die zweite Einteilung: in das Prüffeld und die Werkstoffübersicht. Der untere Raum der Halle von 9270 m³ nahm das groß angelegte Prüffeld in Anspruch. Hier arbeiteten ständig mehr als 200 Prüfmaschinen. Daneben zeigten sich zahlreiche andre Abteilungen, z. B. die der Prüfung mit Hilfe von Röntgenstrahlen, in vollster Arbeit. Die Elektrotechnik führte in einem großen Prüffeld Versuche vor mit Gleichstrom und Wechselstrom von einer Million Volt Spannung. Der übrige Teil der Halle zu ebener Erde sowie die 4230 m² umfassende Galerie war angefüllt von der Werkstoffübersicht. Wie sorgfältig hier immer nur mit dem einen Ziel der Belehrung die Gruppen angeordnet waren, zeigen die beigefügten Abbildungen, Textblatt 27 bis 32, die natürlich nur in einem kleinen Teil dessen, was die Werkstoffschau bot, hier den Besuchern in Erinnerung bringen können.

Bei der Einrichtung der Werkstoffschau waren sehr große Schwierigkeiten zu überwinden. Die Halle, für ganz anders geartete Ausstellungen, z. B. Vorführung fertiger Kraftwagen, gebaut, mußte erst für den vorliegenden Zweck vorbereitet werden. Sie hat keinerlei Eisenbahnananschluß und keine Hebezeuge. In dankenswerter Weise wurden uns zwei große Laufkrane für je 5 t in den Teil der Halle, die die schwersten Stücke erhielt, eingebaut. Es waren Ausstellungsstücke von 17 t Gewicht, wie z. B. das große Getriebe, zu bewältigen, die zum Teil auch außerhalb der Reichweite der erwähnten Krane aufzustellen waren. Die großen Werkstoff-Prüfmaschinen brauchten, um genau arbeiten zu können, sehr tiefgehende schwere Fundamente, nicht weniger als 320 m³ Beton mußten eingebaut werden. Selbst die vorhandene Beleuchtung genügte in keiner Weise für die Arbeiten, die hier zu verrichten waren. Es fehlten vollständig die vielen Leitungen für Strom, Wasser und Gas, die die verschiedenen Abteilungen notwendig brauchten. Der Aufbau eines riesigen, voll arbeitenden Prüffeldes bedeutet eine große Arbeit und auch sehr hohe Kosten; sechs Wochen, zuletzt in Tag- und Nachtarbeit, mußte am Aufbau gearbeitet werden.

Der Besuch der Schau hat allen Erwartungen entsprochen. 235 000 Besucher sind gezählt worden. Davon entfallen 45 000 auf Schulen, die sich zuletzt auf so wenige Stunden zusammendrängten, daß sie zum Teil die fachmännischen Besucher am Studieren hinderten. Auf der andern Seite war es erfreulich, daß gerade auch der Jugend Gelegenheit geboten wurde, in ein Arbeitsgebiet der Technik Einblick zu gewinnen, das nur sehr selten nicht zum Fach Gehörige zu sehen bekommen. Kostbare wissenschaftliche Apparate, einst nur als wohlbehüteter Stolz des hervorragenden Forschers an Universität und Hochschule zu finden, sind heute normales industrielles Werkzeug. Mikroskop und Röntgenapparat stehen im gleichen Range mit Hammer, Meißel, Drehbank und Feile.

Wir sind stolz, daß wir Besucher aus allen Kreisen des deutschen Volkes zählen konnten. Nicht nur Ingenieure und Generaldirektoren besuchten die Schau, sondern auch Volkswirte, Handwerker und Künstler. Wer von denen, die der Fachtechnik ferner stehen, mit aufmerksamen Sinnen diese Schau sah, mußte sich auch darüber klar werden, daß heute in der die großen Werte schaffenden Industrie sehr wichtige Arbeitsgebiete vollkommen unabhängig geworden sind von dem Willen des einzelnen Menschen. Weder Aufsichts- noch Betriebsrat können durch Mehrheitsbeschluß die Gütebeschaffenheit des Materials feststellen. Die objektive Wahrheit der Naturerkenntnis steht über dem Willen der Menschen. Es gibt also

große wichtige Gebiete des Zusammenarbeitens, bei Weltanschauungsfragen keine Rolle spielen; auch wissener Trost in unsrer heute so nach Anschauung klüfteten Zeit. Die Funktion des Wollers tritt erst in Wirksamkeit, wenn es sich darum handelt, ob man was die wissenschaftliche Forschung lehrt, beachtet oder nicht. Hier pflegt aber der Nichtbeachtung so die Strafe zu folgen, daß heute die deutsche Industrie wohnt ist, auf das Ergebnis wissenschaftlicher Forschung ausschlaggebenden Wert zu legen.

Auswertung. Schon in der langen Vorber der Werkstofftagung ist die Frage der Auswertung behandelt worden. Die Fachgruppen für Stahl und für Metalle haben sich von vornherein entschlossen, Werkstoffhandbücher herauszugeben. Und zwar hat die starre Form des gebundenen Buches aufgegeben, das Ergebnis unsrer heutigen Erkenntnis so kurz möglich auf losen Blättern zusammengefaßt, die in einem Ringbuch zusammenhält. Es lassen sich im Laufe der Weiterentwicklung notwendig werdenden Ergänzungen in Ersatz- und Ergänzungsblättern ohne weiteres einfügen. Diese Handbücher haben solche Anerkennung gefunden, daß die erste Auflage des Werkstoffhandbuches „Nichteisenmetalle“ in Höhe von 2000 Exemplaren bereits vergriffen ist, und daß nicht wenige Exemplare auch von dem Werkstoffhandbuch „Eisen und Stahl“ abgesetzt wurden. Diese Handbücher sind ausgezeichnete Mittel für das zusammengefaßte und verdigste Wissen vom Werkstoff erkannt worden.

Über den Werkstoff sind als Vorbereitung zur Werkstofftagung bis zum November dieses Jahres zahlreiche Aufsätze in den führenden technischen Fachzeitschriften, die sich mit diesen Fragen befassen, erschienen. Die Zeitschrift allein hat 1926 und 1927 154 Aufsätze und Rundschaubeiträge über Werkstofffragen mit zusammen 533 Seiten Umfang gebracht. Von den Vorträgen der Werkstofftagung ist etwa die Hälfte bereits in den verschiedensten Zeitschriften abgedruckt worden.

Der Verein deutscher Eisenhüttenleute hat sich dem in dankenswerter Weise entschlossen, sämtliche seiner Fachgruppe gehaltene Vorträge nebst den wichtigsten Teilen des Meinungsaustausches mit Abbildungen von der Werkstoffschau und kurzem Text gruppe in einzelnen Heften herauszugeben. Die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde sucht mit dem Verein der Ingenieure gemeinsam nach einem Weg, das gleiche die Nichteisenmetalle durchzuführen. Die Elektrotechnik hat in ihrer Hauptzeitschrift — der ETZ — in umfangreichen Sonderhefte die elektrischen Isolation behandelt. Darüber hinaus wird geplant, von den wichtigsten in Tafeln dargebotenen Wissensstoff einige Unterrichtszwecke besonders Bearbeitetes durch den Ausschuss für technisches Schulwesen in besonderen Tafeln herauszugeben. Die Werkstoffvorträge und Werkstoffschau bieten einen Riesenstoff für Unterricht und Vorträge über Werkstoffe in den vielen hundert von technischen Vereinen Deutschlands. Lichtbilder und anderes Material steht für diese Vorträge zur Verfügung.

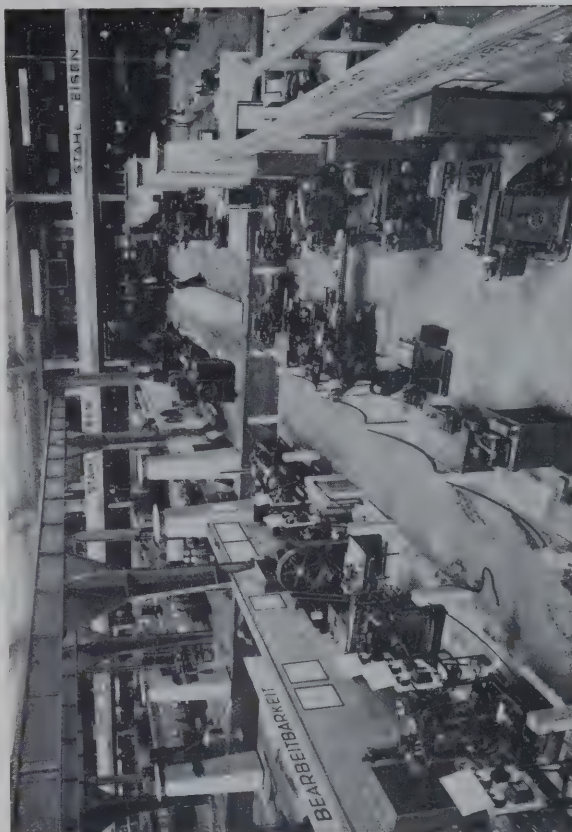
Der wichtigste Teil der Auswertung ist beim Besuch der Werkstoffschau selbst vor sich gegangen. Die maßgebende Firmen hatten ihre Fachmänner zum Studium einzelner Abteilungen nach Berlin entsandt. Was gelehrt und gelernt wurde in der mündlichen Belehrung, an Apparaten und Maschinen, von Fachmann zu Fachmann, entzieht sich natürlich jeder Feststellung, sind uns aber so viele anerkennende Äußerungen, so viele über den Nutzen, der hierdurch erzielt wurde, zugegangen, daß man annehmen kann, daß die Erwartungen ständig erreicht wurden. Es ist zu hoffen, daß sich die Worte des Reichspräsidenten, als er nach seinem Besuch die Werkstoffschau verließ, erfüllen werden: „Die Bedeutung dieser Schau wird sich für die deutsche Technik und Industrie noch nach Jahren auswirken.“

Die Anerkennung des großen Unternehmens liess dem Besuch der Vorträge und der Schau, der sich Tag zur Tag steigerte. Von den verschiedensten Kreisen wurde dringend gewünscht, die Schau zu verlängern. Dies war leider unmöglich, weil die Firmen schon he

C. Matschoß: Die Werkstofftagung Berlin 1927



Blick durch den Mittelgang
Links: Gruppe Nichteisenmetalle, rechts: Gruppe Stahl und Eisen,
im Hintergrund das elektrotechnische Hochspannungsprüffeld



Abteilung Bearbeitbarkeit
Drehen, Fräsen, Hobeln, Pressen, Schleifen, Bohren

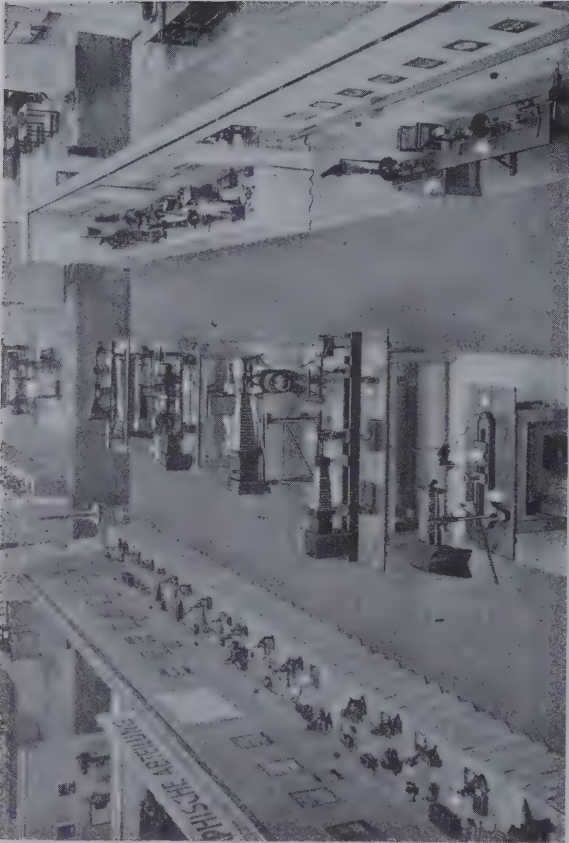


Eingang zur Werkstoffschau
Kupferschale, 5 m Dmr., 1,7 m Höhe, 3,5 t Gewicht; Stahlhaus;
Breitflanschträger über dem Eingang, 32 m Länge, 7,8 t Gewicht.



Abteilung Wärmebehandlung
Glühen, Härten, Anlassen, Vergüten

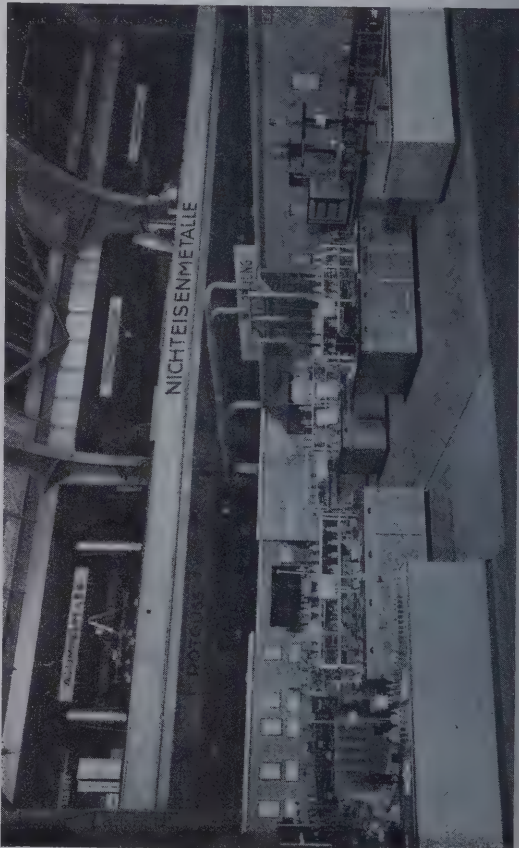
C. Matschoß: Die Werkstofftagung Berlin 1927



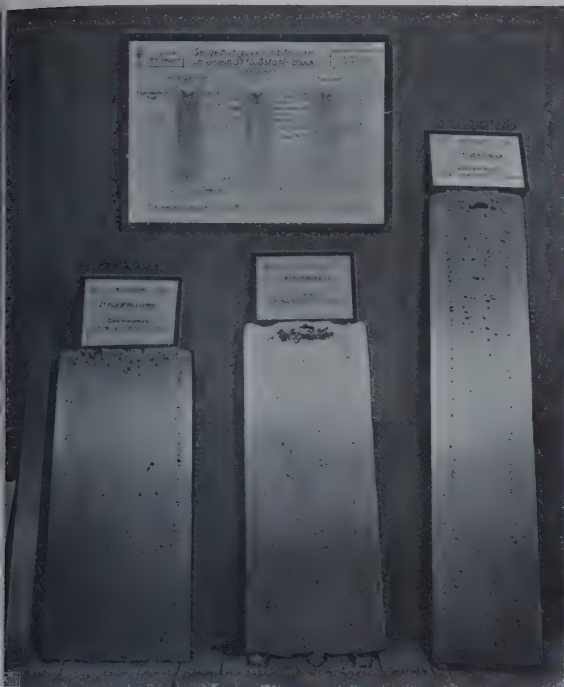
Teil der Abteilung Metallographische Prüfung der Gruppe Stahl und Eisen
Mikroskopic



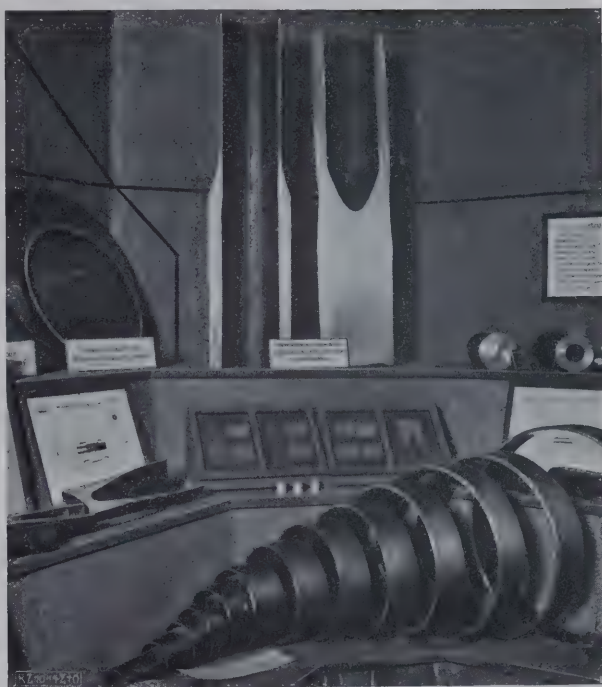
Teil der Abteilung Mechanische Prüfung der Gruppe Stahl und Eisen
Prüfmaschinen für Druck- und Zugversuche



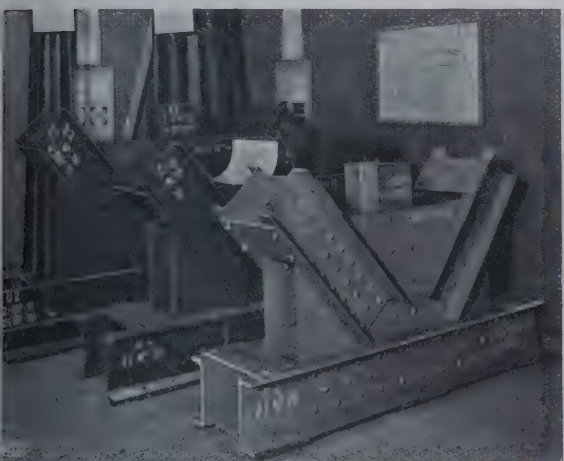
C. Matschoß: Die Werkstofftagung Berlin 1927



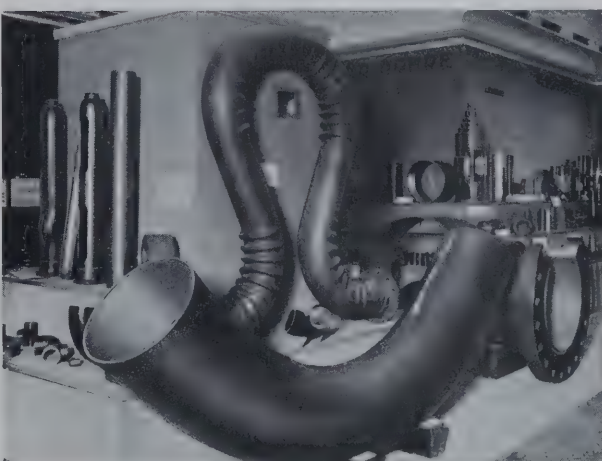
Aufgeschnittene Flußstahlblöcke mit Seigerungs-
erscheinungen und Gasblasen



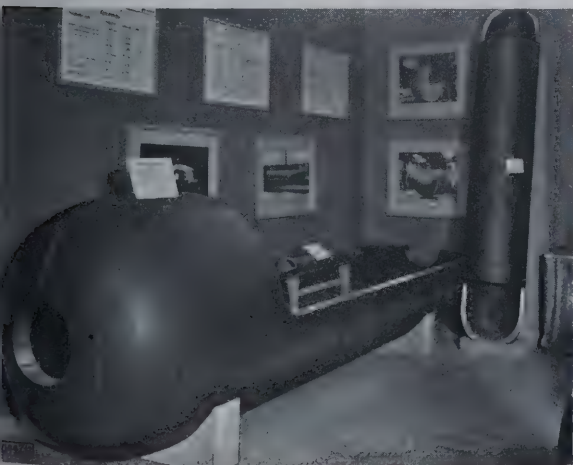
Rohrherstellung nach dem Mannesmann-Pilger-
Verfahren (bis 600 mm l. W.)



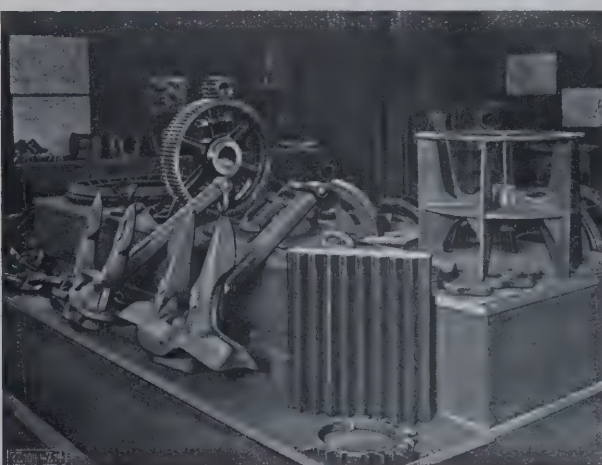
Vergleich zwischen Stahl 37, Stahl 48 und Si-Stahl
Knotenpunkt für gleiche Belastung.



Nahtlose Stahlflaschen, Faltenrohr-Lyrabogen,
Rohrkammer (527 mm Außen-Dmr., 11,5 mm
Wanddicke und 90° Krümmung, Krümmungs-
Halbmesser 1900 mm)



Geschweißte Trommel eines Hochdruckkessels

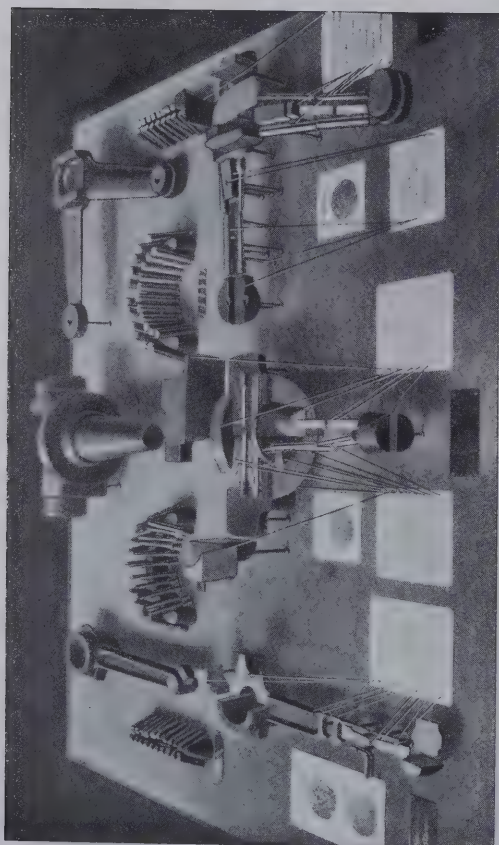


Stahlgußstücke

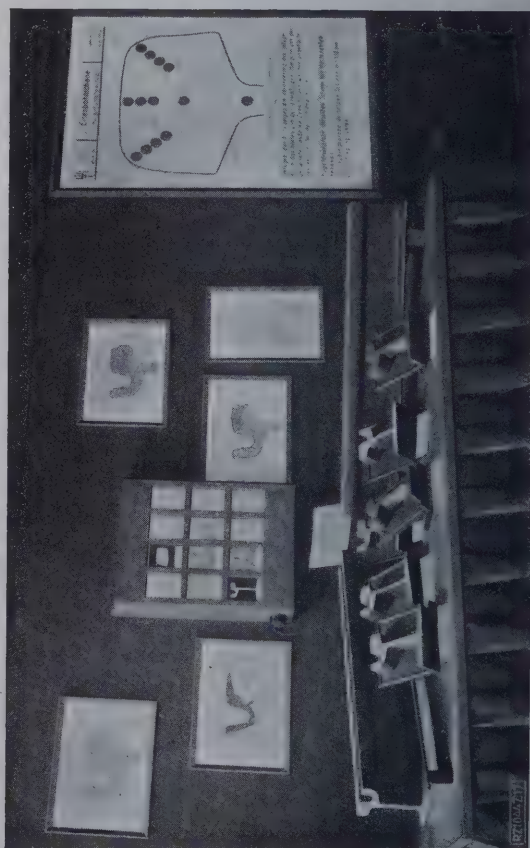
C. M a t s c h o ß : Die Werkstofftagung Berlin 1927



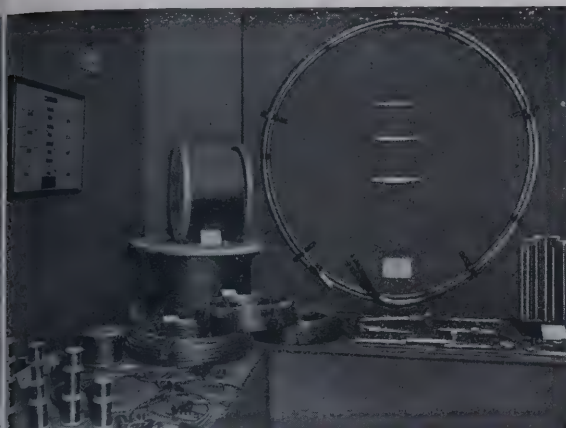
Nichtrostende und säurebeständige Sonderstähle



Beispiele für Probenahme an Werkstücken



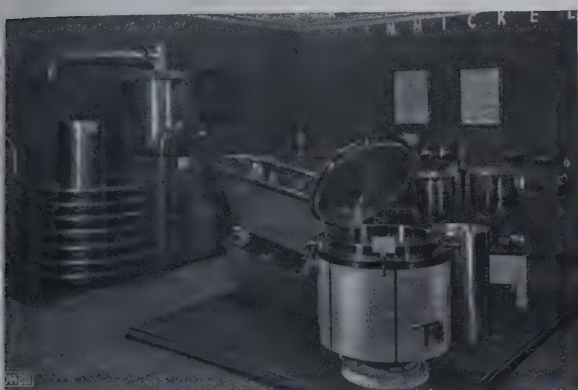
C. Matschoß: Die Werkstofftagung Berlin 1927



Drähte und Seile in der Abteilung Kupfer



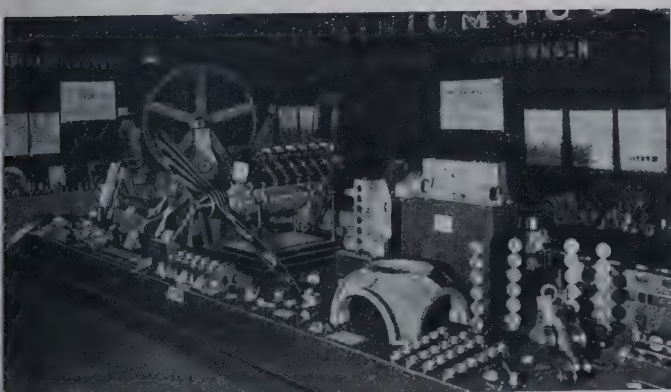
Teil einer Schiffsschraube aus Sonderbronze



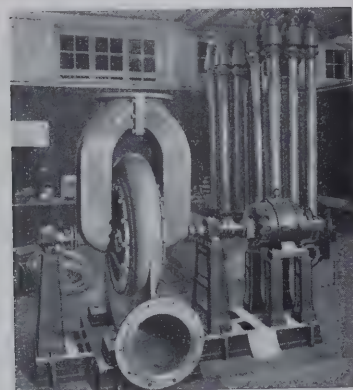
Geräte aus Nickel



Teile aus Zinkblech und Zinkspritzguß



Abteilung Aluminiumgußlegierungen



Lüfter und Rohrleitungen
aus Hartblei



Scleron-Drehgestell und Duralumin-Förderkorb (links)
Fragfläche und Luftschiff-Gitterträger aus Duralumin
(rechts)



Magnesium-Legierungen — Teile aus Elektron

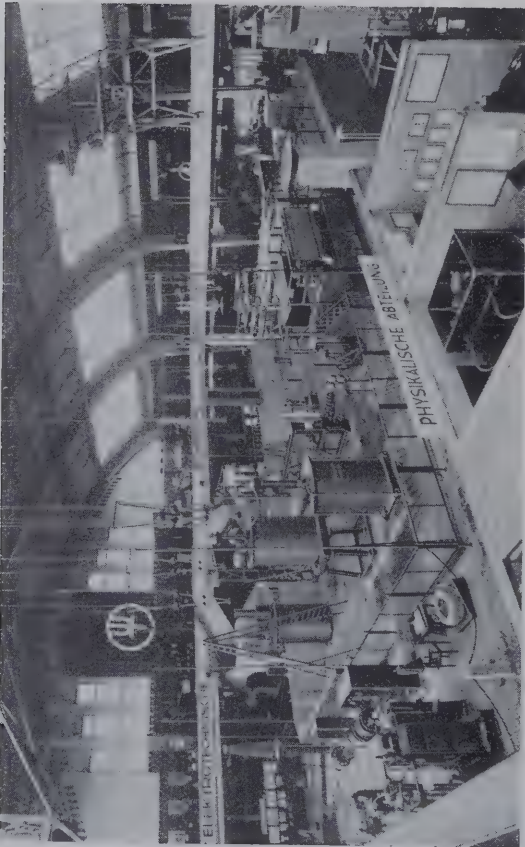
C. Matschoß : Die Werkstofftagung Berlin 1927



Elektrotechnisches Hochspannungsprüffeld



Prüfmaschinen und -geräte für Isolierstoffe



Abteilung für geschichtete Isolierstoffe

Die Fachmänner für die Durchführung der Versuche und die Beratung der Besucher drei Wochen frei gemacht, so daß zum Teil der wissenschaftliche Betrieb der Firmen vollständig stillgelegt war. Es ließ sich nicht rechtfertigen, hier noch größere Opfer an Zeit zu verlangen. Andere Beamte, die für eine Ablösung in Betracht kommen konnten, standen nicht zur Verfügung. Eine besonders große Anerkennung des wertvollen Gehalts der Veranstaltung ist auch in den vielen Wünschen und Anregungen zu sehen, die die Werkhau in ihrer Gesamtheit als Studienausstellung im Museum zu erhalten. Der Gedanke war nicht zu übersehen. Der Verein deutscher Eisenhüttenleute hat aber im Einverständnis mit der ihm nahestehenden Industrie entschlossen, einen großen Teil der beabsichtigten Ausstellung zu erhalten und in den Räumen des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung in Düsseldorf den öffentlichen Besuch zugänglich zu machen. Diese Gedanken beschäftigen die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde. Außerdem soll versucht werden, die vielen Wünschen für Überlassung einzelner Teile,

die vom Deutschen Museum, von Instituten und Hochschulabteilungen geäußert wurden, nach Möglichkeit zu entsprechen.

Die Anerkennung, die die Veranstaltung von Seiten des Reichspräsidenten, von Reichs- und Landesministern, sowie von hervorragenden Vertretern der deutschen Technik und Wissenschaft, Industrie und Wirtschaft gefunden hat, wird die vielen Mitarbeiter, die ihre volle Arbeitskraft und ihr bestes Können und Wissen selbstlos zur Verfügung stellten, ebenso erfreuen, wie der große Widerhall, den ihre Arbeit in der deutschen und internationalen Fach- und Tagespresse gefunden hat.

Als im Jahre 1856 achtzehn junge Ingenieure den Verein deutscher Ingenieure gründeten, setzten sie ihm das Ziel, durch Zusammenfassung der geistigen Kräfte für das Wohl der vaterländischen Industrie zu arbeiten. Nur, weil es gelungen ist, die geistigen Kräfte von hundert von Mitarbeitern in den großen Gedanken der Förderung deutscher Technik zu gemeinsamer Arbeit zusammenzufassen, können wir uns heute des erreichten Erfolges freuen. [B 1044]

Roheisen für die Herstellung von Kokillen

Die Herstellung von Kokillen erfordert große Sorgfalt, die die Walz- und Gußfehler auf die mangelhafte oder unrichtige Form und auf die innere Beschaffenheit der Kokillenzurückzuführen sind. Ein enges Zusammenarbeiten zwischen den Herstellern der Kokillen ist daher erforderlich, da heute viel größere Anforderungen an die äußere und innere Form und Aussehen gestellt werden, als früher. Die Kokillen müssen möglichst geringen Abfall und Ausschuß im Stahl- und Gußeisenwerk zu erhalten.

Die Firma The Valley Mould & Iron Co., Hubbad Ohio¹⁾, hat innerhalb zweier Jahre bereits die zweite größere Anlage zur Herstellung von Kokillen erbaut. Das neue Werk liegt neben dem der Youngstown Sheet & Tube Co., die das Gießen der Kokillen unmittelbar aus dem Hochofen liefert. Die Anlage ist so angeordnet, daß die Kokillen in einem fortlaufenden Arbeitsgang hergestellt werden können.

Die Kerne für die Kokillen stampft man an dem einen Ende der Haupthalle (301 × 24,5 m²), worauf man sie trocknet und trocknet sie. Dann setzt man die Formkasten auf und stülpt sie über den Kern. Nach dem Gießen hebt man die Formkasten, läßt die gegossenen Kokillen fallen und säubert sie. Am andern Ende der Haupthalle werden die Kokillen verladen.

Westlich neben der Haupthalle sind in einer Halle (21 m²) die Formkasten untergebracht. Östlich der Haupthalle liegt eine weitere Halle (106 × 21 m²), in der die Kokillenbehälter und die Sandaufbereitung aufgestellt sind. Die Kokillenplatten und verschiedene andere Gußteile, die für die neuen und ausgebesserten Ersatzteile für die Formkasten, Kernspindeln usw., stellt man in einer Halle (21 m²) her, die in der Verlängerung der Sandvorrathalle liegt. Zu beiden Seiten der Halle sind Gleise verlegt, auf denen eine Sandschleudermaschine fährt, die den Sand mit großer Geschwindigkeit in die Formkasten wirft. Ein Kran hebt die Formkasten und die Kokillen heraus und überträgt die Sandschleudermaschine von einem Gleis zum andern. Die Pfannen werden in einem Raum zwischen der Formerei und der Sandaufbereitung überholt, feuerfest geputzt und getrocknet.

Die Formen und für Kerne wird grober Sand verwendet. Der Sand wird aus dem neuen oder alten gebrauchten Sand hängt die Hauptsache von der Form der Kokille, von der Wand-

dicke und von dem Gewicht ab. Im allgemeinen mischt man neuen und gebrauchten Sand zu gleichen Teilen.

Das Kerngehäuse, das aus einem Stück oder aus vier losen Platten, um einen Richtpfosten angeordnet, hergestellt ist, wird im Kernkasten gelagert, der Kernformkasten wird geschlossen und mit Druckluflhämern mit Sand vollgestampft. Die durchschnittliche Dicke des Sandes um das Kerngehäuse beträgt rd. 50 mm. Der Kern wird mit dem Kran herausgehoben, über einen langen Trog gehängt und geschwärzt.

In dem ölgeheizten Trockenofen kann man gleichzeitig 40 Kerne bei einer Temperatur von rd. 300 °C in 3 bis 4 h trocknen. Die Kerne werden mittels kurzer Eisenstangen, die oben durch den Hals des Kerngehäuses gezogen werden, auf den Köpfen von Schienen gelagert, die durch den Ofen gezogen sind. Die Decke des Gewölbes wird durch flache, auf Rollenlagern laufende Stahltüren verschlossen. Die getrockneten Kerne werden in einer Reihe auf Platten, die auf Wagen befestigt sind, vor den Stampfbänken der Formkasten aufgestellt. Nachdem die Formkasten über die Kerne gestülpt sind, werden die Wagen zu einer der beiden parallel laufenden Gießbühnen gebracht.

Die schweren, in der Kokillengießerei benutzten Formkasten sind senkrecht in der Mitte geteilt und werden mittels Bolzen verbunden. Jede Formkastenhälfte hat einen oder zwei Stahlbügel, um sie mit dem Kran befördern zu können.

Der Formkasten wird in wagerechter Lage zusammengebaut, dann senkrecht aufgehängt und über das Holz- oder Metallmodell gestülpt, das auf einer Platte steht, die die Führungsbolzen hat. Druckluflhammer, die an einem Seil mit Gegengewicht hängen, stampfen den Sand in den Formkasten ein. Der Einguß wird erst angebracht, wenn die Form von dem Modell abgezogen und auf einen Bock gestellt ist, wobei man auch Fehler ausbessern und die Oberfläche der Form schwärzen kann.

Von hier befördert man die Formen zur Trockenbühne, die mit 20 Ölbrennern in vier Reihen ausgerüstet ist. Jede Form wird über einen Brenner gestellt und in 2 bis 3 h getrocknet. Die zusammengebauten Formkasten werden zur Gießbühne gebracht. Die Hochofen sticht man Tag und Nacht in Abständen von 4 h ab, daher muß immer eine genügende Anzahl von Formkasten bereitstehen. Nachts, Sonntags und an Feiertagen wird das Eisen in Masseln gegossen. Das flüssige Eisen wird in 40-t-Pfannen vom Hochofen gebracht und mittels eines Kranes in 15 t-Gießpfannen mit Bodenverschluß verteilt.

Berlin

[N 1063]

St e c k

¹⁾The Foundry“ Bd. 55 (1927) S. 882.

Auspufftemperaturen und Leistungsgrenzen von Dieselmotoren mit ungekühlten Grauguß-Tauchkolben

Von Dr.-Ing. V. Heidelberg, Bensberg

Aufstellung der Beziehungen zwischen Auspufftemperatur, Leistung und Drehzahl einer gegebenen Maschine als Mittel zur schnellen Bestimmung der Lastverteilung auf die Zylinder und der zulässigen Höchstleistung unter beliebigen Verhältnissen — Abhängigkeit der Höchstleistung von Zweitaktmaschinen vom Gegendruck.

Die starke Verbreitung von Dieselmotoren aller Arten und Größen in den letzten Jahren auf allen Gebieten hat die Frage des Nachweises der Nutzleistung solcher Maschinen von neuem aufgerollt. Da es nicht möglich ist, die Nutzleistung einer Maschine im wechselnden Fabrikbetrieb und vor allem im Fahrzeug jederzeit genau zu messen, hat man neuerdings vorgeschlagen, wieder wie im alten Schiffsmaschinenbau die indizierte Leistung anzugeben, obgleich für den Besitzer der Maschine nur die Leistung am Schwungrad oder am Wellenstumpf wichtig ist, die Leistung, die ihm zur Verfügung steht und nach der er seine Arbeitsmaschinen bemessen muß, während er praktisch mit der Angabe der indizierten Leistung nichts anfangen kann.

Dazu kommt, daß man bei schnellaufenden mehrzylindrigen Dieselmotoren, auf die neuerdings die Entwicklung zurecht, die indizierte Leistung überhaupt nicht genau bestimmen kann. Auch bei Anwendung von Indikatoren mit kleinen bewegten Massen muß man wegen der hohen Drehzahlen und Zünddrücke sehr starke Federn verwenden; der Maßstab der Diagramme, die den Druckverlauf richtig anzeigen, wird infolgedessen sehr klein, die Planimetrierung solcher Diagramme so ungenau, daß schon die Dicke des Striches Fehler von 15 bis 20 vH ergibt.

Sorgfältige Messungen an Mehrzylindermotoren kann man ferner nicht so durchführen, daß man mehrere Indikatoren anbaut, da ihre Aufzeichnungen gegeneinander nach kurzer Zeit der Benutzung erheblich streuen. Man zieht daher vor, z. B. bei Sechszylindermotoren, die lange gleichmäßig belastet laufen, die Zylinder nacheinander mit einem und demselben Indikator zu prüfen. Der Ausgleich der Zylinderleistungen gegeneinander ist mit Hilfe von Diagrammen nur möglich, nachdem man die Diagramme ausgewertet und verglichen hat, während häufig der praktische Betrieb eine sofortige Bestimmung der Zylinderleistungen und Verteilung der Last auf die Zylinder erfordert.

Dies hat dazu geführt, daß bei schnellaufenden Maschinen Indiziervorrichtungen häufig nicht mehr vorgesehen werden. Bei Fahrzeugmotoren war dies unbedenklich, so lange sie Vergasermotoren waren, bei denen sich die Leistungen selbsttätig ohne Eingriffe der Bedienung auf die einzelnen Zylinder verteilen. Anders bei Ölmotoren, wo die Leistung des einzelnen Zylinders von der Menge eingespritzten Öles sowie der Beschaffenheit der Brennstoffpumpe und der Einspritzventile abhängt und wo bei Ausfall eines Zylinders durch Überlastung der übrigen Zylinder die ganze Maschine leiden kann.

Auch bei Motorschiffen von kleiner und mittlerer Leistung ist die Bestimmung der Leistung und die gleichmäßige Verteilung der Belastung auf die Zylinder

wichtig. Bei Kanalschleppern ist das genaue Ergebnis schwer, weil infolge von Begegnungen der Schleppschiffe wechselnder Wassertiefe und Kanalbreite die Maschinenbelastung auf der Fahrt dauernd schwankt. Dabei ist im Schiffsbetrieb die Kenntnis der Maschinenleistung wichtiger, als nur die Schleppkraft und die Geschwindigkeit des Schiffes für den Besitzer von Wert ist. Die Größe aber nicht nur durch die Maschinenleistung, sondern auch durch die Form des Schiffskörpers und die Schiffsschraube bestimmt werden. Da es sehr schwierig ist, die günstigsten Schraubenabmessungen eindeutig festzulegen, so können, falls das Schiff in bezug auf die Leistungsgrenzen der Maschine die Kaufbedingung nicht erfüllt, Streitigkeiten zwischen den Einzelleistern entstehen, die man nur durch eine eindeutige Bestimmung der Maschinenleistung vermeiden kann.

Hierbei genügt es, wenn die Leistungsgrenzen gemäß nicht durch das Ergebnis von Abnahmeversuchen an der Maschine, sondern durch das Werk der Erbauerin, die die Maschine für den Schiffseigner überreicht, festgelegt wird. Erwünscht ist, wenn das Verfahren, das ermittelte Ergebnis der Leistung im Schiffsbetrieb, die große Vorbereitungskosten und die kostspieligen Versuchsanrichtungen zu vermeiden, die Bestimmung der Leistung durch Torsiographen an kleineren Anlagen, die unter 1000 PS, um sich hier in erster Linie handelt, zu umständlich zu teuer.

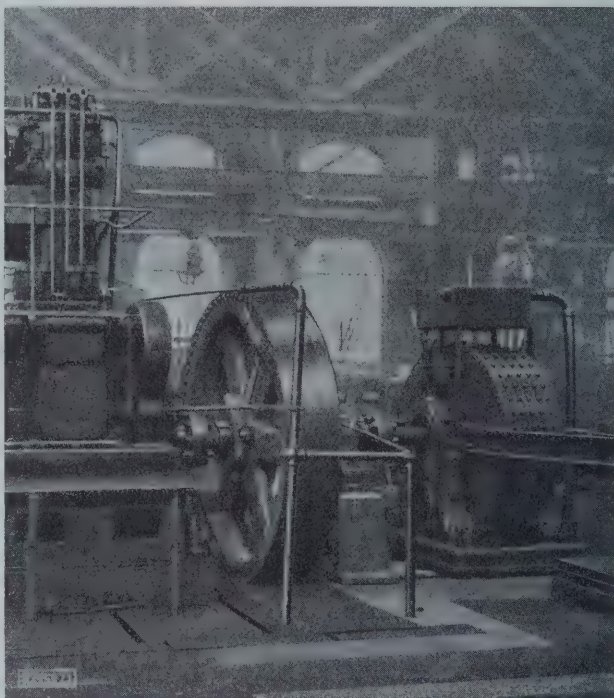


Abb. 1
Prüfstand mit einer Junkersschen Wasserbremse

Messung der Auspufftemperatur

Eine sehr gute Möglichkeit, die Leistung der Maschinen zu messen, bietet die Messung der Temperatur der Auspuffgase.

Ein Verfahren, das zur Zeit häufiger im Ausland als in Deutschland angewandt wird. Dieses Verfahren läßt sich unabhängig von Drehzahl, Größe und Arbeitsverhältnissen der Maschinen mit bereits gut erprobten Mitteln durchführen und ermöglicht, auf dem Prüfstand die Abhängigkeit der Auspufftemperatur von der Drehzahl und der Leistung einer gegebenen Maschine in einem Diagramm festzulegen, aus dem man augenblicklich die je Belastung der Maschine ablesen kann.

Innerhalb des Leistungsbereichs, der für laufende Maschinen zur Zeit in Frage kommt, ist es möglich, auf den Prüfständen die Nutzleistungen mit Wasserbremsen oder Pendeldynamos genau zu messen. Versuchen, die stark überbemessene Wasserbremsen, die eine feinfühligere Einstellung gestatten, so kann man über den Drehzahl- und Leistungsbereich sorgfältige Messungen vornehmen. Mit gleich großer Genauigkeit kann man die Auspufftemperaturen mit Stickstoff-Quecksilber-Thermometern oder geothermoelementen unmittelbar hinter den Auspuffventilen jedes Zylinders bei Viertaktmaschinen und hinter den Auspuffschlitzen bei Zweitaktmaschinen die mittleren Temperaturen der Auspuffgase messen.

werden die Messungen unter Aufsicht des mit der Maschine beauftragten Ingenieurs aus-
 geführt und aufgetragen, so bieten sie ein bequemes Hilfs-
 mittel bei jeder beliebigen Drehzahl die jeweilige Lei-
 stungsleistung an. Man braucht dabei nur eine Anzahl von
 Messgeräten oder ein Hauptgerät abzulesen, das mittels
 Knopf- oder Kurbelschaltung an die Thermoelemente
 der Zylinder geschaltet wird.

Temperaturmessungen dieser Art legen für eine be-
 stimmte Maschine die Beziehungen zwischen Drehzahl,
 dem nutzbaren Kolbendruck und Auspufftemperatur
 fest, die dienen weiter dazu, die Höchstleistung einer Ma-
 schine bei verschiedenen Drehzahlen zu bestimmen. Hier-
 zu werden solche Messungen auch maschinentechnisch
 voll, zumal die Abgastemperatur eine wichtige Kenn-
 zahl der Maschine ist¹⁾. Führt man diese Messungen an
 einer Reihe von Maschinen auf dem Prüf-
 stand, so kann man folgende Aufgaben

1. Schnelle Bestimmung der Nutzleistung
 bei jeder beliebigen Drehzahl und Ab-
 messung der Maschine,

2. Verteilung der Gesamtleistung der
 Maschine auf die Zylinder,

3. Bestimmung der zulässigen Grenzen
 von Drehzahl, mittlerem nutzbarem
 Kolbendruck und Temperatur der Aus-
 puffgase in Abhängigkeit vonein-
 ander,

4. Bestimmung der erreichbaren Höchst-
 leistungen.

Versuche

Die Wichtigkeit der Aufgabe gab An-
 laß, in den Werkstätten der Motorenfabrik
 eine große Reihe solcher Messungen
 durchzuführen und graphisch auszuwerten.
 In diesen Versuchen wurde der Motor mit
 einer Junkersschen Wasserbremse, Abb. 1
 getrieben; zum Messen der Temperatur dien-
 ten Stickstoff-Quecksilber-Ther-
 mometer, deren Angaben nach
 amtlich geeichten Ther-
 mometer berichtet wurden. Die
 Messungen der Zylinder wur-
 den genau ausgeglichen und als
 Mittelwerte der Auspuffgase
 an den einzelnen Zylindern
 abgelesen. Die Meßstellen be-
 fanden sich in den ungekühlten
 Auspuffkrümmern unmittelbar
 vor den Auspuffventilen. Die
 Thermometer wurden in die Ab-
 führung ohne Schutzhülse ein-
 gesteckt, wobei ihre Quecksilber-
 säule vollständig durch die

Auspuffgase bespült wurden. Alle Maschinen hatten
 ungekühlte Tauchkolben aus Grauguß, die Auspuffventil-
 gehäuse der Viertaktmaschinen hatten Wasserkühlung,
 die Ventilkegel und ihre Sitze dagegen nicht.

Für die Versuche standen zur Verfügung:

Drei einfachwirkende Viertaktmaschinen mit
 je 6 Zylindern von 30,4 l, 62,3 l und 123,8 l Hubraum des
 Einzelzylinders, und zwar kompressorlose Einspritz-Die-
 selmotoren mit rd. 25 at Enddruck der Verdichtung,
 rd. 40 at Zünddruck bei Nennleistung und 170 g/PS_h
 spezifischem Brennstoffverbrauch zwischen ¾ Last und
 10 vH Überlast.

Eine Zweitaktmaschine mit 4 Zylindern von
 9,4 l gesamtem und 7,24 l wirksamem Hubraum jedes
 Einzelzylinders, Kurbelkastenspülung und Vorkammer-
 zündung; spezifischer Brennstoffverbrauch 190 g/PS_h.

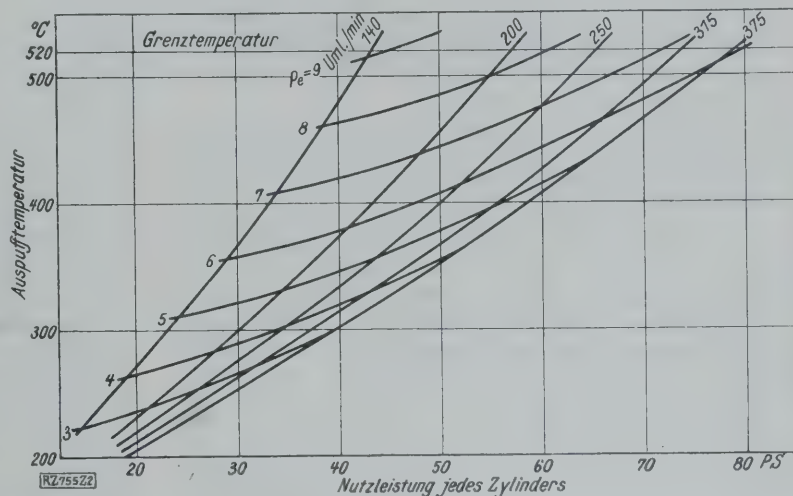


Abb. 2
 Hubraum des Einzelzylinders 30,4 l

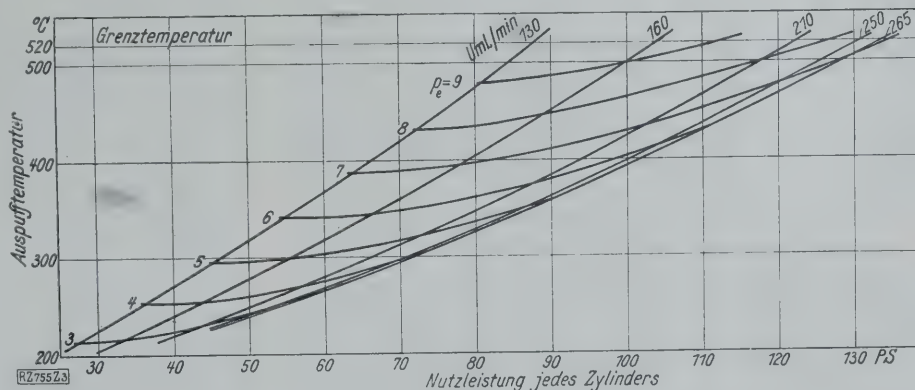


Abb. 3
 Hubraum des Einzelzylinders 62,3 l

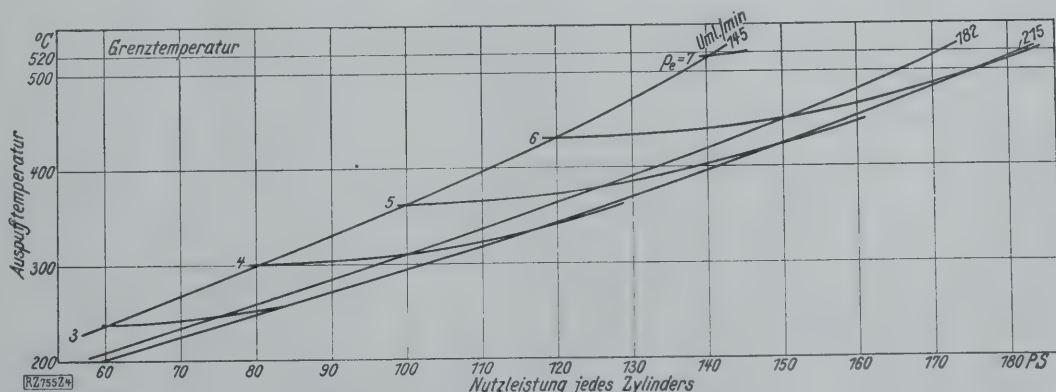


Abb. 4. Hubraum des Einzelzylinders 123,8 l

Abb. 2 bis 4
 Auspufftempera-
 tur in Abhängig-
 keit von der Nutz-
 leistung der ein-
 zelnen Zylinder,
 mittleren nutz-
 baren Kolbendruck
 und der Dreh-
 zahl. Sechszylinder-
 viertaktmaschinen
 mit ungekühlten
 Grauguß-Tauch-
 kolben.

¹⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 914.

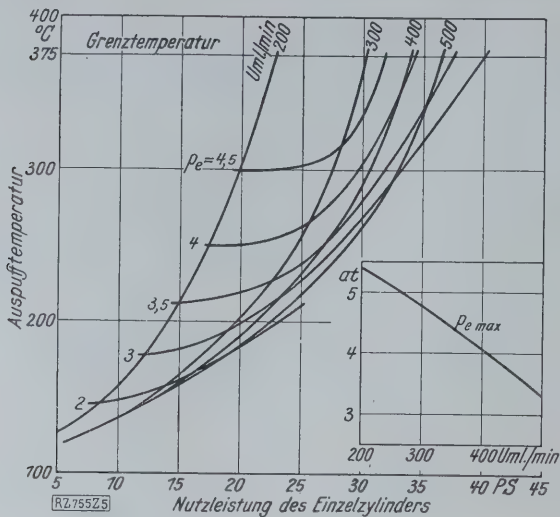


Abb. 5

Auspufftemperaturen in Abhängigkeit von der Nutzleistung der einzelnen Zylinder, dem mittleren nutzbaren Kolbendruck p_e und der Drehzahl sowie Abhängigkeit des höchsten nutzbaren Kolbendrucks $p_{e\max}$ von der Drehzahl bei 375 °C Auspufftemperatur. Vorkammer-Zweitaktmaschine.

Die Messungen wurden an mehreren Maschinen der gleichen Gattung und Größe ausgeführt und ergaben nur $\pm 5^\circ$ Streuung der Temperaturwerte, was bei Viertaktmaschinen im Bereich der Nennleistung einen Meßfehler von 1,5 vH bedeutet.

Die Ergebnisse sind in Abb. 2 bis 5 aufgetragen, wobei als Abszissen die Nutzleistungen in einem Zylinder, als Ordinaten die mittleren Auspufftemperaturen dargestellt sind. Die Linien stellen die Abhängigkeit der mittleren Auspufftemperaturen von der Leistung bei gleichbleibender Drehzahl und von der Drehzahl bei gleichbleibendem mittlerem nutzbarem Kolbendruck dar. Die Temperaturkurven für gleichbleibende Drehzahl sind bei Viertaktmaschinen schwach gekrümmt. Ersetzte man sie durch Geraden, so betrüge der größte Fehler 25 °C (rd. 15 vH), der selbst für überschlägliche Messungen (Bestimmung der Linien gleichbleibender Drehzahlen aus zwei Meßpunkten) schon zu groß scheint. Bei Zweitaktmaschinen, Abb. 5, sind diese Linien erheblich stärker gekrümmt.

Zulässige Auspufftemperaturen

An der Hand der Ergebnisse dieser Messungen kann man die Frage beantworten, bis zu welcher Größe man Leistung und Umlaufzahl dieser Maschinen steigern kann, wenn ungekühlte Graugußkolben verwendet werden. Mit großer Übereinstimmung zeigte eine Reihe von Viertaktmaschinen, daß ihre höchste zulässige Auspufftemperatur zwischen 510 und 530 °C liegt. Diese Grenze zeigt sich überaus deutlich; bis zu 510 °C können die Maschinen beliebig lange laufen, ohne daß man eine Verschlechterung des Auspuffs oder eine Neigung zum Fressen bemerkt, nachdem sich die Kolben eingelaufen haben. Steigert man dagegen die Temperatur des Auspuffs auf 520 bis 530 °C, so wird regelmäßig nach rd. 5 min der Auspuff schlechter. Seine Färbung wird grau, und nach kurzer Zeit klopft die Maschine und bleibt stehen.

Solche Versuche sind nicht ohne Gefahr für die Maschine; man kann sie jedoch bei aufmerksamer Bedienung und bei Verwendung von Schwungrädern mit kleinem Moment wiederholen, ohne daß Brüche auftreten. Die Temperaturgrenze des Auspuffs blieb bei Änderungen der Kühlwassertemperatur zwischen 50 und 70 °C unverändert. Auch das Spiel zwischen Kolben und Zylinder dürfte daran nur wenig ändern, zumal man hierin nach oben und unten stark gebunden ist. Das kleinste Spiel ist auf Grund langjähriger Erfahrungen der Motorenfabriken das Maß, bei dem auch bei Überlastung um 20 vH kein Kolbenfressen eintritt; das größte Spiel wird dadurch

Abb. 6 und 7
Sechszylinder-Viertaktmaschine
bei Gasbetrieb. Hubraum des
Einzelzylinders 62,3 l.

Abb. 6
Auspufftemperatur bis 510 °C

Abb. 7
Auspufftemperatur 530 °C

bestimmt, daß die Kolben bei kalter oder schwach lasteter Maschine nicht in den Zylindern klappern durchblasen dürfen.

Die Linie der Grenztemperatur wird ziemlich von der Leistungskurve bei gleichbleibender Drehzahl geschnitten, so daß selbst bei einer geringen Verschiebung der Grenztemperatur durch andere Toleranzmaße Graugußkolben die Zunahme der Höchstleistung gering wäre.

Die gleiche Grenztemperatur von 520 °C ergab auch bei Betrieb der Maschinen mit armem Sau (Braunkohlen-Generatorgas von rd. 1100 kcal/m³ und Heizwert). Bei Gasmaschinen kann man die Auspufftemperaturen ohne Änderung der Belastung durch Änderung der Zusammensetzung des Gemisches in weiten Grenzen regeln. Bis zu 500 °C Auspufftemperatur ergab die Maschine selbst bei langer Betriebsdauer Diagramme nach Abb. 6. Steigert man jedoch die Temperatur auf 530 °C, so liefert die Maschine nach kurzer Betriebsdauer Diagramme nach Abb. 7, die immer mehr an Höhe zunehmen und sich durch starkes Klopfen der Maschine bemerkbar machen.

Diese sehr wertvollen Parallelversuche mit Gasbetrieb ließen sich an den untersuchten Viertaktmaschinen leicht durchführen, weil man sie schnell und ohne Änderung des Verbrennungsraumes unter Verwendung gleicher Zylinderköpfe auf Gasbetrieb umbauen konnte. Nur der Enddruck der Verdichtung wurde zu dem Zweck von 25 at auf 12 at vermindert. Da der Verbrennungsraum der Maschine überaus einfach gestaltet ist und keine zum Glimmen neigenden Ecken und Kanten aufweist, ist nicht anzunehmen, daß die Frühzündungen durch glimmende Teile entstanden; Beweis dafür ist, daß bei Auspufftemperaturen unter 520 °C keine Frühzündungen auftraten und bei Heruntersetzen der Temperatur auf 530 °C die Neigung zu Frühzündungen schwand und wieder Diagramme nach Abb. 6 auftraten.

Wie weit diese obere Temperaturgrenze des Auspuffs beim Gasbetrieb vom Verdichtungsgrad der Maschine abhängt, wurde nicht genauer geprüft; doch kann man aus dem Verhalten der Maschinen den Schluß ziehen, daß die Höhe der Verdichtung den Eintritt der Frühzündungen kaum beeinflusst.

Zweitaktölmaschinen mit Kurbelkastenspülung Vorkammerzündung lieferten als Grenztemperatur Auspuffgase in ähnlicher Weise 380 °C. Versuche mit anderen waren hier natürlich nicht möglich.

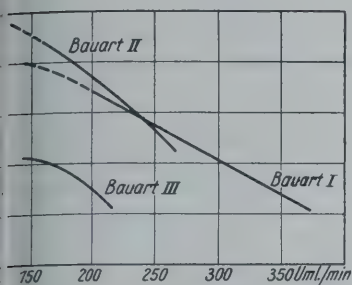
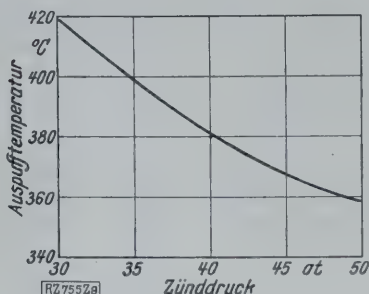


Abb. 8

ängigkeit des höchsten nutzbaren
endruckes $p_{e_{\max}}$ von der Dreh-
bei 520 °C Auspufftemperatur.
chsylinder-Viertaktmaschinen,
art I 30,4 l, Bauart II 62,3 l, Bau-
art III 123,8 l Hubraum



Auspufftemperaturen, abhängig vom Gegendruck im Auspufftopf. a) Auspufftemperatur, b) Zunahme der Wärmebelastung. Vierzylinder-Zweitaktmaschine.

lässige Drehzahlen und mittlere Kolbendrücke
 egt man für eine bestimmte Maschinenart die obere
 e der Auspufftemperaturen fest, so ermöglichen Ver
 der hier angegebenen Art, zu erkennen, bis zu
 en Drehzahlen und mittleren nutzbaren Kolben
 en man solche Maschinen steigern kann; haben
 haltenen Werte auch nur mehr theoretische Bedeu
 e zeigen sie dem Praktiker doch zum mindesten,
 e Leistungen er von den Maschinen erwarten darf.
 renztemperatur hat eine besonders wichtige Bedeu
 wenn man die Luftüberschußzahl 1,2 überschreitet,
 Wert, der gegenwärtig in der Technik bei guten
 ennungsräumen als unterer Grenzwert für Dieseln
 en angenommen wird.

In Abb. 8 ist die Abhängigkeit des höchsten nutzbaren Druckes p_{max} von der Drehzahl bei 520 °C Auspufftemperatur für die drei untersuchten Viertaktmaschinen aufgetragen. Diese Grenzkurven sind von denen aus punktiert, in denen die Luftüberschußzahl an den Maschinen gemessenen Verbrauchswerten 1,2 sinkt. Baut man dagegen die Maschinen von vornherein für die hohen mittleren Nutzdrücke, so werden die Verbrauchswerte bei den höheren mittleren Drücken geringer und die durch die Luftüberschußgegebenen Leistungsgrenzen höher, als die punktierten Linien angeben. Mit diesen Einschränkungen kann man feststellen, daß die mittleren Temperaturen der Auspuffgase die Leistung begrenzen. Eine weitere Steigerung der Leistung ist nur dann möglich, wenn man die Aufladung anwendet und dadurch die Steigerung der Auspufftemperatur trotz höherer Leistung verhindert, oder wie bei den U-Boot-Motoren, die Kolben auch bei Maschinen von kleiner Leistung mit Öl- oder Wasserkühlung versieht oder aus stark wärmeleitendem Material (Leichtmetall) herstellt.

zum mindesten sind die mittleren Auspufftemperaturen einer Maschine ein wichtiges Mittel zur Beurteilung der Maschine und ihres Verbrennungsverfahrens. Den größeren Viertaktmaschinen ließen sich die Temperaturen nur in beschränktem Umfang messen, was Abbremsen bereits Schwierigkeiten machte und die Abnahme durch das Überschreiten der Grenztemperaturen stark gefährdet erschien.

Abb. 2 bis 5 zeigen weiter, daß die Leistung nicht verhältnismäßig mit der Drehzahl steigt, daß vielmehr mit zunehmender Drehzahl und gleichen mittleren nutzbaren Drücken die Wärmebelastung erheblich zunimmt, anders gesprochen, daß bei Zunahme der Leistung proportional der Drehzahl die Wärmebelastung der Maschine sehr bald die zulässige Grenze erreicht. Die in den Diagrammen angegebenen mittleren nutzbaren Kolbenkräfte sind Höchstwerte. Da die Maschinen eine gewisse Überlastung zulassen müssen, so sind die Nennleistungen kleiner. Erfahrungsgemäß legt man bei Angaben für Luftdieselmotoren als mittleren nutzbaren Druck 4,9 bis 5,3 at. bei neuzeitlichen kompressor-

losen Maschinen 5,4 bis 5,8 at zugrunde. Aus diesen Werten und aus den Diagrammen kann man daher für eine bestimmte Maschinengröße die Höchstdrehzahl ableiten, die mit Rücksicht auf die Wärmebelastung nicht überschritten werden darf.

Abb. 8 gibt die Grenzwerte für Drehzahl und nutzbaren Kolbendruck an; man erkennt, daß bei größeren Maschinen eine Steigerung der Drehzahl einer großen Verminderung der mittleren Kolbendrucke entspricht. Dagegen waren bei den untersuchten Maschinen die Zünddrücke nur in geringem Maße von der Drehzahl und vom mittleren nutzbaren Kolbendruck abhängig. Bei $p_e = 4$ at betrug der Zünddruck 39 at, bei $p_e = 7$ at dagegen 41 at. Sehr starke Änderung des Zünddruckes äußert sich bei gleichen mittleren nutzbaren Kolbendrucken in starker Veränderung der mittleren Temperaturen der Auspuffgase; die Abhängigkeit der Auspufftemperatur vom Zünddruck bei gleichen mittleren nutzbaren Kolbendrucken und Drehzahlen ist in Abb. 9 dargestellt. Steigt der Zünddruck von 39 auf 41 at, so nimmt die mittlere Temperatur der Auspuffgase um 7°C ab. Dieser sehr geringe Unterschied ist in Abb. 2 bis 5 nicht berücksichtigt, da im praktischen Betrieb diese selbsttätig eintretenden Zünddruckänderungen durch Handverstellung nicht ausgeglichen werden oder ausgeglichen werden müssen. Würde man diese Berichtigung in Abb. 2 bis 5 vornehmen, so würden sich die Abstände der Linien für gleichbleibenden Druck um höchstens 3 vH vergrößern. Abb. 2 bis 5 bieten auch einen wertvollen Anhalt zur Beurteilung des Wirkungsgrades der Verbrennung.

Nach Abb. 9 nimmt die mittlere Wärmebelastung der Maschine mit steigendem Zünddruck erheblich ab; das bedeutet, daß, wenn man von den Triebwerkdrücken absieht, durch Steigerung des Zünddruckes adiabatische Verbrennung) der nutzbare Kolbendruck wirksam erhöht werden kann, bei gleichbleibender Wärmebelastung der Kolben. Man kann diese Linie als eine durch praktische Versuche gewonnene Bestätigung der auf Grund theoretischer Überlegung aufgestellten Forderung nach adiabatischer Verbrennung als der idealen ansehen; sie beweist die Richtigkeit früherer Ergebnisse von Versuchen an kompressorlosen Dieselmotoren²⁾.

Die aus Abb. 2 bis 4 sich ergebenden Grenzwerte sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Daraus kann man die Literleistungen, abhängig von der Drehzahl für die drei untersuchten Größen von Viertaktmaschinen, bestimmen. Man erhält so Höchstwerte der Drehzahl. In Abb. 10 ist eine Kurvenschar abgeleitet, die die Abhängigkeit der Literleistung vom Zylinderinhalt und von der Drehzahl darstellen. Die Werte der Hüllkurve, multipliziert mit dem Zylinderinhalt, ergeben die jeweils erreichbare höchste Zylinderleistung. Abb. 10 enthält außerdem die mittleren nutzbaren Kolbendrücke sowie die Drehzahlen.

Der Sachsenflug 1927

Von Dr. Hermann Blenk, Berlin-Adlershof

Verlauf und Ergebnisse des auf Kleinflugzeuge beschränkten Sachsenfluges — Beschreibung der wichtigsten teilnehmenden Flugzeuge — Erfahrungen für künftige Wettbewerbe.

Der Flugwettbewerb für Kleinflugzeuge, der vom 31. August bis 4. September in Sachsen stattfand, war die einzige größere Flugveranstaltung des Jahres in Deutschland. Er hat großes Aufsehen erregt, war dadurch, daß die Wertungsformel durch eine Konstruktion scheinbar ad absurdum geführt wurde. Die Tagespresse hat dem Veranstalter und der Deutschen Flugsportkommission, die die technischen Teilnehmenden ausschreibung bearbeitet hatte, schwere Vorwürfe gemacht. Es sei gleich zu Anfang festgestellt, daß die Vorwürfe, soweit sie überhaupt sachlichen Wert haben, nicht nur die Vorgänge aufbauschen, um großes Aufsehen zu erregen, zurückgewiesen werden können. Der Fortschritt in der Flugzeugkonstruktion ist in jeder Hinsicht einmal schneller und überraschender gekommen, als man es erwartet hatte. Auf diese Frage wird hier noch näher einzugehen sein, zunächst seien der Verlauf und die Ergebnisse des Wettbewerbs dargestellt. 13 Flugzeuge waren zum Wettbewerb gemeldet worden. Davon erschienen jedoch nur 20 rechtzeitig auf dem Platz Leipzig-Mockau. Von diesen mußten wiederum 10 Flugzeuge aus dem Wettbewerb ausscheiden, da sie die Zulassung, die für die Teilnahme am Wettbewerb notwendig war, nicht rechtzeitig beibringen konnten. Es blieben somit 14 Flugzeuge im Wettbewerb. Am 31. August 1927 begann die Technische Leistungsprüfung und dauerte bis zum 3. September. Sie konnte wegen der Schwierigkeit durchgeführt werden, da während der Prüfung Zeit sehr gutes Wetter herrschte. Für die Wertung wurden folgende Größen und Leistungen ermittelt: Leertgewicht, die Zuladung, die Gipfelhöhe (oder Höchstgeschwindigkeit) und die Höchstgeschwindigkeit. In den Festigkeitsrechnungen war von dem Wettbewerb schon die Bausicherheit (genauer: das Lastvermögen im sogenannten A-Fall, dem Fall des Abfluges) herabgesetzt worden; sie wurde nun dem Fluggewicht entsprechend herabgesetzt. Ferner wurden noch bestimmt: die Länge, die Zeit für Ab- und Aufbau des Flugzeugs und die Brauchbarkeit der Vorrichtung zum Ingangsetzen

des Motors. Für diese Werte waren in der Ausschreibung gewisse Mindestforderungen gestellt, deren Nichterfüllung Ausschluß vom Wettbewerb nach sich ziehen sollte. Die Startlänge durfte 200 m nicht überschreiten. Die Flugzeuge mußten durch den Führer und drei Hilfskräfte innerhalb 1½ h verladefertig und wieder flugfertig gemacht werden können; ein Flug vorher und hinterher mußte dabei die Flugfähigkeit erweisen. Nach dem Durchdrehen der Luftschraube mußte der Motor vom Führersitz aus in Gang gesetzt werden können; die Brauchbarkeit der Vorrichtung mußte bei mindestens drei Flügen des Wettbewerbs nachgewiesen werden. Diese Bedingungen wurden von allen Flugzeugen des Wettbewerbs erfüllt.

Über die Art der Messungen im Wettbewerb ist nur wenig zu sagen. Die Gewichte wurden auf Dezimalwagen festgestellt. Da alle Flüge des Wettbewerbs mit demselben Gewicht geflogen werden mußten, wurden die Flugzeuge vor jedem Fluge gewogen. Nach dem Gipfelzuge mußte ebenfalls gewogen werden, da der Unterschied: Fluggewicht nach dem Gipfelzuge weniger Leertgewicht, als Zuladung gewertet wurde. Nach den andern Flügen nahm man nur Stichproben vor.

Bei dem Gipfelzuge mußten alle Flugzeuge gleichzeitig fliegen. Aus den Barogrammen ergab sich der geringste erreichte Luftdruck. Ein besonderes Wetterflugzeug, das den Gipfelzug mitmachte, nahm die Temperaturen zu jedem Luftdruck auf. Aus Druck und Temperatur wurde die geringste erreichte Luftwichte oder die höchste erreichte Höhe am Normaltag berechnet.

Die Höchstgeschwindigkeit wurde auf einem Viereckflug von 70 km Umfang bestimmt, wobei die Umrundungszeiten der Flugzeuge an den Eckpunkten von unten abgestoppt wurden. Durch einen solchen Viereckflug kann man den Einfluß des Windes ausschalten. Dabei hat sich gezeigt, daß der Umfang des Vierecks zur Ermittlung der wahren Höchstgeschwindigkeit zu groß war. Einzelne Flugzeuge haben dabei die Richtung verloren und zum Aufsuchen der Endpunkte viel Zeit verbraucht, was

Zahlentafel 1
Ergebnisse der Technischen Leistungsprüfung

Bewerber	Führer	Flugzeug		Motor		Fluggewicht kg	Leertgewicht kg	Zuladung kg	Lastvermögen im A-Fall	Gipfelhöhe m	Vergleichsgeschwindigkeit km/h	Höchstgeschwindigkeit km/h	Zeit für Ab- und Aufbau min
		Hersteller	Baumuster	Bauart	Leistung PS								
Conta, Bamberg	v. Conta	Messerschmitt	M 19	Bristol-Cherub	29	335,7	138,35	195,4	10	850	0	98,0	11
Sportflug, i. m. b. H., Fürth	Th. Croneiss	"	M 19	"	29	345,5	142,55	200,95	9,7	850	0	114,0	7
Gebr. Müller, Griesheim	Nehring	Gebr. Müller	GMG I	Anzani	35	450,0	260,20	176,6	8	3080	151,1	0	22
Hesselbach, Darmstadt	Hesselbach	Bahnbedarf	BAG D2a	"	35	436,1	277,25	155,55	5,46	1870	239,5	0	21
Aero-Expreß, Leipzig	Gullmann	Klemm-Daimler	L 20	Daimler	20	449,2	276,15	167,7	9	2675	173,6	103,5	29
Vogtl. Flugverein, Reichb.-Mylau	Hempel	"	L 20	"	20	435,0	278,5	146,8	9,4	3800	169	114,8	38
Düsseldorfer Aero-Club	Soenning	"	L 20	"	20	450,0	277,65	162,35	9	2910	175	104,2	34
Fr. W. Siebel, Berlin	Siebel	"	L 20	"	20	450,2	272,3	169,6	9	2920	164,1	108,8	26
Deutsche Luftfahrt i. m. b. H., Berlin	Thomsen	"	L 20	"	20	449,9	278,9	164,25	9	2580	182	99,5	38
Bäumler, Aero i. m. b. H., Hamburg	Spengler	"	L 20	"	20	450,0	271,25	170,15	9	2370	174,5	108,0	34
Aero-Expreß, Leipzig	Petersen	Bäumler	B IV	Wright Gale	60	518,3	308,75	187,15	9,65	5590	114,8	173,0	20
Fr. Rose, Dresden	Rothe	Stahlwerk Mark	R IIIa	Anzani	45	399,5	291,75	93,45	5,2	2755	302	117,3	25
Raab-Katzenstein, Kassel-B	Rose	"	R IV	Haacke	50	511,8	387,8	112,2	5,0	1255	501,4	0	34
	Gröbedinkel	Raab-Katzenstein	„Schwalbe“	Siemens	84	745,0	492,7	213,4	12,5	2380	365	128,4	50



Abb. 1

Messerschmitt M 19 (Wettbewerb-Nr. 3 und 4)

Das Baumuster M 19 ist aus dem am Süddeutschlandflug 1926 beteiligt gewesenem zweisitzigen Leichtflugzeug M 17 entwickelt worden und besonders für den Sachsenflug entworfen. Beide Muster zeichnen sich durch gute aerodynamische Formen und geringes Leergewicht im Verhältnis zum höchstzulässigen Fluggewicht aus.

ihre Höchstgeschwindigkeit natürlich erheblich verschlechterte. Die Ablaumlänge wurde bei einem der Wettbewerbflüge durch seitliche Beobachtung vom Boden aus gemessen.

In Zahlentafel 1 sind die Ergebnisse der Technischen Leistungsprüfung zusammengestellt. Die Vergleichsgeschwindigkeit ist nach der Wertungsformel aus den übrigen Größen (Leergewicht, Zuladung, Lastvielfaches und Gipfelhöhe) errechnet und stellt gewissermaßen die Sollgeschwindigkeit des Flugzeuges dar, d. h. die Geschwindigkeit, die man auf Grund der übrigen Leistungen von dem Flugzeug erwarten könnte¹⁾. Das Verhältnis der wirklichen Geschwindigkeit zu dieser Sollgeschwindigkeit bildet den Hauptbestandteil der Wertungszahl.

Den Flugzeugen Nr. 14, 16 und 27 wurde die Höchstgeschwindigkeit 0 zugeschrieben. Flugzeug Nr. 14 (Nehring) startete zwar zum Geschwindigkeitsflug, mußte aber unterwegs notlanden und kehrte auf geradem Wege zum Flugplatz Leipzig-Mockau zurück, ohne das Viereck abgeflogen zu haben. Die Flugzeuge Nr. 16 und 27 versäumten den Start zum Geschwindigkeitsflug, der nur einmal freigegeben wurde, und hätten ausschreibungsgemäß aus dem Wettbewerb ausscheiden müssen; mit Einverständnis aller übrigen Teilnehmer blieben sie jedoch im Wettbewerb.

¹⁾ Vergl. Blenk, Zur Ausschreibung für den Sachsenflug, Z. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt Bd. 18 (1927) S. 134.



Abb. 2

Klemm-Daimler L 20 (Wettbewerb-Nr. 17 bis 22)

Das Baumuster L 20 hat schon am Deutschen Rundflug 1925 teilgenommen. Es ist in der Zwischenzeit weiterentwickelt worden und stellt heute das verbreitetste deutsche Leichtflugzeug dar. Das zeigte auch ganz deutlich der Sachsenflug; an diesem haben sechs Flugzeuge des Musters mit fünf verschiedenen Bewerbern, unter denen sich nicht der Hersteller befand, teilgenommen. Das Baumuster L 20 ist ein zweisitziger freitragender Tiefdecker. Flügel, Leitwerk und Rumpf sind teils mit Sperrholz beplankt, teils mit Stoff bespannt. Holme und Rippen der Flügel und des Leitwerks sind aus Spruceholz, die Ruder aus Duralumin hergestellt. Das Mittelstück des Flügels ist mit dem Rumpf fest verbunden und ganz mit Sperrholz beplankt. Die eigentlichen Tragflügel werden mit schwacher V-Form an das Mittelstück angesetzt. Die äußeren Flügelspitzen sind drehbar und mit dem Querruder gekuppelt. Als Motor wird der luftgekühlte zweizylindrige 20 PS-Mercedes benutzt.



Abb. 3

Bahnbedarf BAG D 2 a (Wettbewerb-Nr. 16)

Das Baumuster BAG D2a ist aus dem Baumuster BAG E1, mit dem Botsch am Zugspitzenflug 1925 teilgenommen hat, entstanden. Es ist ein zweisitziger Hochdecker in Sperrholzbauart. Der Flügel ist halbfreitragend, dreiteilig. Der Mittelteil liegt auf dem Rumpf auf. Der Flugstraum vor dem Führersitz ist durch eine verschließbare Öffnung im Tragdeck zugänglich. Die Flügel sind einholmig und bis auf die Sperrholznase mit Stoff bespannt. Das Fahrgestell ist vollständig im Rumpf untergebracht. Das Triebwerk bildet ein 35 PS-Anzani-Motor.

Abgesehen von den hervorragenden Gewichtverhältnissen des Flugzeugs Messerschmitt M 19 (Zuladung = 141 vH des Leergewichtes) sind die Flugleistungen Nr. 18 (Führer Hempel) besonders erwähnenswert. Hempel erreichte auf seinem Daimler L 20-Flugzeug Höchstgeschwindigkeit von 114,8 km/h und eine Gipfelhöhe von 3800 m. Der Sausewind Bäumers hätte an Höchstgeschwindigkeit und an Gipfelhöhe noch mehr herausholen können.

Die geringen Gipfelhöhen der biplanen Messerschmitt-Flugzeuge haben für die praktische Bedeutung; beide Flugzeuge haben ihren Gipfelflug vorzeitig abgebrochen, um nicht durch den Brennstoffverbrauch für die Wertung maßgebende Zuladungen verringern und dadurch in der Wertung schlechter abzuschneiden. Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei hier erwähnt, daß es für jedes Flugzeug eine bestimmte Gipfelhöhe gab, bei der weiteres Steigen die Wertung nicht mehr verbesserte, sondern wegen des Verbrauchs von Zuladung verschlechterte. Diese Höhe lag bei allen Flugzeugen des Wettbewerbs nur wenig unter der praktischen Gipfelhöhe; nur für das Flugzeug Messerschmitt M19 lag wegen der besonders günstigen Gewichtverhältnisse, die man bei der Auffassung der Ausschreibung nicht erwogen hatte, diese Höhe in Bodennähe.

Zahlentafel 2

Ergebnisse des Streckenfluges und Auswertung

Wettbewerbs-Nr.	Flugzeug-Muster	Führer	Reisegeschwindigkeit v_R	Mittlere Geschwindigkeit v_M	$\frac{v_M}{v_0}$	Streckenflugkennzahl	Wertungszahl W
3	M 19	v. Conta	73,8	85,9	∞	0,2786	∞
4	M 19	Croneiss	76,5	95,25	∞	1	∞
14	GMG I	Nehring	73,8	36,9	0,244	0,407	0,005 91
16	BAG D2a	Hesselbach	110,0	55,0	0,230	1	0,012 17
17	L 20	Gullmann	77,2	90,35	0,520	1	0,140 6
18	L 20	Hempel	85,0	99,9	0,591	1	0,206 4
19	L 20	Soenning	76,8	90,5	0,517	1	0,138 2
20	L 20	Siebel	76,1	92,45	0,564	1	0,179 4
21	L 20	Thomsen	72,5	86,0	0,473	1	0,105 8
22	L 20	Spengler	63,0	85,5	0,490	0,592	0,069 7
24	B IV	Petersen	92,6	132,8	1,157	1	1,545
26	R IIIa	Rothe	65,7	91,5	0,303	0,2786	0,007 75
27	R IV	Rose	20,3	10,15	0,0203	0,466	0,000 004
28	K1 Ib	Raab	103,4	115,9	0,318	1	0,032 16



Abb. 4

(hr. Müller, Griesheim, GMG I (Wettbewerb-Nr. 14)

Das Baumuster GMG I ist ein freitragender Hochdecker in Holz-Stoff-Bauart. Der Tragflügel ist einholmig, von der Nase bis zum Holm mit Sperrholz beplankt, vom Holm bis zur Hinterkante mit Stoff bespannt. Die Flügel werden durch einen schrägen Stiel auf beiden Seiten nach der Rumpfunterkante hin abgefangen. Der Rumpf hat ovalen Querschnitt und ist in Sperrholz ausgeführt. Die Sitzanlagen für Führer und Fluggast sind geräumig und bieten verhältnismäßig gute Sicht. Das Leitwerk hat keine festen Dämpfungsflossen und ist dem Flügel entsprechend gebaut. An die Rumpfspitze ist durch einen Stahlrohrbock ein 35 PS-Anzani-Motor angeschlossen, der leicht und schnell abgenommen werden kann.

Abb. 5 (Wettbewerb-Nr. 28)
Raab-Katzenstein Kl. 1b; „Schwalbe“

Die Bauart „Schwalbe“ gehört eigentlich nicht zu den Kleinflugzeugen sondern zu den Kunst- und Sportflugzeugen der mittleren Klasse. Zum Sachsenflug war sie deshalb auch nur mit einer beträchtlichen Herabsetzung ihrer Wertung zugelassen: Der Überschuß des (auf ein fastvielfaches 5 umgerechneten) Leergewichts über 300 kg wurde fünffach angerechnet. Dadurch erhielt die „Schwalbe“ mit einem wirklichen Leergewicht von 492,7 kg in der Wertung ein Leergewicht von 1072,7 kg. Nur so ist das verhältnismäßig schlechte Abschneiden der „Schwalbe“ im Sachsenflug zu erklären.

Die „Schwalbe“ ist ein zweisitziger Doppeldecker mit zwei fast gleich großen zweiholmigen Flügeln, die durch einen N-Stiel verbunden sind. Ober- und Unterflügel sind bis zum Hinterholm mit Sperrholz beplankt, während das hintere Ende mit Stoff bespannt ist. Beide Flügel tragen Querruder. Als Triebwerk ist der luftgekühlte 34 PS-Siemens Sternmotor Sh 11 benutzt. Das Flugzeug hat eine große Bausicherheit.

Der Streckenflug fand am 4. September statt. Er über eine 456,6 km lange Strecke durch Sachsen mit Zwangslandungen in Großenhain, Bautzen, Dresden, Rastatt und Plauen und außerdem um 12 Wendemarken. Von 14 Flugzeugen, die am Morgen des 4. September in Leipzig starteten, kehrten nur 11 im Laufe des Tages zurück. Als erstes schied Nr. 3 mit v. Conta als Führer in der Nähe von Bautzen mußte v. Conta notlanden und machte dabei vollkommenen Bruch. Ferner mußte Nr. 14, der sich verfliegen hatte, bei Roßwein landen, beim Start machte er ebenfalls Bruch, so daß ein Weiterfliegen nicht zu denken war. Schließlich noch Rothe (Nr. 26) aus, der in der Lausitz wegen Störungen landete und nicht weiterkam. Von den übrigen Flugzeugen erschien Nr. 16 mit Hesselbach als erstes am Ziel. (Reisegeschwindigkeit 110 km/h.) Der Bäumersche Sausewind, den man allgemein als ersten erwartete, ließ verhältnismäßig lange auf sich warten. Er erreichte nur eine Reisegeschwindigkeit von 100 km/h gegen 173 km/h Höchstgeschwindigkeit. Mehr hoch sind besonders die Leistungen der sechs anderen Flugzeuge auf dem Streckenflug zu bewerten. Sie kamen fast gleichzeitig und geschlossen wie-

der auf dem Flugplatz Leipzig-Mockau an. Spengler (Flugzeug Nr. 22) mußte bei Greiz notlanden und baute das Flugzeug ab, da er die rechtzeitige Herbeischaffung der Ersatzteile für unmöglich hielt. Es gelang aber doch, die notwendigen Teile zu beschaffen. Schnell wurde das Flugzeug wieder zusammengebaut und der Weiterflug nach Leipzig angetreten, wo er bei völliger Dunkelheit gegen 9 Uhr abends glatt landete. Spengler erhielt für diese hervorragende sportliche Leistung die Große Adlerplakette des Reichsausschusses für Leibesübungen.

Die Ergebnisse des Streckenfluges und die Auswertung sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt. Die Streckenflugkennzahl ε ist eine Zahl, die von der zurückgelegten Kilometerzahl im Streckenflug abhängt; sie wird gleich 1, wenn der ganze Streckenflug anstandslos erledigt worden ist.

Die Wertungszahl lautete: $W = \left(\frac{v_M}{v_0} \right)^3 \varepsilon$. Dabei be-

deutet v_0 die Vergleichsgeschwindigkeit und v_M das Mittel aus der Höchstgeschwindigkeit und der Reisegeschwindigkeit. Die Preise standen im Verhältnis der Wertungszahlen W .



Abb. 6

Bäumers B IV „Sausewind“ (Wettbewerb-Nr. 24)

Das Baumuster B IV ist aus dem im Deutschen Rundflug 1925 bekannt gewordenen Flugzeug entstanden. Es zeichnet sich durch eine sehr gute aerodynamische Gestaltung und dementsprechend durch eine große Geschwindigkeit aus.

Der „Sausewind“ ist ein zweisitziger freitragender Tiefdecker. Der ovale Rumpf ist mit Sperrholz beplankt, ebenso wie die einholmigen Flügel. Die Flügel sind leicht abzuhängen. Höhen- und Seitenleitwerk haben keine Dämpfungsflossen. Das Fahrgestell hat keine durchgehende Achse, die Abfederung liegt im Innern des Flügels. Das Triebwerk ist ein 60 PS-Wright-Gale-Motor L 4.

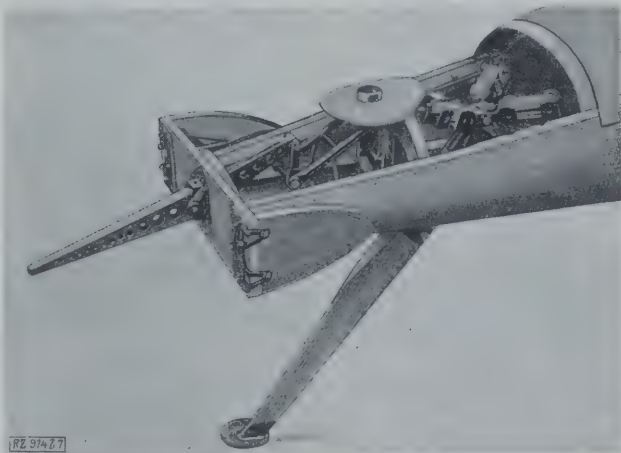


Abb. 7

Hintere Rumpffende des „Sausewind“

Betätigung des Höhenruders durch Stoßstange, allseitige Federung der Spornes.

Die Flugzeuge Nr. 3 und 4 (Muster Messerschmitt M 19) erreichten auf Grund ihrer Gewichtsverhältnisse eine Vergleichsgeschwindigkeit unter null. Damit war ein Fortschritt erreicht, den niemand erwartet hatte. Dieser Fortschritt aber wurde dem Sachsenflug beinahe zum Verhängnis. Da negative Vergleichsgeschwindigkeiten keinen Sinn haben, mußten diese Werte wenigstens auf „null“ festgesetzt werden. Die Flugzeuge Nr. 3 und 4 erhielten also die Wertungszahl „unendlich“ und damit den ganzen Preis für sich allein. Sobald diese Sachlage bekannt wurde, hätten die übrigen Bewerber auf eine weitere Teilnahme am Wettbewerb verzichtet, wenn nicht noch schnell neue Preise ausgesetzt worden wären. Nur dadurch wurde der Sachsenflug vor dem Zusammenbruch bewahrt.

Das Flugzeug, das auf diese Weise den Sachsenflug in den Mittelpunkt der öffentlichen Aufmerksamkeit rückte, ist von dem Flugzeugbauer Messerschmitt entworfen und gebaut worden. Baumuster M 19, Abb. 1, ist ein Tiefdecker in Holzbauart mit freitragendem Flügel. Der durchgehende Flügel ruht auf einem kräftigen Kastenholm als Vorderholm und einem wesentlich schwächeren Hinterholm. Bis zum Hinterholm ist der Flügel mit Sperrholz beplankt, vom Hinterholm ab mit Stoff bespannt. Der Flügel mit dem Fahrgestell kann durch Lösen weniger Bolzen vom Rumpf getrennt werden. Der

einsitzige Rumpf ist ebenfalls mit Sperrholz beplankt. Motor ist ein Bristol-Cherub mit 29 PS Nennleistung 7,9 m² Flügelfläche und dem Fluggewicht beim Wettbewerb beträgt die Flächenbelastung rd. 44 kg/m² und Leistungsbelastung rd. 12 kg/PS.

Die übrigen Flugzeuge des Sachsenfluges, A bis 7, sind alle schon seit längerer Zeit im Gebräuch. Unter den Flugzeugen, die nicht mehr rechtzeitig Wettbewerb fertig werden konnten, war noch eine ganze Reihe Neukonstruktionen, die man aber offensichtlich erst beim nächsten Kleinflugzeug-Wettbewerb genauer kennen lernen wird.

Zusammenfassend kann man über den Sachsenflug 1927 folgendes sagen: Die Entwicklung im Flugzeugbau läßt sich schwer voraussehen. Soll die Wertungszahl in einer bestimmten Richtung züchterisch wirken, so muß man sich doch vorsehen, daß der Erfolg die ursprünglichen Absichten nicht weit überholt. Der Sachsenflug hat ein neues Flugzeugmuster gebracht, das durch seine Verhältnisse alle ähnlichen Muster weit übertrifft und wegen der guten aerodynamischen Gestaltung gute Flugleistungen hat. Der Sachsenflug hat ferner gezeigt, daß die Entwicklung der deutschen Kleinflugzeuge besonders hinsichtlich Betriebssicherheit auch in den nächsten Jahren nicht stillgestanden hat. [B 97]

Schwelöfen für Ölschiefer

Zwei neue nach dem Spülgasverfahren arbeitende Öfen zur Schwelung von bituminösen Schiefen und Kalken sind die Öfen von Bartolomei und J. Pieters, von denen besonders der letzte auch für deutsche Verhältnisse eine gewisse Beachtung verdient.

Bei dem Schwelofen von Bartolomei ist in einem Ofenblock eine größere Anzahl von 15,5 m hohen Retorten von 1 m² Querschnitt untergebracht; in diesen wird das Aufgabegut unmittelbar durch Spülgase verschwelt, die in der Retorte selbst aufsteigen. Der eigentliche Schwelvorgang geht in den oberen zwei Dritteln der Retorte mittels der Wärme

der aus dem unteren Drittel aufsteigenden Gase vor. Die am Boden der Retorte eingeführten Gase bestehen aus inerten Umlaufgasen und Luft, die von einem Sauger abgesaugt wird. Die Luft verbrennt nach genügender Vorwärmung durch die Schwelrückstände den in diesen durch unvollständige Schwelung zurückbleibenden Kohlenstoff- und Aschenrest und erzeugt hierbei die für die Schwelung notwendige Temperatur. Durch die zweckmäßige Ausbuchtung der Vorwärmzone für das Aufgabegut verlassen die Gase den Ofen nur mit geringer Temperatur von etwa 50°, so daß sich die Teerdämpfe schon im Ofen niederschlagen; sie werden jedoch von dem aufsteigenden Gase mechanisch mitgerissen. Infolge einer z. T. mehrfachen Verdampfung entstehen in den einzelnen Höhenlagen der Retorte verschiedene Destillationszonen von nach unten hin immer höher siedenden Teeren. Aus diesem Grunde sind auch die Krackverluste an Öl ziemlich hoch. Für 1 t Aufgabegut sind 700 bis 750 m³ Spülgas nötig, so daß die Kondensationsanlage ziemlich groß ausfallen muß. Die mit 16 Retorten täglich 1000 t bituminöse Kohle durchsetzende Anlage der Società Asfaltiferi, Ravenna, arbeitet mit einem Gesamteerausbringen von 60 vH.

Zur Verringerung der Spülgasmengen und zur Vermeidung der Krackverluste infolge örtlicher Überhitzung schickt man bei dem Ofen von Pieters nur einen Teil der Gase unmittelbar durch das Schwelgut hindurch, während die Wärme von außen her zugeführt wird. Die in einer besonderen Schwelanlage vom Teer befreiten Spülgase treten zum Teil unmittelbar bei a, Abb. 1 und 2, am Fuß des Ofens in die Beschickung ein, z. T. werden sie bei c in besondere Verbrennungskammern geleitet; hier verbrennen sie mit der bei b zugeführten Luft, die auf dem Wege bereits durch die strahlende Wärme der Ölschiefer vorwärmt ist. Die Verbrennungsgase steigen im Zickzackwege in den Kanälen d hoch und entweichen mit einer Temperatur von 120° in den Kaminen. Ebenso verlassen auch die Spülgase den Ofen bei e mit einer niedrigen Durchschnittstemperatur von 110°. Das Verfahren vermeidet eine mehrfache Kondensation und Verdampfung des gebildeten Teers und damit einen durch Kracken bedingten Verlust an flüssigen Brennstoffen.

Der Ofen besteht aus 2 bis 16 Retortenelementen mit einem Querschnitt von 1 × 0,3 m² bei 14 m Höhe und einer Leistung von je 5 t täglich. Der ausgeschwelte Schiefer wird durch die Doppelschleuse f₁ und f₂ gleichmäßig auf den Transporter getragen. Die Aufgabe des Rohhaufwerkes erfolgt durch den Schieber g. Zwei Arbeiter können zwei Öfen mit je einer Doppelschleuse bedienen. Die Schwelkosten für 1 t Schiefer stellen sich einschließlich Abschreibung des Ofens, Kondensations- und einer einfachen Raffinationsanlage auf rd. 2 M (12 Fr.). (Angestellte, Kraft) [M 927]

¹⁾ „Le Génie civil“ Bd. 90 (1927) S. 617

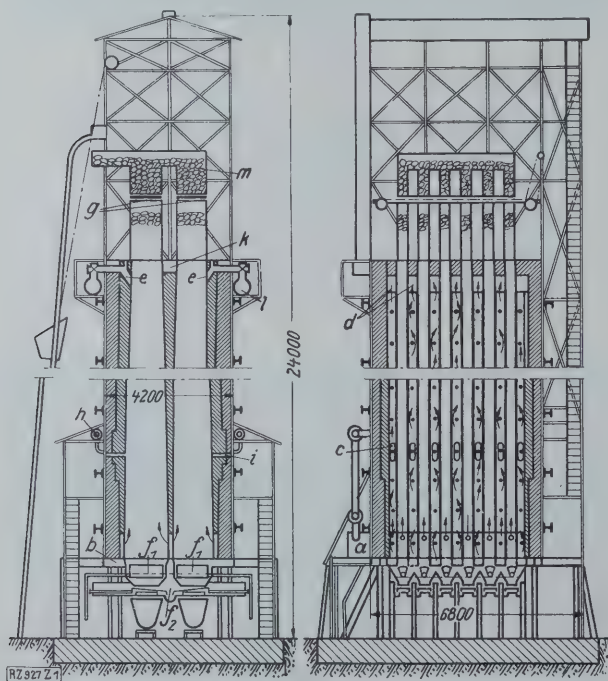


Abb. 1 und 2
Schwelöfen, Bauart Pieters

- | | |
|--|-------------------------------------|
| a Schwelgasleitung | g Schieber unter den Vorratsbunkern |
| b Luftzufuhrleitung | h Heizgasleitung |
| c Verbrennungskanäle | i Schauloch |
| d Abgaskanäle | k Abgassammelkanal |
| e Spülgasaustritt | l Vorlage |
| f ₁ , f ₂ Doppelschleuse für ausgeschwelten Schiefer | m Vorratsbunker |

Müllabfuhr-Fahrzeuge

Von Dipl.-Ing. H. Seidel, Berlin

Drei maßgebende Gesichtspunkte für den Bau von Fahrzeugen für Müllabfuhr: Staubfreie Beladung, großes Aufnahmevermögen, niedrige Ladekante. — Verschiedene Bauarten mit Benzinmotorantrieb: Wagen von Krupp mit Förderschnecke, kippbare Rolltrommel-Müllwagen der Firmen Faun-Werk G. m. b. H., Nürnberg, und Peter Bauer, Köln-Ehrenfeld, Großraum-Müllwagen zur Beförderung von Müll von einer Umlade- zur Abladestelle.

Der Kampf gegen Staub und Schmutz, die in den dichtbevölkerten Großstädten eine große Gefahr für die Gesundheit der Bewohner bedeuten, bildet für die Verwaltung dieser Städte eine schwere und verantwortungsvolle Aufgabe, die zu lösen vor allen Dingen der Techniker berufen ist. Eine wichtige Rolle spielt bei der Beseitigung des Hausmülls. Auch auf diesem Gebiete der kommunalen Technik sind seit Einführung des Benzinmotorantriebes große Fortschritte gemacht worden. Drei Punkte spielen bei der Müllabfuhr eine aus-gegebende Rolle: Die staubfreie Beladung, ein möglichst großes Aufnahmevermögen, eine möglichst niedrige Ladekante. Während die erste Frage vom gesundheitlichen Standpunkt aus besondere Bedeutung hat, sind die beiden andern wichtig für die Wirtschaftlichkeit des Betriebes. Die Höhe des Wagendaches ist nach oben begrenzt; eine große Ladehöhe macht das Aufladen mühsamer und vergrößert damit seine Dauer. Diesen Anforderungen sucht man auf verschiedenen Wegen entgegen zu werden. Im folgenden seien einige neuere Lösungen behandelt, die sich bereits im Betriebe bewährt haben, so daß man ihnen mit gutem Grund auch Zukunfts-sichten zubilligen kann.

Kennzeichnend für den von der Firma Fried. Krupp, A.-G., Essen, erbauten Müllabfuhrwagen mit Benzinmotorantrieb, Abb. 1, ist die mechanische Beladung mittels Schnecke, die aus Sonderstahl hergestellt ist, so daß sie auch großstückigen Schutt aufnehmen und erheblichen Verschleiß fortbewegen kann. Das hintere Ende des Schneckengehäuses an der Rückseite des Wagens ist oben offen und bildet die Einschüttöffnung.



Abb. 1
Müllabfuhrwagen mit Förderschnecke von
Fried. Krupp, A.-G., Essen

Man kann das Müll aus beliebigen Behältern einschütten. Übermäßige Staubeentwicklung wird durch ein über dem Einfülltrug angeordnetes Segeltuch verhindert. Bei Verwendung von einheitlichen Tonnen mit 110 l Inhalt, deren Größe der Einwurföffnung entspricht, wird mittels eines schon länger bewährten selbsttätigen Verschlusses vollkommene Staubbefreiheit erreicht.

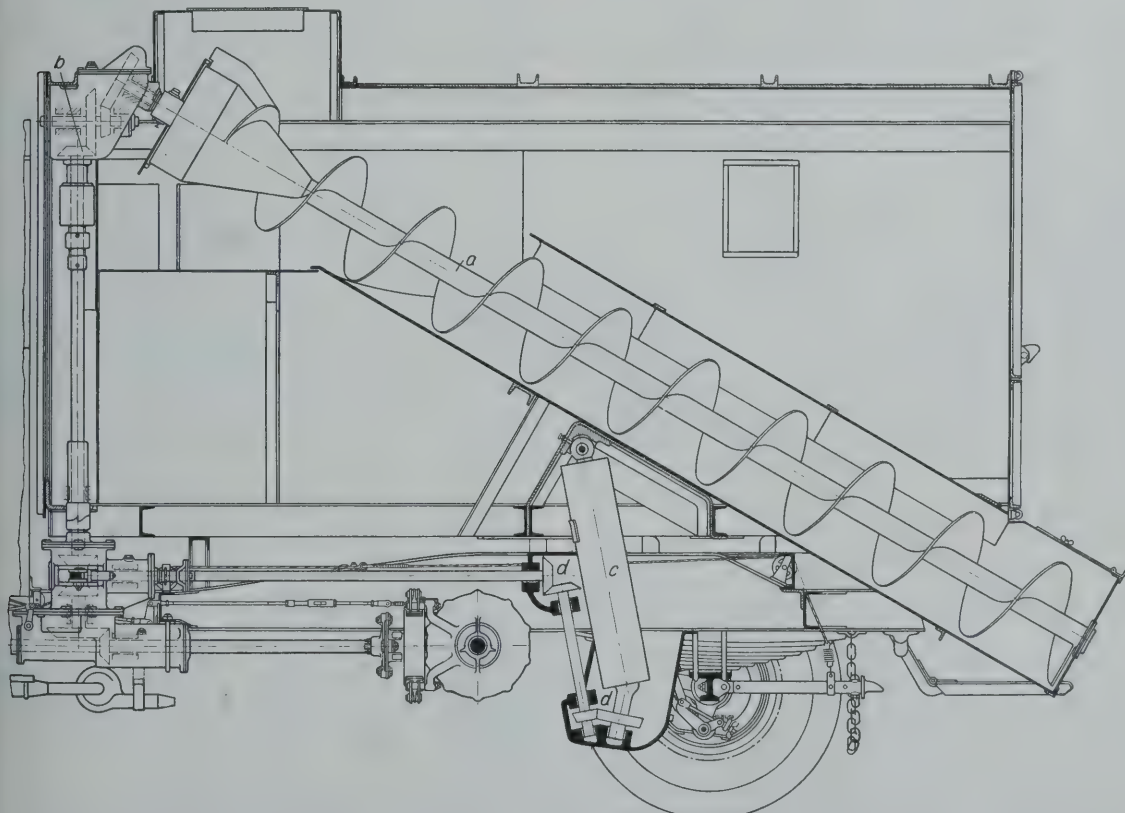


Abb. 2. Schneckenantrieb und Kippspindelanordnung beim Müllkraftwagen mit Förderschnecke
a Förderschnecke b Kegelradantrieb c Kippvorrichtung d Getriebe zwischen Kippvorrichtung und Antriebswelle



Abb. 3

Oberer Teil des Kegelradantriebes für die Förderschnecke beim Krupp'schen Müllabfuhrwagen

Das obere Kegelradpaar erhält seinen Antrieb über die senkrechte auskuppelbare Welle und ein unteres Kegelradpaar.

Die Förderschnecke *a*, Abb. 2 und 3, die über einen mehrfachen Kegelradantrieb *b* betätigt wird, schafft das Müll in kurzer Zeit in den vorderen Teil des Wagens. Die Schnecke ist bis auf die oberen Windungen von einem Gehäuse *b*, Abb. 4, eingeschlossen. Aus dem Querschnitt des Schneckenkroges *a* ist die Anordnung einer Leiste *d* zu erkennen, die den Schneckenumfang fast berührt, Unterhalb dieser Leiste ist der Spielraum zwischen Schneckenrohr *b* und Schnecke *c* am kleinsten, er erweitert sich allmählich in der Drehrichtung zu einem großen Hohlraum *e* oberhalb der Leiste *d*. Sperrige Müllteile werden mit herumgenommen, bis sie auf die Leiste *d* aufschlagen. Die Schnecke *c* zieht dann diese Teile durch den Raum *e* in den Wagenkasten hinein.

Das Einladen von der Rückseite aus schließt auch bei lebhaftem Verkehr Belästigungen von Fußgängern aus. In engen Straßen, wo gleichzeitig von beiden Straßenseiten die Kästen entleert werden, wird das zeitraubende Herumlaufen um den Wagen zur Ladeseite vermieden. Die Beladehöhe wird durch die Anordnung der Förderschnecke sehr günstig beeinflusst; sie liegt nur 100 cm über der Straße.

Durch Hochkippen des Wagenkastens wird das Müll im Wagen verteilt, so daß das Fassungsvermögen von 12 m³ vollständig ausgenutzt werden kann. Das Einladen dauert je nach der Bebaugsdichte 50 bis 70 min. Täglich können mit einem Wagen bei etwa fünf Fahrten 45 bis 60 m³ Hausmüll abgefahren werden.

Entleert wird der Wagen durch ein einfaches Kippen des Kastens nach hinten bei geöffneter Rückwand, Abb. 5. Hierzu wird der obere Teil der Rückwand nach oben, der untere nach unten umgeklappt, und beide werden mit Haken festgehalten. Die Kippvorrichtung, Abb. 2, besteht

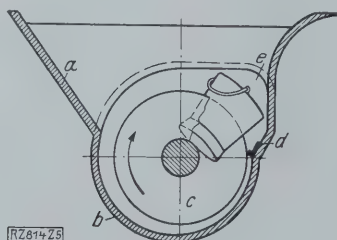


Abb. 4

Querschnitt durch den unteren Teil der Schnecke

a Wand des Schneckenkroges
b Schneckengehäuse *c* Schnecke
d Anschlagleiste *e* freier Raum zwischen Schnecke und Gehäuse



Abb. 5

Müllwagen mit Förderschnecke in Kippstellung

aus einer unter der Kastenmitte angreifenden Winde ausschraubbarer Spindel *c*. Die Winde wird vom M über ein Getriebe *d* angetrieben. Der größte Kippwinkel beträgt 65°, in den Endstellungen wird das Getriebe selbsttätig ausgerückt. Zwei Stützhaken, die mit den sen verbunden werden können, schalten beim Kippen Hinterachsfedern aus.

Der mittlere Benzinverbrauch für den Wagen beim laden beträgt 2,5 bis 4 kg in einer Arbeitsstunde. Der Wagen ist in etwa 52 deutschen und ausländischen Städten in Betrieb.

Die Firma Faun, G. m. b. H., Nürnberg, hat einen kippbaren Rolltrommel-Müllwagen für 10 m³ Inhalt mit benzin-elektrischem Antrieb. Dieser Wagen wird von der Seite her beladen, Abb. 6. Die Höhe der Einschüttkante ist auf 1300 bis 1700 mm über dem Erdboden einstellbar. Die Trommel hat insgesamt vier Einschüttöffnungen. Das Schüttgut wird zunächst solange eingebracht, bis es die untere Kante der Einschüttöffnung erreicht hat. Hierauf wird die Trommel um etwa 130° gedreht, so daß die Einschüttöffnungen auf die andere Seite zu liegen kommen. Dabei rutscht das Müll entsprechend weiter, und die Einschüttöffnung wird wieder frei. Nach Zurückdrehen in die alte Stellung bleibt das Müll infolge der Adhäsion in der neuen Stellung an der Trommel haften. Die Lage des Schüttgutes bei den verschiedenen Stellungen der Trommel ist aus Abb. 7 bis 10 zu ersehen. Nach etwa vier bis fünf Drehungen der Trommel, die jedesmal vorgenommen werden, wenn das Schüttgut die untere Kante der Einschüttöffnung erreicht hat, ist die Trommel gefüllt. Soll der Wagen entleert werden, so öffnet man die Klappe der Rückwand und kippt die Trommel mittels Doppelspindel bis zu einem Kippwinkel von 60° nach rückwärts, Abb. 11.

Die Einschüttöffnungen sind für die sogenannten Ringtonnen eingerichtet, können aber andern Müllgefäßen angepaßt werden. Die Klappe über den Einwurföffnungen kann die übliche selbsttätige Bewegung erhalten.

Der Antriebmotor ist unmittelbar mit dem Stromerzeuger gekuppelt. Der Strom wird mittels Kabel über die in die hinteren Räder eingebauten Motoren übertragen.

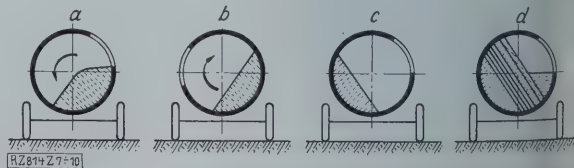


Abb. 7 bis 10

Die Lagen des Schüttgutes im Trommelmüllwagen

a Stellung vor dem ersten Drehen
b nach der ersten Drehung um rd. 120° nach links
c nach der Rückdrehung in die ursprüngliche Lage
d nach mehreren Füllungen und Drehungen



Abb. 6

Rolltrommel-Müllwagen der Firma Faun, G. m. b. H.,
Nürnberg

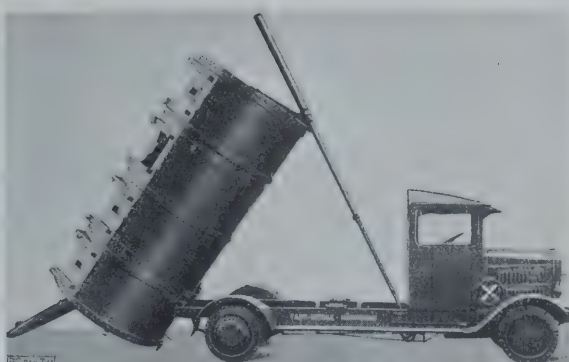


Abb. 11

Rolltrommel-Müllwagen, Abb. 6, in Kippstellung

Ein besonderes Getriebe versetzt der Antriebmotor die Trommel in Drehung, und zwar können diese Drehungen ohne Zeitverlust und mit geringem Kraftaufwand während der Fahrt zum nächsten Haus vorgenommen werden.

Diese Bauart hat den Vorzug, daß die Entleerung der Trommel durch keinerlei Antriebs Teile in ihrem Inneren erschwert wird. Auch der Kraftaufwand für das Drehen der Trommel ist verhältnismäßig gering. Die Verwertung der holländischen Hauptstadt Den Haag ist eine verschiedene Wagen in Betrieb.

Müllwagen ganz ähnlicher Art baut die Firma Peter Bauer, Köln-Ehrenfeld, Abb. 12. Zum Drehen der Trommel dient hier ein Nebenantrieb des Motors, Abb. 13 bis 15. Die Kraft wird von der Antriebswelle *a* über eine Kette *b* auf eine zu *a* parallele Welle *c* übertragen, von der aus über ein Kegelradgetriebe mit der Welle *d* eine Schnecke *e* angetrieben wird. Die Schnecke

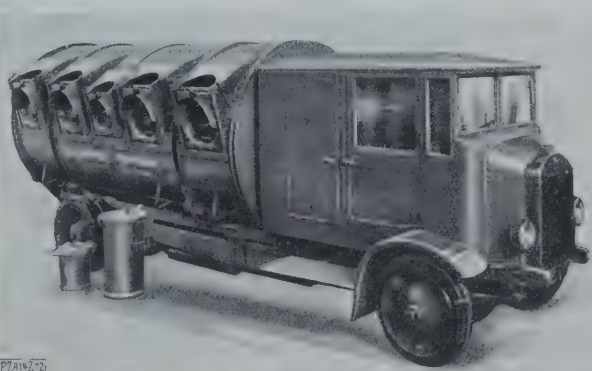


Abb. 12

Rolltrommel-Müllwagen der Firma Peter Bauer,
Köln-Ehrenfeld

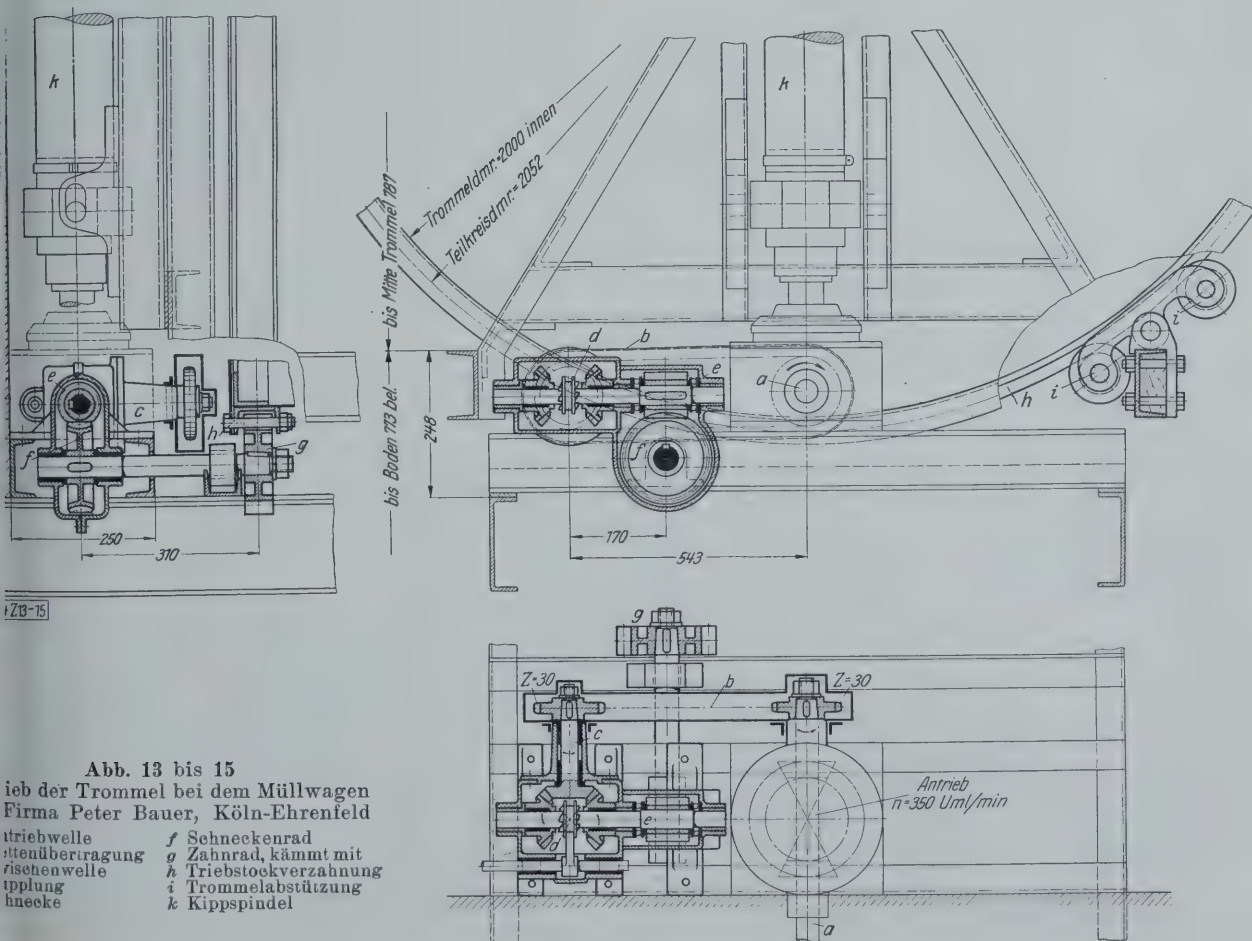


Abb. 13 bis 15

Ansicht der Trommel bei dem Müllwagen
Firma Peter Bauer, Köln-Ehrenfeld

a Antriebswelle
b Kettenübertragung
c Triebstockverzahnung
d Kippspindel
e Schneckenrad
f Zahnrad, kämmt mit Schneckenverzahnung
g Triebstockverzahnung
h Trommelabstützung
i Schnecke

kämmt mit einem Schneckenrad f , und das mit diesem auf gleicher Welle sitzende Rad g dreht die Trommel durch Arbeiten auf die über rd. $\frac{1}{2}$ des Trommelumfanges ausgedehnte Triebstockverzahnung h . Die Trommel stützt sich hierbei gegen die Rolle i ab. 100 vollgefüllte Mülltonnen von je 100 l Inhalt können ohne Schwierigkeit eingefüllt werden.

Ein weiteres Erzeugnis dieser Firma ist ein Großraum-Müllwagen von 12 m³ Inhalt, Abb. 16. Dieser Wagen dient zur Abfuhr von Müll von einer Umladestelle aus zur Abladestelle. Die Mülltonnen werden durch Klein-Elektrowagen mit Anhänger gesammelt, die je 18 Mülltonnen aufladen können, und zur nächsten Umladestelle gebracht. Das durch besondere Vorrichtungen staubfrei ausgeladene Müll wird hier mittels einer Schüttelrinne oder eines Förderbandes mit Becherwerk von oben her in den Wagen befördert. Die Wagendecke wird durch



Abb. 16
Großraum-Müllwagen von je 12 m³ Inhalt der Firma Peter Bauer, Köln Ehrenfeld, zur Abfuhr von Müll von einer Umladestelle aus zur Entladung

Schieber abgeschlossen, die man von der Erde her einfache Kurbelbetätigung bedienen kann. Beim Entladen wird eine Bodenklappe geöffnet. Der städtische Park der Stadt Köln hat etwa 40 dieser Wagen in Betrieb.

Idealer Kreisprozeß von Verbrennungsmaschinen

Robert C. H. Heck¹⁾ schlägt als Mittel zur einheitlichen Wertung von Verbrennungskraftmaschinen eine vereinigte IS- und US-Tafel für ein Normalgas vor, aus der man den in einer idealen Maschine erreichbaren Wirkungsgrad η_0 berechnen kann. Die Ordinatenanteile für die innere Energie U und den Wärmeinhalt I bei unveränderlichem Druck, sowie die Linien $v = \text{konst}$ und $p = \text{konst}$ der Tafel sind mit $c_v = 0,1760 + 0,000\,033\,t + 0,000\,000\,006\,t^2$ und $c_p = 0,2446 + 0,000\,033\,t + 0,000\,000\,006\,t^2$ berechnet. Diese Werte entsprechen nach den Ergebnissen der Forschungen von Partington, Shilling, Goodenough und Felbeck dem Mittel der spezifischen Wärmen der Verbrennungsprodukte von Generatorgas, Wassergas, Leuchtgas, Naturgas, Koksofengas, Gasöl und Benzin bei üblicher Zusammensetzung der Brennstoffe und 15 vH Luftüberschuß bei der Verbrennung.

Beim idealen Kreisprozeß nach Heck ist das Arbeitsmittel Normalgas. Es füllt den ganzen Zylinder aus und hat den Heizwert der Frischladung. Für den Anfangs- und den Endzustand des Arbeitsmittels gelten der in der Maschine zu Beginn der Verdichtung herrschende Druck und die zugehörige Temperatur. Verdichtung und Expansion erfolgen adiabatisch. Die Verbrennung erfolgt beim Otto-Prozeß im Totpunkt bei gleichbleibendem Volumen, beim Dieselprozeß verläuft die Wärmezufuhr von der Totlage ab bei gleichbleibendem Druck. Da Druck und Temperatur zu Beginn der Verdichtung nur auf umständlichem Weg und nicht genau ermittelt werden können, wäre für den Ausgangspunkt des Idealprozesses dieses Annahmen eine Bezugnahme auf Normalverhältnisse (1 at, 15 °C) vorzuziehen.

Die Verwendung der Tafel beschränkt sich auf Kreisprozesse mit hohem Gemengeheizwert. Bei 1100 vH Luftüberschuß, der beim Leerlauf von Dieselmotoren vorkommt, ergibt das Hecksche Verfahren um 8 vH zu kleine thermische Wirkungsgrade, da Normalgas und wirkliches Arbeitsmittel sehr verschieden zusammengesetzt sind. Von anderer Seite wurde noch empfohlen, für jeden einzelnen Brennstoff eine besondere Kurvenschar aufzustellen, aus der man den Einfluß des Luftüberschusses auf den Wirkungsgrad des Idealprozesses unmittelbar ablesen kann. Der weitere Vorschlag zur Vereinfachung der Rechnung, Luft als Normalgas einzuführen und die Veränderlichkeit ihrer spezifischen Wärme zu berücksichtigen, verbessert zwar die bisherige Rechnung mit konstanter spezifischer Wärme, ergibt aber noch zu hohe Wirkungsgrade des Idealprozesses und damit zu geringe Gütegrade der zu wertenden Maschine.

Im Vergleich mit der bekannten Entropietafel für Gase von Stodola, die für jede Wärmedichte auch an Zwischenpunkten des Kreisprozesses genaue Werte liefert, ist die IS-Tafel von Heck übersichtlicher, ihre Benutzung erfordert aber kaum weniger Rechenarbeit. Für die Praxis eignen sich jedenfalls am besten Kurvenscharen, die ohne Zwischenrechnung bei gegebener Wärmedichte den idealen Wirkungsgrad des Kreisprozesses angeben. Für flüssige Brennstoffe und Hochofengas hat P. Langer²⁾ solche Linien angegeben.

Aachen

Dipl.-Ing. K. Merkle

¹⁾ Mechanical Engineering Bd. 49. (1927) S. 771.
²⁾ Z. Bd. 71 (1927) S. 914.

Zur Theorie der Schwingsirenen

Zu der Mitteilung von Dipl.-Ing. Günther Z. Nr. 38 S. 1341, „Schwingergerät für medizinische Zwecke“ bemerke ich das Folgende:

Die Erscheinungen beim Schwingergerät von Dr. D. gehören in die Klasse der Schwingungserzeugung nicht periodische Kräfte, und das Gerät selbst gehört der Oszillatorsirenen, welche Bezeichnung auf F. A. Ig „Handbuch der Unterwasserschalltechnik“¹⁾ zurückgeht. der Zeitschrift für technische Physik, Bd. 5 (1924) S. 1 habe ich eine Theorie der Schwingsirenen veröffentlicht, die alle wesentlichen Erscheinungen hierbei beschreibt, z. B. Nichtansprechen bei kleineren Strömungsgeschwindigkeiten, dann das Ansprechen mit einer größeren Frequenz und Absinken der Frequenz mit weiterer Steigerung des Drucks oder der Strömungsgeschwindigkeit.

Ferner ergibt sich aus dem Ausdruck für die Tonhöhe, den ich gefunden habe, daß diese in hohem Maße von der Dichte der Sirene durchströmenden Flüssigkeiten abhängig ist. Man erkennt an dem Ausdruck, daß die Tonhöhe unter sonst gleichen Umständen mit zunehmender Dichte des strömenden Mittels stark zunimmt. Dies habe ich auch durch Versuch festgestellt, indem ich das Dreuwsche Gerät der Reihe nach mit Wasser, Kohlensäure, Sauer- und Wasserstoff betrieb. Dabei erhielt ich eine ansteigende Reihe der Tonhöhen.

Im übrigen haben die Erscheinungen der Schwingsirenen große Ähnlichkeit mit den Schwingungen der Lichtbogen. Sie gehören wie diese zu den Schwingungserscheinungen in einer Energieströmungsbahn mit negativer Kennlinie, die mit einem schwingfähigen System verbunden ist.

Kennzeichnend für die Schwingsirenen ist der Zusammenhang des Druckes und der Geschwindigkeit der Strömung, wenn diese stationär ist und ein wenig geändert wird. Ist v die Strömungsgeschwindigkeit und h die Flächenspaltes, so gilt $vh = \text{konst}$. Der Druck p sucht den Strömungswiderstand zu vergrößern; in erster Annäherung gilt $h = \text{konst}$.

Aus beiden Gleichungen folgt:

$$p = \frac{\text{konst}}{v}$$

oder
$$\frac{dp}{dv} = -\frac{\text{konst}}{v^2}$$

d. h. die Strömungsbahn hat eine negative Kennlinie, muß die mit ihr verbundene Membrane zu Schwingungen anregen. Die Schwingsirenen gehören demnach zu den merkwürdigen Geräten, mit denen man die sonst nicht zu untersuchenden wichtigen Schwingungserscheinungen bei nicht periodisch wechselnden Energiebequem herbeiführen und messen kann. Insbesondere merkwürdig sind die Schwingungen 3. Art, d. h. solche, denen die Schwingungsamplitude so groß wird, daß die ursprüngliche Strömung sich zeitweise umkehrt. Ich vermuten, daß Abb. 4 in dem Aufsatz von Günther solche Schwingungen darstellt.

Berlin-Charlottenburg.

¹⁾ M. Krayn, Berlin 1922.



Abb. 1
 Eimerkettenbagger mit Raupenkettens-Fahrtrieb für 450 m³/h Leistung; Eimerinhalt 0,3 m³.

Eimerkettenbagger

Von Ing. J. F. Kesper, Essen

us Abb. 1 bis 4 ist der Aufbau eines neuen Eimerbagger mit Raupenkettens-Fahrtrieb der Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck, zu ersehen. Das Gerüst *a*, Abb. 2 und 3, der Einlauftrinne *b*, der Eimerleiter mit dem Drehpunkt *c*, dem Aufbaum Ballastkasten *e* und dem Schutzhaus *f*. Auf der Plattform des Unterwagens sind der Antriebmotor *g* und die Getriebe zum Fahrtrieb aufgestellt, während auf der Plattform des Gerüstaufbaues die Getriebe für den Eimertrieb und die Leiterwinde untergebracht sind. Die Einlauftrinne *b* ist, um eine gleichmäßig ebene Oberfläche zu erhalten, da die Raupenkettens sich beim Baggern, je nach Härte des Bodens, mehr oder weniger in diesen einbauen, oben am Aufbau drehbar befestigt; das untere Ende ist mit dem Drehpunkt der Eimerleiter mittels Seile verbunden, die über Rollen zu einer Winde laufen und am Gerüst aufgehängt. Durch entsprechendes Heben oder Senken des unteren Teiles lassen sich die Eimer sowie Eimerleiter zu der jeweils gewünschten Erdoberfläche einstellen. Der Bagger kann entweder durch einen kompressor- oder Dieselmotor oder Elektromotor angetrieben werden,

der den Eimerkettenantrieb, Leiterwinden und Fahrtrieb betätigt. Der elektrische Strom wird dem Bagger, je nach den örtlichen Verhältnissen, durch Freileitung mit Stromabnehmer oder durch ein Kabel zugeleitet, das sich auf einer Trommel selbsttätig auf- oder abwickelt. Der Turas sowie die Eimerkette werden durch Riemen- oder Seiltrieb und Zahnräder von der Hauptantriebswelle aus getrieben.

In das Getriebe ist eine Reibkupplung eingeschaltet, die bei ungewöhnlich hohen Grabwiderständen der Eimer gleitet und so Brüche der Getriebeile nach Möglichkeit verhindert. Die Kupplung wird auf den jeweiligen Grabwiderstand mittels eines Gegengewichtes eingestellt. Sie ermöglicht ferner, daß man das Turasgetriebe stillsetzen kann, ohne daß der Motor zum Stillstand gebracht werden muß. Der Fahrtrieb erfolgt von der Hauptantriebswelle aus. Ein Wendegetriebe ermöglicht ein Vor- und Rückwärtsfahren des Baggers. Da der Bagger nicht auf einem festen Gleis fährt, sondern auf einer Raupenkette, wird beim Schwenken des Baggers die eine Raupenkette vom Antrieb vollständig aus- oder auf eine geringe Geschwindigkeit geschaltet.

Einen Doppelbagger mit Drehgestellen für elektrischen Antrieb zeigen Abb. 5 und 6. Dieser Bagger wird für Eimerinhalte von 300 bis 500 l ausgeführt.

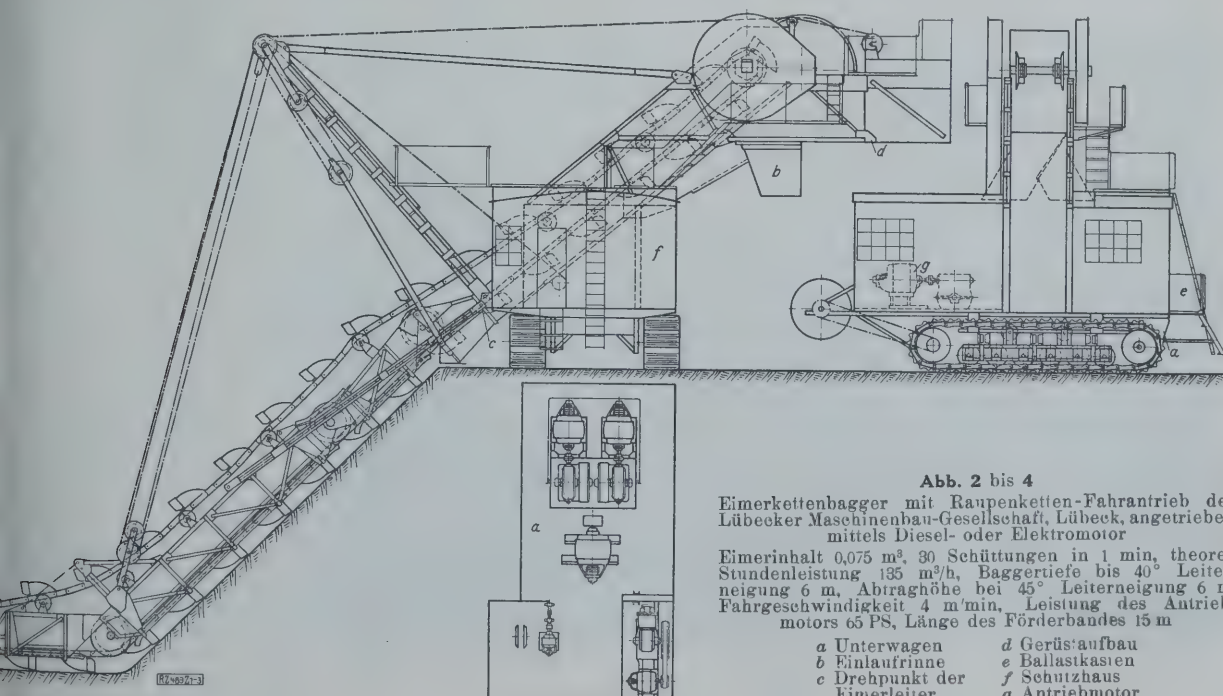


Abb. 2 bis 4

Eimerkettenbagger mit Raupenkettens-Fahrtrieb der Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck, angetrieben mittels Diesel- oder Elektromotor

Eimerinhalt 0,075 m³, 30 Schüttungen in 1 min, theorel. Stundenleistung 135 m³/h, Bagbertiefe bis 40° Leiterneigung 6 m, Abtraghöhe bei 45° Leiterneigung 6 m, Fahrgeschwindigkeit 4 m/min, Leistung des Antriebmotors 65 PS, Länge des Förderbandes 15 m

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| <i>a</i> Unterwagen | <i>d</i> Gerüstaufbau |
| <i>b</i> Einlauftrinne | <i>e</i> Ballastkasten |
| <i>c</i> Drehpunkt der Eimerleiter | <i>f</i> Schutzhaus |
| | <i>g</i> Antriebmotor |

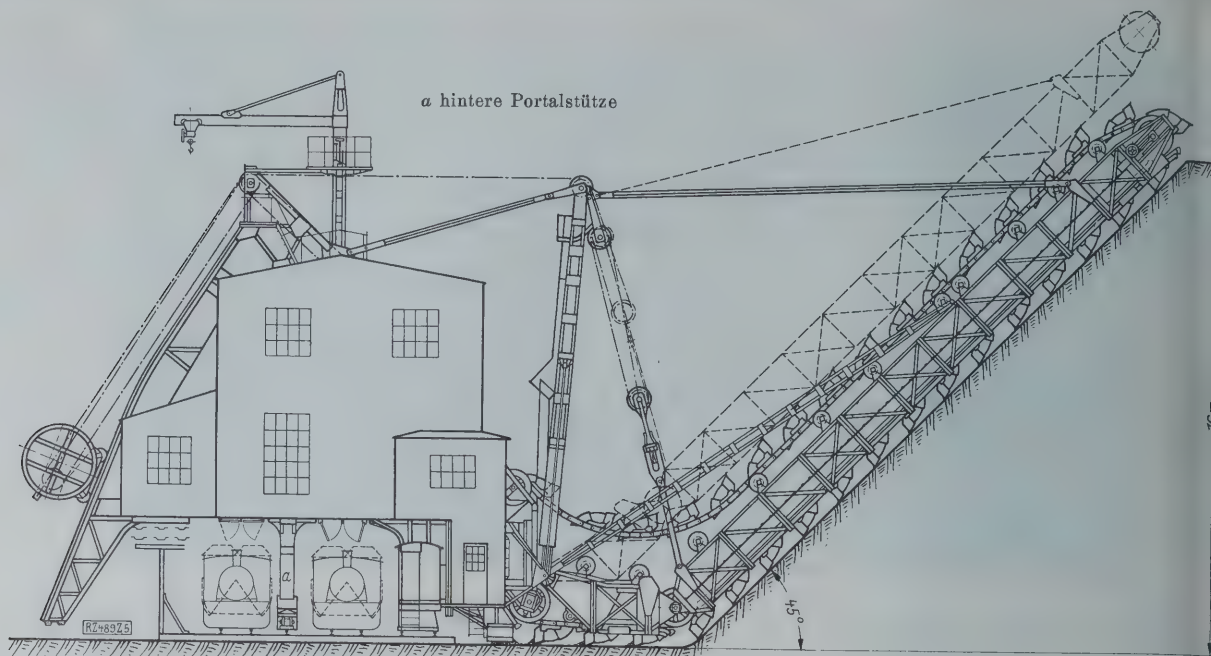


Abb. 5
Doppeltorbagger mit Drehgestellen für elektrischen Antrieb

Eimerinhalt 0,3 bis 0,5 m³, 25 Schüttungen in 1 min, theort. Stundenleistung 450 bis 750 m³/h, Baggertiefe bei 45° Leiterneigung und wagerecht gestelltem Ebnungsstück 21 oder 19 m, Abtraghöhe bei 45° Leiterneigung 18 oder 16 m. Fahrgeschwindigkeit 6 oder 7 m/min, Leistung des Hauptantriebmotors 220, 275 oder 325 PS, zwei vordere vierachsige Drehgestelle mit je zwei angetriebenen Achsen, ein hinteres Drehgestell mit vier Laufachsen. Leistung beider Fallmotoren je 30 PS, Leistung des Verdichtermotors zur Erzeugung der Druckluft für die Lamellenkupplung des Getriebes 12 PS.

Die hintere Portalstütze *a* ist drehgestellartig gebaut. Sie kann infolge ihrer Lagerung auf einer Kugelfläche Spurerweiterungen zwischen Vorder- und Hinterschienen, wie sie sich beim Fahren durch Krümmungen oder bei ungenauer Verlegung des Gleises ergeben, in gewissen Grenzen nachgeben. Infolge dieser Anordnung verteilt sich das Gesamtgewicht des Baggers theoretisch genau auf drei Stützpunkte. Der obere Teil des Gerüsts trägt das Turasgetriebe und die Leiterwinde, nach hinten ist der Träger für das fahrbare Gegengewicht angebaut.

Jedes Drehgestell wird durch einen besonderen Fahrmotor angetrieben, der unmittelbar auf dem Drehgestell angeordnet ist. Die Kraft wird unter Vermeidung von Gallschen Ketten über Stirnräder übertragen. In das Getriebe jedes Drehgestells ist eine Bremse eingebaut. Sie bezweckt ein schnelles Stehen des Baggers und verhindert das Weiterfahren bei ausgeschalteten Fahrmotoren. Der

Oberturas wird mittels Seiltriebes und Stirnradvorge von einem auf der Plattform aufgestellten und äußerst sicher gelagerten Motor angetrieben.

In das Getriebe ist eine mittels Druckluft betriebene Lamellenkupplung eingeschaltet, die entsprechend wie bei einem Bagger nach Abb. 1 bis 4 Sicherheit gegen Brüche der Getriebeile gewährleistet. Der Druck auf die Kupplung für den jeweiligen Grabwiderstand wird durch ein regelbares Druckventil eingestellt, das in die Druckluftleitung eingeschaltet ist. Für den Notfall kann die Kupplung auch mittels Druckwassers aus einer Handpumpe betätigt werden.

Der Eintorbagger mit Drehgestellen, Abb. 7, hat elektrischen Antrieb und ist für 375 oder 450 m³ theoretische Stundenleistung bei 250 oder 300 l Eimerinhalt gebaut.

Kennzeichnend für diesen Bagger ist das bewegliche Gegengewicht. Es steht mit der Eimerleiter in Verbindung und wird beim Heben und Senken der Eimerleiter

einer kurvenförmig ausgelegten Fahrbahn derart verfahren, daß sich hierbei die Schwere des Baggers nur unwesentlich verschiebt. Das Fahrwerk ist ebenfalls unter Vermeidung von Gallschen Ketten mittels Räderübersetzung auf mehrere Achsen der vorderen Drehgestelle angetrieben. Eingeschaltete Lamellenwellen von den Vorgelegewellen am Gerüst nach denen der Drehgestelle gestatten ausreichende Bewegungen der Drehgestelle auf allen drei Ebenen, ohne daß Zwängen in Getriebeile eintreten kann. Die wahren Wellen sind durch ein Ausgleichsgetriebe miteinander verbunden, das eine gleichmäßige Verteilung der Kräfte auf beide Drehgestelle bewirkt. Das gebaggerte Material wird in einen über der Fahrbahn angeordneten Trichter geschüttet.

Zum Verteilen des Baggers in die Förderwagen dient gewöhnlich eine Wendeklampe, die durch einen besonderen Druckluftzylinder betätigt wird. Die Druckluft erzeugende Kompressor für Motorantrieb wird eine Regelvorrichtung auf,



Abb. 6
Ansicht des Doppeltorbaggers, Abb. 5, von rechts

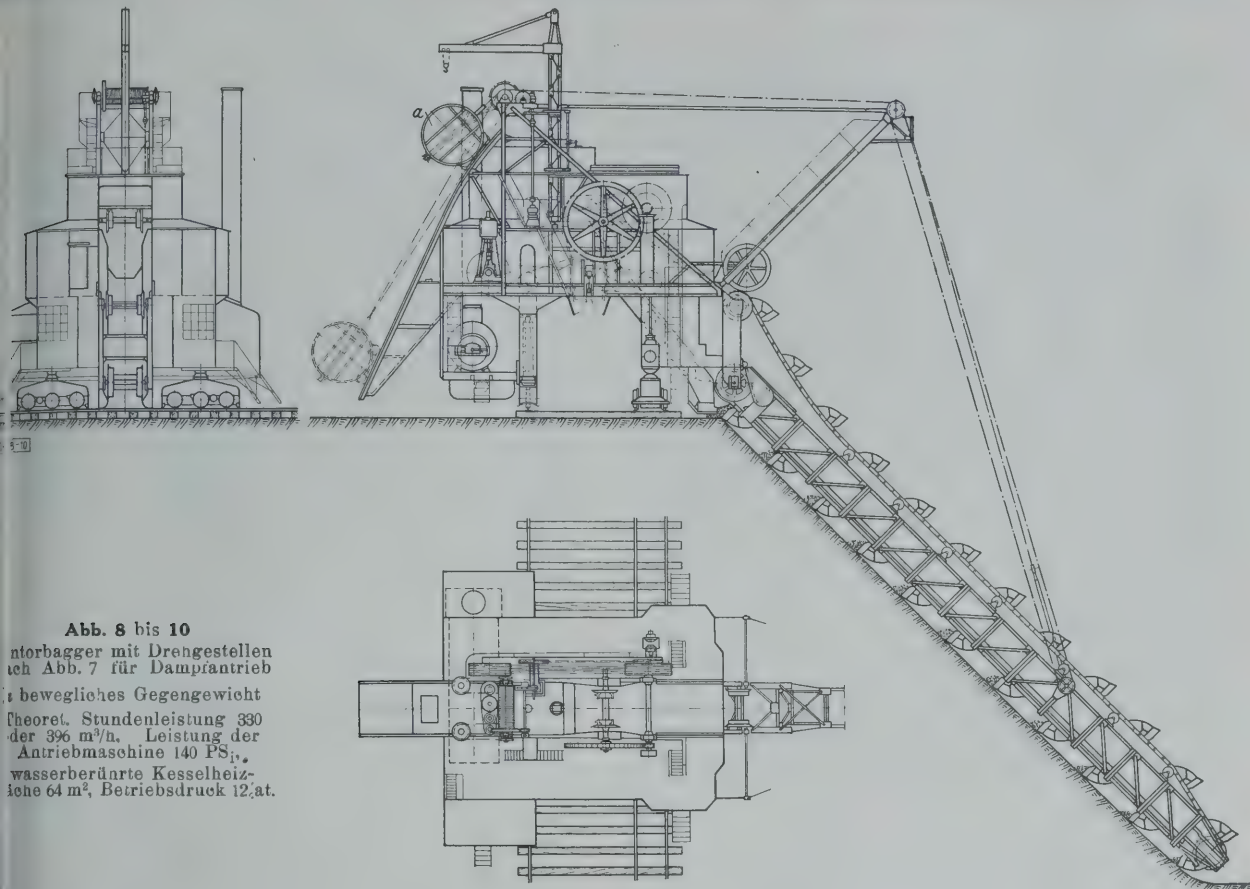


Abb. 8 bis 10

ntorbagger mit Dreingestellen
 Abb. 7 für Dampftrieb
 bewegliches Gegengewicht
 Theoret. Stundenleistung 330
 der 396 m³/h. Leistung der
 Antriebsmaschine 140 PS.
 wasserberührte Kesselheiz-
 leiche 64 m², Betriebsdruck 12,at.

Überschreiten der vorgesehenen Druckgrenze selbst-
 Kompressor auf Leerlauf einstellt und bei Minder-
 wieder einschaltet. Außerdem ist ein besonderer
 luftbehälter vorhanden.

Abb. 8 bis 10 zeigen den Bagger nach Abb. 7 für Dampf-
 . Zum Antrieb sämtlicher Getriebe dient eine
 de Verbund-Dampfmaschine von 290/440 mm Zylinder-
 und 320 mm Kolbenhub bei rd. 225 Uml./min. Die
 ung wird durch einen Achsenregler beeinflusst, se
 parsamster Dampfverbrauch gewährleistet ist. Der
 f wird in einem liegen-

Röhrenkessel erzeugt.
 der Kurbelwelle der
 maschine werden der
 b der Fahrvorrichtung,
 Antrieb der Eimerkette
 santrieb) und der An-
 der Leiterwinde abge-
 Es sind zwei Standorte
 n Baggerführer symme-
 zur Baggermitte vorge-
 so daß das Arbeitsfeld
 aggers bei jeder Fahrt
 ng vom Baggerführer
 hen werden kann.

Für den Antrieb des Fahrwerks dienen Riemen- und
 Räderübersetzungen, die unter Zwischenschaltung eines
 Wendegetriebes auf mehrere Laufachsen der vorderen Dreh-
 gestelle wirken. Die Seiltrommel wird mittels Hanfseiles
 unter Zwischenschaltung eines Wendegetriebes, Schnecken-
 und Stirnrädervorgeleges angetrieben. In das Getriebe ist
 eine Bremse eingebaut, die im Zusammenhang mit der
 Steuerung des Wendegetriebes betätigt wird, und zwar so,
 daß sie im ausgerückten Zustand eine selbsttätige Bewegung
 der Leiter verhindert. [M 489]

Abb. 7
 Eintorbagger
 für elektrischen Betrieb

rinhalt 0,25 oder 0,3 m³
 Schüttungen in 1 min.
 et Stundenleistung 375 oder
 m³/h. Baggertiefe bei 45°
 rneigung 15 oder 12 m.
 ighöhe bei 45° Leiter-
 ung 13 oder 10 m. Fahr-
 schwindigkeit 4,8 m/min.
 ung des Hauptantriebmotors
 S. des Fahrmotors 25 PS.
 Verdichtermotors für die
 igung der Verteilerklappe
 10 PS.



R U N D S C H A U

Eisenbau

Tagung des Deutschen Eisenbau-Verbandes

Die diesjährige Hauptversammlung des Deutschen Eisenbau-Verbandes fand am 21. und 22. Oktober unter dem Vorsitz des Direktors Dr.-Ing. E. h. Eggers, Hamburg, in Danzig statt und begann mit der Ernennung des um den deutschen Eisenbau hochverdienten Geheimrat Prof. Dr.-Ing. E. h. Krohn in Danzig zum Ehrenmitglied. Geheimrat Krohn, der in diesen Tagen seinen 75. Geburtstag feiert, überbrachte auch die Grüße des Vereines deutscher Ingenieure als dessen Vertreter und als Mitbegründer des Deutschen Eisenbau-Verbandes und bezeichnete mit Recht den D. E.-V. als einen der großen Sonderverbände, die in der Richtung des V. d. I. zum Wohle der deutschen Technik emporgewachsen seien. In geschäftlicher Beziehung wies Dr. Oelert darauf hin, daß, obgleich eine Belebung des Eisenbaues eingesetzt habe, die Hoffnungen auf wirtschaftliche Erfolge noch weit von der Erfüllung entfernt seien.

Reichsbahnoberrat Dr. Schächterle, Stuttgart, sprach über

die Gestaltung der eisernen Brücken

und betonte, daß die künstlerische aus der zweckvollen Gestaltung durch die eigene Kraft der Entwurfsverfasser hervorgehen muß. In der Leichtigkeit und der Eleganz der Erscheinung liegt der ästhetische Wert und dessen künstlerische Steigerungsmöglichkeit bei eisernen Brücken gegenüber den steinernen. Die Entwicklung in dieser Richtung wurde in mehreren bekannten Beispielen des Brückenbaues aus diesem Jahrhundert im Gegensatz zu älteren Werken vorgeführt.

Lebhaft beachtet wurde der Vortrag von Prof. Dr. Karner, Zürich, über

Nebenspannungen, Durchbiegungen und Konstruktionsgewichte von Rautenträgern im Vergleich zu weitgespannten Dreieckfachwerken.

Als Folge der Vergrößerung der Verkehrslasten und Stützweiten in Wechselwirkung mit der Einführung hochwertiger Baustoffe, sind für sehr große Spannweiten einfache Balken mit zweifachem System ausgeführt worden, Rautenträger und Kreuzfachwerk, beide ohne senkrechte Pfosten. Bei einer zweigleisigen Eisenbahnbrücke von 100 m Stützweite ist das zweifache Fachwerk 4 bis 5 vH schwerer als das einfache; die Konstruktionshauptzahlen sind praktisch für alle Systeme gleich. Die Einfluß- und Biegelinien der Rautenträger zeigen jedoch einen zackigen Verlauf bei Annahme gelenkiger Knoten, bei steifen Knotenpunkten in erheblich milderer Form. Auch die Nebenspannungen sind bei zweifachem System größer, aber im zulässigen Maße.

Die Belastungsversuche an der neuen Rheinbrücke in Wesel, deren Hauptträger Rautenfachwerk enthält, ergaben wellenförmige Biegelinien bei Punktbelastungen, die im Ober- und im Untergurt entgegengesetzt sind und geringere Ausdehnung als bei den errechneten Zacken bei gelenkigen Knoten aufweisen. Bei normalen Gruppenbelastungen (gleichzeitige Belastung beider Systeme) entsprechen die Durchbiegungswerte denen bei Dreieckfachwerken.

In der Aussprache bestätigte Dr. Schächterle die Beobachtung der geringeren praktischen Durchbiegung bei alten Gitter- und Netzwerckbrücken und betonte, daß man doch nicht bloß nach rein statischen Gesichtspunkten entscheiden, sondern sich auch vom konstruktiven Gefühl leiten lassen müsse, das bei den älteren Brücken mehr verkörpert sei.

Demgegenüber betonte Geheimrat Prof. Dr. Hertwig, Berlin, daß man von einer Nichtübereinstimmung der Theorie und Praxis nur dann reden könne, wenn die wirklichen Voraussetzungen streng in die etwas verwickelte Rechnung eingeführt würden und besonders die Berechnung der Nebenspannungen allein nach dem Mohrschen Verfahren durchgeführt sei.

Baurat Dr. Bohny, Sterkrade, wies darauf hin, daß lange Druckstäbe, die nicht mehr in das Gebiet des plastischen Knickes fallen, gleich bemessen werden müßten, gleichgültig, ob sie in St 37, St 48 oder Siliziumstahl konstruiert sind. Bei Trägern mit sehr langen Knickstäben sind daher die Konstruktionskoeffizienten nicht mehr gleich und die Systeme mit hochwertigen Baustäben etwas ungünstiger.

Bei der weiteren Aussprache ergab sich, daß die Weseler Brücke von den Besuchern vom ästhetischen Standpunkt aus günstig beurteilt wurde. Über die Wirtschaftlichkeit dieser Bauart konnte man keine völlige Aufklärung erreichen, ob-

gleich Bohny, als der Ausführende des Weseler Brückenbaues, behauptete, daß der Einheitspreis der Rautenträger nicht höher sei als der für Fachwerkträger.

Über die Kosten der Unterhaltung erscheint man neuer Erfahrung bei Eisenbahnbrücken die Erkenntnis unfruchtbar. Es ist nicht von der Hand zu weisen, auch Prof. Müllenhof, Aachen, hervorhob, daß die Unterhaltungskosten bei der vollwandigen Brücke am geringsten seien und bei den engmaschigen Fachwerkbrücken am höchsten. Hier muß die Beobachtung derartiger Brücken lehren; namentlich möchte ich auch bei den Beobachtungen der Nietverbindungen an den Quertafeln anschlüssen bei diesen pfostenlosen Systemen empfehlen.

Reichsbahnoberrat Fuchs, Berlin, trug über

Schweißen im Eisenbau

vor: Die Schweißung in der Kehlnaht bei nicht in einer Ebene liegenden Blechen wird trotz der Biegespannung als vollständig betriebssicher hingestellt, empfiehlt es sich, die Nähte so anzusetzen, daß die Verformung nur geringe Biegung erfährt. Der Gütewert der Schweißnaht liegt bei 80 vH des ungeschweißten Werkes. Vorzugsweise wird die Güte der Schweißarbeit durch Versuche geprüft. Röntgenversuche sind zu teuer. Dynamische Zwecke müssen Vorversuche an wichtigen Verbindungen mit dauerndem Lastwechsel angestellt werden. Gewichtsparnisse sind beim Bau eines fünfstöckigen Hauses erzielt, jedoch keine Kostenersparnis. Nur bei Fachkonstruktionen und kleine Brücken können versuchsweise in Auftrag gegeben werden. Der einzige Weg, daß Konstrukteur und Benutzer mit Vertrauen zur Schweißtechnik erfüllt werden.

Die Schwierigkeiten und Bedenken kennzeichnete in der Aussprache Prof. Dr. Gehler, Dresden, in bezug auf die Dehnung, die Wärmeentwicklung und insbesondere die Verformung der durch Schweißen anzuschließenden Stäbe. Man kann eine Schweißkonstruktion nicht wie eine gegossene nachgeprüft werden. Jedenfalls riet Gehler, nicht gleichem Optimismus an die Schweißverbindungen bei den heranzugehen, wie es vor 25 Jahren mit dem Beton geschehen sei. Sache des Ausschusses werde es sein, durch Versuche, auch solche mit Erschütterungen, die Klärung herbeizuführen. In der ferneren Aussprache wurde auf die Rostgefahr und die Schwierigkeiten des Schweißens beim Zusammenbau, sowohl im Hoch- wie im Niederbau hingewiesen. Es empfiehlt sich also dringend, hier Schritt für Schritt vorzugehen.

Über

Versuche mit großen Glasplatten auf eisernen Sprossen berichtete Prof. Graf, Stuttgart²⁾. Er gab hierbei seinen schluß über die Widerstandsfähigkeit von Drahtglas und Glas und empfahl, daß man als zulässige Biegespannung von Glas zur Zeit 70 kg/cm² annehmen könne. Diese Frage scheint aber noch nicht reif für die statische Berechnung zu sein.

Brückenbauarbeiten im Hamburger Hafen

fürte Oberbaurat Baritsch, Hamburg, vor, wobei er von dem Ein- und Ausschiffen von Brücken und Prähmen und mittels Schwimmkrane lehrreichen Gebrauch machte. Z. B. mußte beim Neubau zweier eingleisigen Eisenbahnbrücken im Ellerholzkanal eine schräge Eisenbahnbrücke auf die andere Seite der bestehenden Straßenbrücke auf die Weise verlegt werden, daß die Straßenbrücke auf Land gezogen, die Eisenbahnbrücke an ihr vorbeigezogen und um 180° gedreht wurde. Die Arbeiten für die Aufstellung einer Fußgängerbrücke von 93 m Spannweite, ein schönes Bauwerk mit Sichelbogen und Zugband im Binnenhafen, bestanden darin, daß der Bogen mit zwei Gerüstböcke mit Pendelstützen in drei Teilen auf einen Schwimmkran von 75 t Tragfähigkeit eingesetzt wurde.

Einen deutschen Brückenfilm führte Prof. Schönhöfer, Braunschweig, vor, der die Aufstellung der Brücke bei Novisad zum Gegenstand hatte.

Dipl.-Ing. Rein, Berlin, sprach in der vorausgesetzten geschäftlichen Tagung über die

Tätigkeit der amerikanischen Eisenbauanstalten

die, 300 an der Zahl, in den letzten Jahren nicht der Nachfrage genügen konnten. Die riesigen Wolkenkratzer werden ausschließlich in Eisen ausgeführt, von denen je einzelne Bau viele tausend Tonnen erfordert. Ebenso wichtig sind die für den Brückenbau erforderlichen Massen.

¹⁾ Vergl. K. Schaechterle, Die Gestaltung der Brücken, Z. Bd. 71 (1927) S. 1213.

²⁾ Eine Abhandlung hierüber erscheint demnächst in der Zeitschrift.

n bereits bei einer Spannweite von über 1000 m an-
ist³⁾). Man erkennt daraus, daß man in Amerika
im Anfang einer gewaltigen Entwicklung des Eisen-
steht. Man sucht dort auch die wirtschaftliche Lage
erke zu heben, den technischen Fortschritt zu fördern,
wissenschaftliche Forschungsarbeit zu unterstützen und die
Schriften zu verbessern. Besonders wirksam ist die
igige Werbung, die die Öffentlichkeit über die erreich-
vorzüge der Eisenkonstruktion aufklärt. Man strebt
nach dem Zusammenwirken auf allgemeinem Arbeits-
mit dem Deutschen Eisenbau-Verband.

rwähnt sei zum Schluß noch die Ansprache des der-
en Rektors der Danziger Hochschule, Prof. Schulze-
ot, und sein Aufruf, der auch hier Widerhall finden
den jungen deutschen Nachwuchs an die
ziger Hochschule zu schicken, damit da-
das Deutschtum gestützt und geschützt und die Stu-
den wiederum an dieser gefährdeten Stelle ihr geist-
tickfeld erweitern und die Fähigkeit erwerben, später
genieure Führer zu sein auf dem Wege zur Einigkeit,
sich in dem engen Gestrüpp politischer Zersplitterung
fangen. [N 1014]

lin Dr.-Ing. E. h. Karl Bernhard

s. Z. Bd. 71 (1927) S. 1773.

Straßenbau

Die neue Straße

ine gemeinsame Tagung der Vereinigung der tech-
n Oberbeamten deutscher Städte und des Deutschen
ns für öffentliche Gesundheitspflege hat in Saarbrücken
September 1927 stattgefunden. Über die sich auf die
tliche Gestaltung der Straßen beziehenden Verhand-
n sei hier kurz berichtet.

tautbaurat Dr.-Ing. Althoff, Breslau, wies in seinem
ig „Verkehr und Straße“ nach, daß die neuzeitliche
nschaft und Technik auch die Gestaltung der Straße
luft hat und dies in Zukunft noch mehr tun dürfte.
ahrhunderte lang unverändert gebliebene Straße des
alters mußte sich im 19. Jahrhundert den Anforderun-
er starken Großstadtbildung anpassen, eine dritte neue
eklung steht jetzt bevor, veranlaßt durch das Um-
des Verkehrs auf den Kraftwagen, wodurch die
weit stärker belastet wird. Einerseits muß das ver-
Deutschland wirtschaftliche Erwägungen mehr als bis-
oranstellen, andererseits fordert die neue Bauweise der
mit ihrem Streben nach Licht und Luft Auflockerung
am häufig über die verkehrstechnische Notwendigkeit
sgehende Straßenbreiten.

ie Teilung der Großstädte in ausgesprochene Wohn-,
äfts- und Industrieviertel, der Ausbau der Fernheizung,
nahme von Wohnungen mit eingebauten Möbeln geben
Richtpunkte für die Anlage der Straße. Neue Bau-
ns und Verfahren bieten ganz neue Grundlagen für den
ebau. Infolge des Strebens nach künstlerischer Ein-
werden sich im Aufriß der Straße bessere Formen durch-
e, auch das Neuaufleben der Farbe dürfte von erheb-
Einfluß sein.

ie Folgen der neuen Entwicklung, soweit sie sich be-
überblicken läßt, werden einmal übersichtliche, schlanke
rslinien zugunsten des schnelleren und dichteren
hrs sein. Ferner wird man in dicht bebauten Vierteln
hrsadern verschiedener Art schaffen müssen, indem
belastungsgrenze durch Zusammenfassung der Fahr-
mit gleicher Schnelligkeit gesteigert wird. Schließ-
wird besonders sorgfältige Ausbildung der Straßen-
ngen als der größten Gefahrenpunkte notwendig sein.
ei der Wohnstraße wird der Fahrdamm häufig ent-
sch sein. Das Grün der Straße wird mehr berücksich-
nd mit Breite, Befestigung und Häuserreihe zu einem
nischen Ganzen verschmolzen werden müssen, wobei
tliche Durchführung der Farbe nicht zu vergessen ist.
en Versuchen zur Neugestaltung der Straße können
Rückschlüsse nicht ausbleiben. Es wäre daher dringend
nscht, daß die Städte durch regen Austausch ihrer Er-
ngen unnötige, heute besonders schwer tragbare wirt-
liche Verluste nach Möglichkeit vermeiden.

anschließend behandelte Magistratsoberrat Lös-
n, Berlin, die Ausgestaltung der städtischen Straßen
Plätze, die infolge der zunehmenden Verkehrsdichte
Rücksicht auf die Bedürfnisse der Zukunft erfolgen.
Da aus finanziellen Gründen zunächst nur der meist
eilige Ausbau der Hauptverkehrsstraßen und -plätze
sch sein dürfte, muß man zielbewußt auf Massenverkehr
beiten, um unrettbare Verstopfung der Straßen durch
nenkraftwagen vorzubeugen.

Im Entwurf ist, auch bei zunächst nur teilweisem Aus-
bau, die volle Zukunftsbreite vorzusehen. Zur Erhöhung der
Ordnung, Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs ist jeder
Art wie auch jeder Richtung möglichst ein besonderer Strei-
fen der Fahrbahn zuzuweisen, bei genügender Breite in der
Mitte die Straßenbahn auf besonderem Bahnkörper, rechts
und links je ein breiter Damm für Schnellverkehr, dann ein
Radfahrweg mit Wandelweg, Reitweg oder schmaler Längs-
insel, ein schmalerer Damm für den Anliegerverkehr und der
Bürgersteig. Da die Breite der Fahrdämme sich nach der
Fahrzeugbreite zuzüglich dem für die Sicherheit nötigen
Zwischenraum, der „Verkehrspur“, richtet, ist das Bestre-
ben der Kraftwagenindustrie, die Breite der Wagenkästen
über das heute allgemein übliche Höchstmaß von 2,20 m aus-
zudehnen, unbedingt abzulehnen.

An der Hand einer großen Zahl von Lichtbildern in- und
ausländischer Verkehrsplätze in früherem und neuem Zu-
stande erörterte der Redner die zweckmäßigste Einteilung,
die die öffentliche Ordnung, Sicherheit und Leichtigkeit des
Verkehrs möglichst ohne polizeiliche Maßnahmen gestattet
und die Fahrdämme auch für Fremde klar, übersichtlich
und eindeutig gestaltet. Grundsätzlich soll, wie bei der
Eisenbahn, nur Rechtsverkehr möglich sein, durch Einbau
von Inseln sind Verkehrsschläuche zu schaffen, die selbst-
tätig jedes Fahrzeug in die vorgeschriebene Bahn zwingen;
der große Kreisverkehr ist für Fuhrwerke und Straßenbahn
als beste Lösung anzustreben.

Bei ungenügender Platzgröße richtet man zweckmäßig
für die Straßenbahn Kreuzungsverkehr unter Vermeidung
von Linksabzweigungen ein, für die Fuhrwerke dagegen
Umfahren einer größeren Mittelinsel. Bei sternförmigen
Plätzen ist für unwichtige Straßen Einbahnverkehr vorzu-
schreiben, für zwei gleichlaufende Einbahnstraßen Rechts-
verkehr. Um durch Übersichtigkeit die Gefahren zu ver-
ringern, sind ohne ästhetische Rücksichtnahme Aufbauten
aller Art, auch Denkmäler, und möglichst auch Bäume zu
vermeiden; Fußgänger sollen den Platz nur rechtwinklig
zur Straßenachse überschreiten.

Oberbaudirektor Leo, Hamburg, betonte in seinem
Vortrag „Der unterirdische Städtebau“, daß mit Hilfe der
Gasfernversorgung aus den Kohlengebieten eine Steigerung
des Gasverbrauchs je Kopf auf 55 m³ gegen 178 m³ in Eng-
land zu erzielen sei, wenn sich der Preis erheblich herab-
setzen ließe. Für die Leitungen werden bei dem hohen
Anfangsdruck von etwa 30 at nahtlos geschweißte Stahl-
rohre mit Umkleidung gegen Rostgefahr und mit Schweiß-
verbindungen verwendet; die Erhöhung des Leitungs-
druckes gestattet Herabsetzung der Querschnitte. Wegen
der Frostgefahr müssen Wasserleitungen in etwa der dop-
pelten Tiefe wie Gasrohre verlegt werden, 1,5 m. Bei der
Versorgung mit elektrischem Strom ist steigende Erzeugung
in Großkraftwerken und Verteilung durch Fernleitungen
zu erwarten. Die bisherigen kleinen Werke können als
Wärmespeicher in Verbindung mit Fernheizungen ausge-
nutzt werden, deren Entwicklung aus gesundheitlichen Grün-
den wünschenswert ist, obwohl sie großen unterirdischen
Raum beanspruchen.

Nach kurzer Erörterung über den Bedarf der Reichs-
post zur Verlegung von Kabeln und Anlage von Kabelbrun-
nen und der besonders hohen Anforderungen der Unter-
grundbahn werden die nachstehenden Folgerungen hervor-
gehoben: 1. Bei den oberirdischen städtebaulichen Planun-
gen sind die Anlagen unter der Erde wegen ihres engen
Zusammenhanges mit zu berücksichtigen. 2. Im Entwurf
des Preussischen Städtebaugesetzes ist mit Rücksicht auf das
zunehmende, zum Teil neuartige Bedürfnis von Stadt und
Land nach Versorgung mit Energien und Stoffen eine Siche-
rung von Versorgungsflächen vorzusehen. 3. Verteilungs-
leitungen sind einheitlich möglichst unter dem Fußweg und Über-
tragungsleitungen nur unter dem Fahrdamm unterzubrin-
gen. 4. Besondere Gänge für unterirdische Leitungen wer-
den sich bei ungünstiger Zusammendrängung großer Werke
und damit auch der großen Leitungen auf engen Raum als
notwendig erweisen. Jedenfalls ist ihre Durchführung tech-
nisch und wirtschaftlich ernstlich zu prüfen, falls die Kanäle
der Fernheizungen die Belastung verkehrsreicher Straßen
noch mehr erhöhen, gleichzeitig Untergrundbahnen durch-
zuführen sind und die Versorgung der Städte mit unter-
irdischen Anlagen sich überhaupt noch weiter erheblich
steigern sollte. 5. Durch gemeinsame Verlegung von Lei-
tungen in die gleiche Baugrube sind wiederholtes Aufgra-
ben und die dadurch bedingten Verkehrsstörungen kaum
zu verringern, doch muß dabei ein planmäßiges, zeitliches
und örtliches Ineinandergreifen unter einer technisch maß-
gebenden, die Straße beherrschenden Stelle gefordert werden.
Eine solche würde in jedem Falle die Genehmigung zum
Aufgraben zu erteilen und dabei alle beteiligten Verwaltun-
gen stets zu benachrichtigen haben. [N 876]

Berlin

Dr. H. W. Wolffram



Abb. 1

Schlafwagen der Stahlbauart 1. Klasse für die Internationale Schlafwagengesellschaft

Länge über die Puffer ... 23 452 mm
Größte Breite 2 854 "Höhe über S.-O. 4 000 mm
Drehzapfenabstand ... 16 000 "Drehgestellradstand 2 500 mm
Dienstgewicht 57 t

Eisenbahntwesen

Schlafwagen aus Stahl der Internationalen Schlafwagengesellschaft

Die von der Waggonfabrik Gebrüder Crédé & Co., Niederzwehren bei Kassel, gebauten neuen eisernen Schlafwagen 1. Klasse für die Internationale Schlafwagengesellschaft, Abb. 1, die von der deutschen Bauart abweichen, haben acht einbettige und vier zweibettige Abteile. Zwischen je zwei zweibettigen Abteilen befindet sich ein Waschraum, und an jedem Kopfe der Wagen liegt ein Abort mit Wasserspülung, Abb. 2. An einem Ende des Seitenganges ist ein von der zugehörigen Plattform aus zugänglicher Raum mit dem Kessel für die Warmwasserheizung vorhanden.

Zwei etwa 15 500 mm lange, kräftige, fischbauchartig durchgebildete, mittlere Langträger bilden gewissermaßen das Rückgrat des Wagens, Abb. 3 bis 5. Diese Längsträger schließen an 2050 kg schwere, aus einem Stück bestehende Stahlguß-Endstücke an. Diese Endstücke bilden vom Schemelträger bis zum Kopfträger einschließlich das Untergestell. Der für diese Endstücke und Drehgestellrahmen verwendete Stahlguß hat eine Festigkeit von rd. 60 kg/mm². Die Untergestell-Endstücke und zwei gepreßte Doppelquerträger, die durch den Fischbauchträger hindurchgehen, teilen diesen in drei gleiche Felder von rd. 5350 mm Länge ein und verbinden ihn mit den Unterzügen der Seitenwände. In jedem Feld sind verschiedene Konsolen und ein geteilter Querträger so angeordnet, daß durchschnittlich auf je 1 m eine Verbindung der Seitenwände mit dem mittleren Langträger vorhanden ist. An den Konsolen und Querträgern sind die verschiedenen Bremszylinder, Luftbehälter sowie die Batterie- und Ersatzteilkasten befestigt. Der freie Raum zwischen dem Deckblech des Fischbauchträgers und den Seitenwandunterzügen ist mit 1,5 mm dickem Wellblech ausgefüllt und bildet in Gemeinschaft mit dem Deckblech des Fischbauchträgers den Fußboden. Das Wellblech ist mit den Trägern so vernietet, daß es das Untergestell gegen seitliches Ausknicken und diagonale Verschiebung sichert. Abb. 6 zeigt den Schnitt durch den Fußboden im Abteil.

Das Gerippe der Seitenwände besteht aus dem Unter- und Oberzug, der Brüstung und den Fenstersäulen. Die Unterzüge bestehen aus L-Eisen 127 × 76 und Winkeleisen 120 × 80. An die Winkeleisen sind die Fenstersäulen angelietet, die aus 3 mm dickem Stahlblech mit C- und I-förmigem Querschnitt gepreßt wurden. Die Säulen schneiden mit dem Oberzug ab, der aus einem 3 mm dicken Stahlblech und einem L-Eisen hergestellt ist. Die äußere Wandbekleidung besteht aus 3 mm dickem Stahlblech.

Das Tonnendach wird durch Spriegel und Langstreben aus Winkeleisen (30 × 30 × 3) sowie 1,5 mm dickem Stahlblech herge-

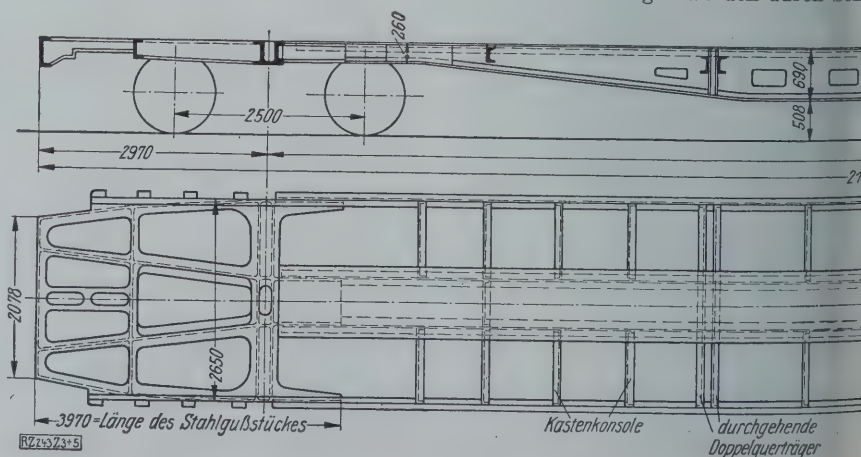
stellt. Den seitlichen Abschluß des Daches bilden Regenleiste; das äußere Dach wurde mit Subox-Bleiar versehen.

Zur Erlangung einer größeren Steifigkeit des Kastens erhalten sämtliche Querwände eine zwischen Rahmenwerken der Holzverkleidung der Abteile und der Innendecke des Seitenganges liegende Blechwand mit Winkeleisen umsäumt ist, und die die Fußbodenbleche, den Fischbauchträger, die Seitenwand der Abteile und die oben erwähnten Dachspriegel miteinander bindet, Abb. 7. Alle Teile, das Untergestell, die Seitenkasten- und Stirnwände und das Dach sind austauschbar.

Die Innenausstattung ist besonders geschmackvoll bequem ausgebildet. Neu ist dabei der Grundriß der zweibettigen Abteile, der durch die Verlängerung des Wagens um 3552 mm auf 23 452 mm gegenüber der hölzernen Bauart ermöglicht wurde.

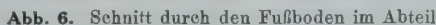
Das Herablassen der Abteillenster geschieht durch einen Bewegungsmechanismus, Bauart Hera, in der Weise, daß ein etwa 300 mm langer Hebel, der einen Bogen von 90° beschreiben kann und in der Mitte unter der Fensterbrüstung untergebracht ist, jedes Fenster leicht betätigen kann. Dieses Hebelsystem liegt in der Fenstertasche und ist in allen Stellungen feststellbar. Die günstige Hebelwirkung und der geringe Kraftbedarf zur Betätigung erleichtert es jedem Reisenden, während des Sitzens die Fenster zu öffnen oder zu schließen. Wird das Fenster in irgendeiner Stellung etwa durch Aufstützen des Oberkörpers belastet, so bleibt es in dieser Höhe stehen. Der Bewegungsmechanismus ist also selbstsperrend. Ähnlich sind die beweglichen Fenster des Seitenganges ausgeführt mit Ausnahme, daß sie nicht selbstsperrend sind. Sie werden durch einen Griff, der am oberen Fensterrahmen-Querträger angegossen ist, bewegt. In der geschlossenen Stellung wird jedes Fenster durch einen Riegel festgehalten.

Alle Abteile und Nebenräume haben je einen, der Seitengang drei Luftsauger erhalten, die auf dem Dach des Wagens angeordnet sind. Die Sauger werden durch Schieber





- | | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|
| <i>a</i> großer Eisschrank | <i>f</i> Klapptisch | <i>l</i> Waschräume | <i>q</i> kleiner Kohlenkasten, darüber Eisschrank |
| <i>b</i> Abtreppetisch | <i>g</i> Schränke | <i>m</i> Bettverlängerer für <i>n</i> | <i>r</i> großer Kohlenkasten, darüber festes Fenster |
| <i>c</i> kleiner Eisschrank, darunter Handbremsspindel | <i>h</i> Klappsitze | <i>n</i> Schaffensitz | <i>s</i> Ofen der Warmwasserheizung |
| <i>d</i> kleiner Abort | <i>i</i> Waschräume | <i>o</i> Schalttafel | |
| <i>e</i> Kleiderschrank | <i>k</i> Waschtische, darunter Schränke für gebrauchte Wäsche | <i>p</i> großer Abort | |



Die Lichtspannung beträgt $24/37$ V, die Stromstärke 52 A.

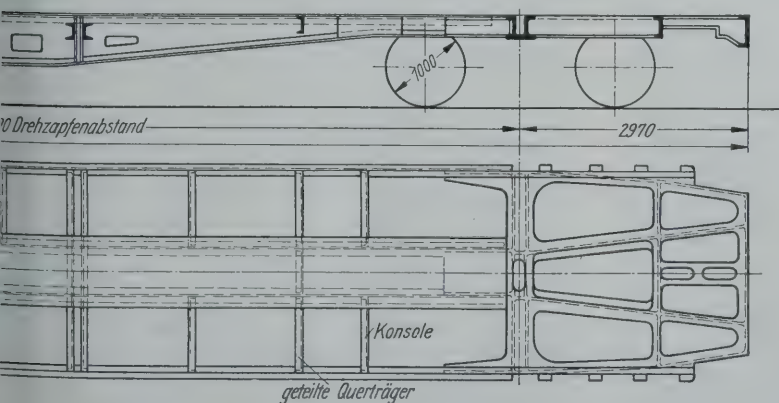
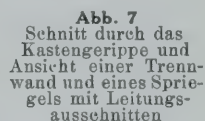


Abb. 3 bis 5
Untergestell des Schlafwagens
1. Klasse

Die Seitenwände und das Dach haben eine etwa 30 mm dicke Schicht aus dreifachem 8 mm dickem Filz und vierfachem 1,5 mm dickem Asbestpapier mit Leinenstoff zur Wärmeisolation erhalten.

Im Dach des Wagens sind drei Wasserbehälter mit insgesamt 1100 l Fassungsvermögen untergebracht. In einem dieser Behälter kann das Wasser erwärmt werden. Über der Decke des Seitenganges befindet sich das Leitungsnetz, das kaltes und warmes Wasser in alle Aborte und Waschbecken verteilt, und über diesem sind die Panzerkabel der elektrischen Beleuchtung angeordnet. Die Hähne zur Wasserentnahme und die Beschlagteile der Aborte sind aus Weißmetall von folgender Zusammensetzung: 60 Teile Cu, 20 Teile Sn, 18 Teile Ni und 2 Teile verschiedene Stoffe.

Da die Wagen in den meisten europäischen Ländern verkehren sollen, sind sie mit der selbsttätigen und nichtselbsttätigen Luftsauge-Umschalt Schnellbremse, Bauart 1902, mit der selbsttätigen und nicht selbsttätigen Westinghousebremse (Henry-Bremse) mit einer Handbremse und den erforderlichen Signalstützen ausgerüstet. Besonders für die Stirnwände, die die verschiedenen Verbindungsschläuche und Signalstützen tragen, war die genaue Beachtung des R. I. C. notwendig. Der Ausschlag der Drehgestelle ist nach allen Richtungen so groß, daß die Wagen auf Fahren gefahren werden können.

Die Übergangseinrichtung L'ocem²⁾ der französischen Bahnen ist sinn gemäß verwandt werden. Sie entspricht den Bedingungen der Anlage F₁ des R. I. C. Die Übergangsbrücken sind zweiteilig ausgeführt. Sie haben den Vorteil, daß sie sich in den Kurven besser einstellen und daß die geschlossenen Bälge sicher begangen werden können.

Die zweiachsigen Drehgestelle amerikanischer Bauart haben einen Rahmen, der aus einem Stahlgußstück von rd. 1160 kg Eigengewicht besteht, Abb. 8 und 9. Achshalter, Lager usw. sind mit angegossen. Die Stellen, die der Abnutzung unterliegen, haben auswechselbare Verschleißstücke erhalten. Auf jeder Längsseite sind zwei Schwenkhals-träger symmetrisch zum Drehgestell-Langträger angeordnet worden. Die Abfederung erfolgt beiderseits durch drei nebeneinander liegende Doppelelliptikfedern. Die Federn auf der Abteilseite haben eine höhere Sprengung erhalten, damit das Mehrgewicht dieser Seite ausgeglichen wird. Um zu verhindern, daß die Drehgestelle sich bei etwaigen Unglücksfällen quer zur Fahrtrichtung stellen, haben sie vier Begrenzungsketten erhalten, die an den Ecken der Gestelle und an den Seitenwandunterzügen befestigt sind.

[M 243]

Niederzwehren

Oberingenieur Karl Bethge

²⁾ Office central d'études de matériel de chemins de fer O. C. E. M. Réseaux A. et L., Etat, Midi, P. L. M. et P. O.

Wechselstrom-Triebwagen für Bayern

Für den Nahverkehr zwischen München und seinen Vororten sowie für Fernzugstrecken nach Ausflugsorten ist von der Gruppenverwaltung Bayern der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft eine Reihe neuer Wechselstrom-Triebwagen beschafft worden. Es wurden zunächst einige vorhandene Dampftriebwagen umgebaut und dann eine Reihe neuer Fahrzeuge in Ganzstahl-Bauart in Auftrag gegeben, von denen ein Teil als Trieb-, der andre als sogenannte Steuerwagen ausgebildet ist. Die Steuerwagen haben lediglich zwei vollständige Führerstände an den Wagenenden, aber keine Motoren, durchgehende Leitungen und elektrische Heizung und Beleuchtung. Zur Zusammenstellung voll-

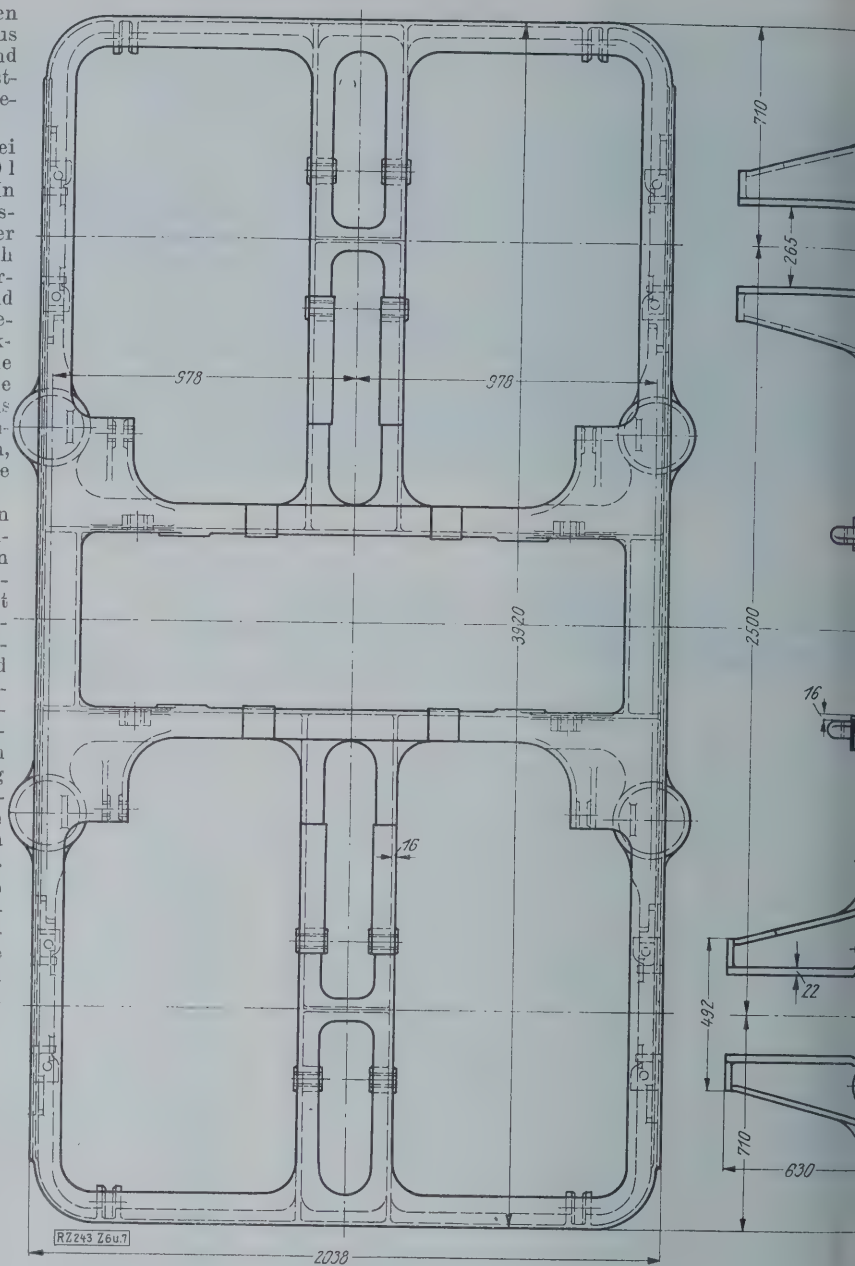


Abb. 8 und 9
Drehgestellrahmen aus Stahlguß

ständiger Zugeinheiten dienen außerdem 35 dreiachsige Personenzüge, die ebenfalls mit durchgehenden Leitungen und Kupplungen für die Vielfachsteuerung versehen sind.

Für die Durchbildung der elektrischen Ausrüstung als Ziel die größtmögliche Leistungsfähigkeit der Fahrzeuge gestellt worden. Von den beiden zweiachsigen Drehgestellen ist nur das eine als Triebdrehgestell mit zwei Tatzenmotoren (15 kV, 16 2/3 Per./s) ausgebildet, während das andere als Laufdrehgestell die Last des darüber angeordneten Transformators trägt. Die Wagen haben bei rd. 20 m L über die Puffer 78, die Steuerwagen 75 Sitzplätze. Das Gewicht der elektrischen Ausrüstung beträgt bei den Triebwagen 18,5 t, bei den Steuerwagen 1,5 t, das des mechanischen Teils 41,5 t bzw. 37,5 t, das Gesamtgewicht also 41,5 + 39 t. Die höchste Fahrgeschwindigkeit beträgt 76,5 km/h, die Anfahrzugkraft 6 t.

Das aus einzelnen Blechen zusammengeschweißte Dach mit den Tragsriegeln vernietete Tonnendach trägt wesentlich zur Festigkeit des stählernen Kastengerippes bei. Ein Dachteil über der Transformator-kammer kann leicht abgenommen werden. Er enthält den Lüftersatz, der gleichzeitig die Motoren und den Transformator kühlt. Die Leitungskanäle zu den Triebmotoren sind unter dem Dach entlang, über dem Motordrehgestell an der Wand unter und durch Faltenbälge zu den Motoren geführt. In einer besonderen Kammer untergebrachte Ölschale

ne nicht wie bei elektrischen Lokomotiven als druck-
Schalter für Einbau in das Wagendach ausgebildet,
rn der Gewichtsparnis halber wurde eine leichtere
rt verwendet, die freilich nur die Abschaltungen und
schlüsse auf der Seite der Niederspannung zu bewältigen
ag. Gegen Kurzschlüsse der Hochspannungsseite wird
neuartige Dachsicherung (Bauart Brown, Boveri & Cie)
zt, die zwecks sicherer Beherrschung des entstehenden
bogens im Gegensatz zu früheren Dachsicherungen den
rungslichtbogen unmittelbar nach dem Entstehen, d. h.
dem Durchschmelzen des zwischen den Hörnern befind-
a Sicherungstreifens, durch einen zwischen diesen lie-
en geerdeten Kupferbügel abfängt. Der dadurch ein-
tete unmittelbare Erdschluß bringt den Unterwerksaus-
ter mit Sicherheit zum Ansprechen, nachdem die Wa-
nrüstung und das Wageninnere bereits durch das
schmelzen des Sicherungstreifens geschützt worden sind.

Der Öltransformator, ein Spartransformator mit selbst-
em Ölumlauflauf, hat 500 kVA Dauerleistung, die sich im
er um 90 kVA für die elektrische Zugheizung erhöht.
beiden in einem Drahtgestell untergebrachten Tatz-
motoren sind mit Blattfedern aufgehängt. Sie sind
ständig geschlossen. Zur Steuerung der Motoren dienen
erbindung mit einem Spannungsteiler elektromagnet-
Einzelschützen. Zur gleichzeitigen Betätigung sämt-
r Stromabnehmer mehrerer miteinander gekuppelter
Wagen ist eine Druckluftleitung vorgesehen, bei der die
hin vorhandene Ausgleichleitung der Hauptluftbehälter
Bügelbetätigungsleitung verwendet wird.

Ein Teil der Wagen ist zur Zeit bereits seit über einem
in ununterbrochenem Betriebe, wobei sich keinerlei
ände größeren Umfangs ergeben haben. („Elektrische
en“ Bd. 3 (1927) S. 161) [N 692] Gü.

Werkstoffe

Versuchungen an Dampfturbinenölen¹⁾

An die Mineralöle zum Schmieren von Dampfturbinen
en zur Vermeidung von Störungen hohe Anforderungen
ellt werden. Abgesehen von den physikalischen Eigen-
ften, die die einwandfreie Schmierung gewährleisten,
n sie chemisch ziemlich indifferent sein, da die Oxyda-
die Schmiereigenschaften der Öle und ihr Verhalten
bezug auf Emulsion und Schaumbildung verändert.

Für die flüssige Reibung ist die Zähflüssigkeit die wich-
e Kennzahl eines Öles. Schon die Versuche von
iger²⁾ haben aber gezeigt, daß die Zähigkeit allein
Öl nicht einwandfrei kennzeichnet, da sie z. B. seine
ung, eine genügend dünne Schmierschicht zu bilden,
t erlaubt. Um die Ergiebigkeit eines Schmieröles und
Mindestaufwand an Schmiermitteln beurteilen zu
nen, muß man daher noch andre Kennzahlen einführen,
mit den Molekularkräften, z. B. der Adhäsion, zusammen-
gen. Als Maß für die Fähigkeit, während der halb-
sigen Reibung die Schmierschicht zu bilden, dient die
etzungskraft, die durch den sogenannten Randwinkel
essen wird. Dieser steht in einer bestimmten Be-
zung zur Oberflächenspannung.

Nach der Theorie von Langmuir ist die Oberflächens-
nung als ein Maß der potentiellen Energie des magne-
nen Streufeldes anzusehen, das sich von der Ober-
henatomschicht aus erstreckt. Die Oberflächenenergie
also keine Eigenschaft der Flüssigkeitsmoleküle, sondern
gt ab von dem am wenigsten wirksamen Teil der Mole-
e und der Art, wie diese sich in der Oberflächenschicht
rdnen. So bilden in den flüssigen Kohlenwasserstoffen
Paraffinreihe die Moleküle der CH_3 -Gruppe an den
en der Kohlenwasserstoffkette die Oberflächenschicht
hängig von der Länge dieser Kette. Vom Hexan bis
flüssigen Paraffin ist daher praktisch die gleiche Ober-
nenenergie vorhanden. Daraus geht hervor, daß sich
lenwasserstoffe ohne diese wirksamen Gruppen z. B.
einer Wasseroberfläche nicht ausbreiten können, was
a wiederholt durch Versuche nachgewiesen wurde.

Damit ein gleicher Randwinkel und damit eine gute
etzung entsteht, müssen also wirksame Moleküle vor-
nden sein. Darauf beruhen z. B. die Verfahren, Schmier-
mit freien Fettsäuren zu verwenden. Solche Öle ent-
en Karboxylgruppen. Ähnlich wirken aber auch ge-
e ungesättigte Verbindungen.

Im Laboratorium der Firma Brown, Boveri & Cie. A.-G.
den Versuche an reinen Mineralölen für Dampfturbinen
hgeführt, um die Veränderung der Schmiereigenschaften
Öle im Betriebe zu prüfen. Hierbei wurden die Öle

1000 h lang künstlich gealtert, d. h. bei erhöhter Tempe-
ratur (112°C) an der Luft erhitzt. Auch im Betriebe
findet eine Oxydation der Öle statt, und durch Vergleich
mit Ölen, die längere Zeit in Turbinen benutzt worden
waren, konnte gezeigt werden, daß die Ergebnisse der
Reaktion in beiden Fällen gleich waren.

Die Benetzungskraft hängt aber auch vom Lagermetall
ab. Die Versuche wurden daher auf alle für Lager in
Betracht kommenden Legierungen, Stahlguß und Gußeisen,
verschiedene Arten von Rotguß und Weißmetall ausgedehnt.
Dabei ergab sich einwandfrei, daß Stahlguß und Gußeisen
die schlechteste und Weißmetall die beste Benetzung liefern.
Die Lagermetalle mit möglichst verschiedenartigem Gefüge
sind also für die Bildung des Ölfilms am günstigsten.

Die Benetzungskraft wurde mit dem Gerät nach Dall-
witz-Wegener gemessen; dabei zeigte sich, daß alle Öle im
Anlieferzustand ungefähr die gleiche Benetzungskraft auf-
weisen. Bei der Oxydation entstehen dann Verbindungen
zum Teil saurer, zum Teil ungesättigter Art, die also im
Sinne der Oberflächenenergie wirksame Moleküle enthalten.
Die Benetzungskraft wird also durch das Altern des Öles
größer, das haben auch die Versuche mit künstlich ge-
alterten Ölen bestätigt. Aber nicht nur die Säuren, die
als wirksamen Bestandteil die Moleküle der Karboxylgruppe
enthalten, sondern auch neutrale ungesättigte Verbindun-
gen können die Benetzungskraft erhöhen. Das wurde an
Ölen nachgewiesen, aus denen man die sauren Ergebnisse
der Zersetzung entfernt hatte. Im übrigen besteht im Ver-
halten von Paraffin- und von Naphthenölen kein praktischer
Unterschied; allerdings widerstehen Naphthenöle oxyda-
tiven Einflüssen etwas besser. Während die Benetzungs-
kraft eines Öles durch die im Betrieb entstehenden Oxyda-
tionsprodukte gesteigert wird und damit seine Schmier-
eigenschaften verbessert werden, hat die Oxydation in be-
zug auf die Bildung von Schaum und Emulsion, zwei Er-
scheinungen, die im Betriebe sehr unangenehme Folgen
haben können, gerade die entgegengesetzte Wirkung.
Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß die Schaum-
beständigkeit weder von der Zähigkeit noch der Oberflächen-
spannung abhängt. Damit ist widerlegt, daß dünnere Öle
weniger schäumen sollen.

Dagegen ist für die Entstehung und die Beständigkeit
des Schaumes vor allem der Aufbau der Oberflächenschicht
wichtig. Daher wurden zahlreiche Messungen der Ober-
flächenspannung gegen verschiedene Lösungen, wie Schwe-
felsäure, Natronlauge, Soda und Kochsalz an Ölen im An-
lieferzustand und nach künstlicher Alterung ausgeführt.
Marinebehörden verlangen zwar immer noch, daß das Öl
mit Kochsalzlösung keine Emulsion bildet. Die Messungen
haben aber gezeigt, daß durch Kochsalz wohl Ausflockung,
aber keine Emulsionen entstehen.

Wesentlich anders verhalten sich jedoch alkalische
Lösungen; diese vermindern die Oberflächenspannung
wesentlich. Früher hat man dies auf das Entstehen von
Seife in der Grenzflächenschicht zurückgeführt und diese
Seifen als Emulgatoren, d. als Stoffe angesehen, die die
Emulsionen beständig machen. Demgegenüber haben die
vorliegenden Versuche bewiesen, daß die Oberflächenspan-
nung kein einwandfreies Mittel ist, um festzustellen, ob
ein Dampfturbinenöl, das sich im Betriebe zersetzt hat,
mit Wasser oder alkalischer Lösung eine Emulsion bildet.
Im Laboratorium konnten Emulsionen aus künstlich ge-
alterten oder im Betriebe zersetzten Ölen durch Einleiten
eines Dampfstrahles erzeugt werden. Die Öle waren im
Anlieferzustand durchweg gut und verhielten sich einwand-
frei sowohl gegen Wasser als auch gegen alkalische Lösun-
gen. Dampfturbinenöle in diesem Zustande zu prüfen, hat
daher für die Praxis keinen Zweck. Wohl aber begünstigen
die bereits erwähnten, die Benetzungskraft erhöhenden
Molekülgruppen, die bei der Zersetzung des Öles entstehen,
die Bildung von Emulsionen. Dabei können beide Arten
von Emulsionen, nämlich von Öl in Wasser oder von Wasser
in Öl, je nach den Verhältnissen auftreten. Wird reines
Wasser verwendet, so erhält man immer Emulsionen von
Wasser in Öl. Diese lassen sich durch elektrische Span-
nung sehr leicht zerstören. Alkalische Lösungen dagegen
ergeben immer Emulsionen von Öl in Wasser, die sehr be-
ständig sind und durch elektrische Spannungen nicht zer-
stört werden können. Man kann aber auch Emulsionen
mit reinem Wasser herstellen, die ziemlich beständig sind;
daraus geht hervor, daß die Entstehung der Seife nicht die
Bildung der Emulsion entscheidet, sondern daß dabei dem
Aufbau der Oberflächenatomschicht, die die Ergebnisse der
Zersetzung enthält und die Benetzungskraft erhöht, die
Hauptrolle zukommt. [N 768]

Baden, Schweiz

Dr. H. Stäger und Dr. J. P. Bohnenblust

¹⁾ Aus einem Bericht im „Archiv für Wärmewirtschaft“ Bd. 8 (1927) S. 349.
²⁾ Z. Bd. 62 (1918) S. 173.

Normblattentwürfe

(Einspruchszuschriften in doppelter Ausfertigung und für jeden Entwurf gesondert unter genauer Angabe der im rechten oberen Felde des Normblattes enthaltenen Blattbezeichnung an den Deutschen Normenausschuß, Berlin NW7, Dorotheenstr. 4/, erbeten.)

Einspruchsfrist 15. Februar 1928

Die folgenden Entwürfe sind vom Fachnormenausschuß für Armaturen, Gruppe Druckmesser, aufgestellt in Erweiterung der bisher herausgegebenen Blätter über Manometer DIN 3700 bis 3714.

DIN-Entwurf 3715

Manometerhähne; Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Gewindeanschluß R $\frac{1}{4}$ "

Der Hahn ist für Manometer und Vakuummeter nach DIN 3701 und 3702 mit 60 und 70 mm Gehäuse-Nenndurchmesser aufgestellt. Der Hahn ist mit Muffenanschluß und Zapfenanschluß vorgesehen. Der Gewindeanschluß für Manometeraufnahme und Anschlüsse ist mit R $\frac{1}{4}$ " durchgeführt.

Von der Normung eines Hahnes mit R $\frac{1}{8}$ " ist Abstand genommen worden.

DIN-Entwurf 3716

Manometerhähne mit ovalem Prüfflansch; Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Gewindeanschluß R $\frac{1}{2}$ "

DIN-Entwurf 3717

Manometerhähne mit ovalem Prüfflansch; Manometeraufnahme durch drehbare Muffe mit Gewindeanschluß R $\frac{1}{2}$ "

Manometerhähne mit ovalem Prüfflansch von 60 x 25 mm sind für Schiffsdampfkessel, bewegliche Landdampfkessel und für feststehende Landdampfkessel, außer in Bayern und Sachsen, im ganzen Deutschen Reich vorgeschrieben.

Manometerhähne mit rundem Prüfflansch, wie sie in Bayern für feststehende Landdampfkessel vorgeschrieben sind, wurden nicht neu bearbeitet.

Im Normensonderheft „Armaturen“ ist unter den Nummern 3716 und 3718 ein Entwurf zur Kritik veröffentlicht worden.

Von der Normung eines Prüfhahnes mit Gewindeanschluß mit $\frac{1}{2}$ " Whitworthgewinde (Anschluß wie in Sachsen üblich) wurde abgesehen. Die Manometer-Prüf- und Absperrhähne sind nur für verhältnismäßig niedrige Drücke verwendbar. Für höhere Drücke und Hochstdrücke sind Manometerabsperrrventile mit und ohne Prüfflansch zur Normung vorgeschlagen.

Gebeten wird, während der Einspruchszeit der Geschäftsstelle Mitteilung zukommen zu lassen, bis zu welchen Drücken die in den Entwürfen DIN E 3716 und 3717 vorgeschlagenen Manometerhähne Verwendung finden dürfen. In den Blättern ist in der diesbezügl. Fußnote der Nenndruck noch nicht angeführt, da der Fachnormenausschuß erst das Ergebnis dieser Umfrage abwarten will.

DIN-Entwurf 3718

Manometerabsperrrventil ohne Entlüftung

DIN-Entwurf 3719

Manometerabsperrrventil mit Entlüftung

Das Manometerabsperrrventil ohne Entlüftung bzw. mit Entlüftung ist für Nenndruck bis einschl. 640 kg/cm² in Preßmessing oder Rotguß vorgesehen. Für Ammoniak usw. bis einschl. 1200 kg/cm² Nenndruck wird das Absperrventil in Flußstahl ausgeführt.

DIN-Entwurf 3720

Manometerabsperrrventil mit ovalem Prüfflansch

Der Prüfflansch ist oval ausgeführt wie in DIN 3716 und 3717 in den Maßen 60 x 25.

DIN-Entwurf 3721

Manometerabsperrrventil mit rundem Prüfflansch

Der runde Prüfflansch ist mit einem Durchmesser von 37 mm ausgeführt. Die Mano-Vakuummeter für Kältemaschinen weichen von den auf DIN 3703 und 3704 dargestellten Manometern fast in allen Punkten ab. Es ergab sich daher die Notwendigkeit, für diese Manometer besondere Blätter aufzustellen. Dies sind die Blätter DIN 3722 und 3723.

DIN-Entwurf 3722

Ammoniak-Mano-Vakuummeter

DIN-Entwurf 3723

Ammoniak-Plattenfeder-Mano-Vakuummeter

DIN-Entwurf 3724

Ammoniak-Mano-Vakuummeter; Zifferblätter mit kontinuierlicher Skala

In der Sitzung vom 3. November 1926 ist die aufgeworfen worden, ob die Verbraucher wünschen auf der Manometer-Skala ihre Firma vermerkt wird. Allgemein geht der Wunsch dahin, daß die Namen Firmen nicht auf den Zifferblättern vermerkt werden sollen. Die Normenprüfstelle hat sich dieser Ansichtgeschlossen.

Gebeten wird, zu diesem Punkt Stellung zu nehmen. Beabsichtigt ist, auf dem Normblatt einen Vermerk zuzunehmen, der besagt, daß nur die Herstellerfirmen dem Zifferblatt verzeichnet wird.

DIN-Entwurf 3725

Ammoniak-Mano-Vakuummeter; Anordnung der Teilstriche und Bezifferung

Das Blatt stellt die Anordnung der Teilstriche und Bezifferung verschiedener Skalen dar.

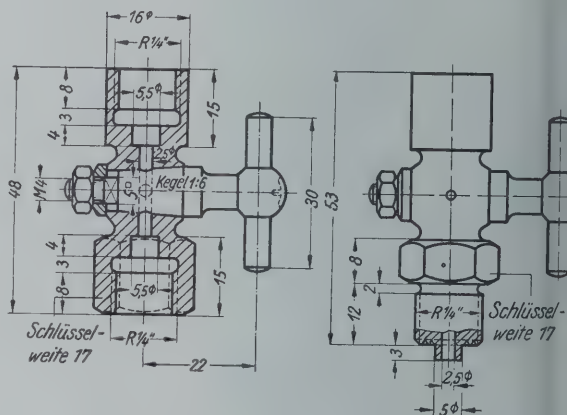
Die im folgenden wiedergegebenen Entwürfe entsprechen inhaltlich, jedoch nicht bildgetreu den Blättern DIN 3715 bis 3725.

Manometerhähne	Noch nicht endgültig	DIN
Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Gewindeanschluß R $\frac{1}{4}$ "	Armaturen	Entwurf E 37

Maße in mm

M mit Muffenanschluß

Z mit Zapfenanschluß



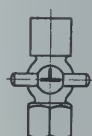
Bezeichnung:

Manometerhahn M DIN 3715

Griffstellungen



Betriebsstellung:
Zuleitung offen,
Manometer
unter Druck



Entlüftungstellung:
Zuleitung geschlossen,
Manometer
außer Betrieb,
entlüftet



Ausblasstellung:
Zuleitung offen,
Manometer außer
Betrieb, Druckmittel
entweicht ins Freie

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259

Werkstoff: Rotguß

Ausführung: Bearbeitete Teile blank

Verwendung: Bis einschließlich Nenndruck 25 (siehe DIN 259 Druckstufen)

Diese Manometerhähne können auch für Manometer mit R $\frac{1}{4}$ " Anschluß unter Verwendung von Reduzierstücken benutzt werden.

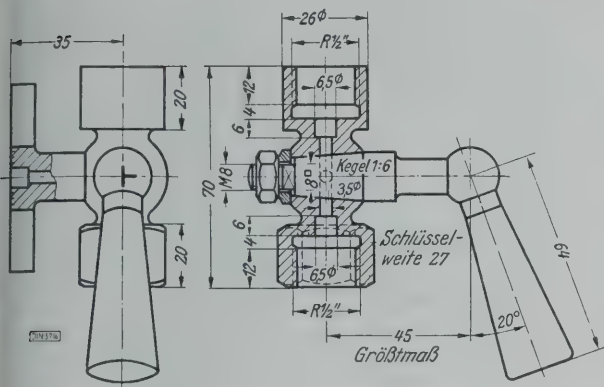
Dezember 1927

Fachnormenausschuß für Armaturen

¹⁾ Herausgegeben vom Deutschen Normenausschuß, Beuth-Verlag, Berlin 1924.

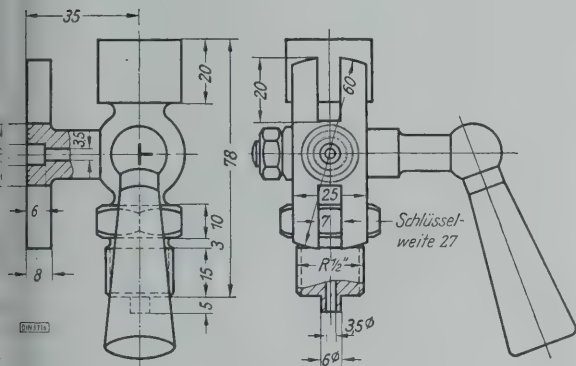
Manometerhähne mit ovalem Prüfflansch Manometeraufnahme durch feste Gewindeanschluß $R\frac{1}{2}''$	Noch nicht endgültig Muffe mit Armaturen	DIN Entwurf 2 E 3716
---	---	----------------------------

Maße in mm
 M mit Muffenanschluß



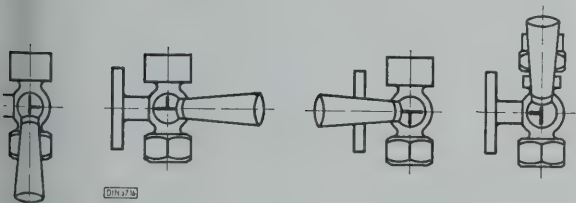
Bezeichnung: Manometerhahn M DIN 3716

Z mit Zapfenanschluß



Bezeichnung: Manometerhahn Z DIN 3716

Griffstellungen



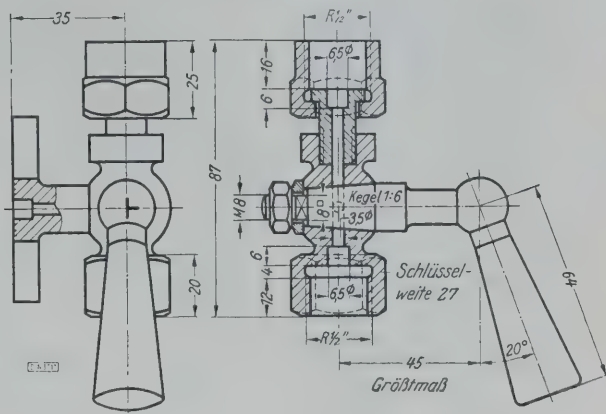
1. Stellung: Zuleitung offen, Manometer unter Druck
 2. Stellung: Entlüftung, Zuleitung geschlossen, Manometer außer Betrieb, entlüftet
 3. Stellung: Ausblasstellung, Zuleitung offen, Manometer außer Betrieb, Druckmittel entweicht ins Freie
 4. Stellung: Prüfstellung, Zuleitung offen, Manometer und Prüfmanometer unter Druck

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
 Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
 Werkstoff: Rotguß

Griff: Holz oder Wärmeschutzmasse
 Grifffestigung bleibt dem Hersteller überlassen.
 Ausführung: Bearbeitete Teile blank
 Verwendung: Bis einschl. Nenndruck

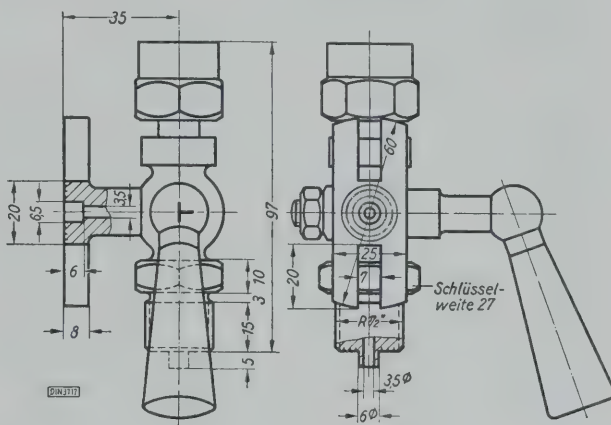
Manometerhähne mit ovalem Prüfflansch Manometeraufnahme durch drehbare Gewindeanschluß $R\frac{1}{2}''$	Noch nicht endgültig Muffe mit Armaturen	DIN Entwurf 2 E 3717
--	---	----------------------------

Maße in mm
 M mit Muffenanschluß



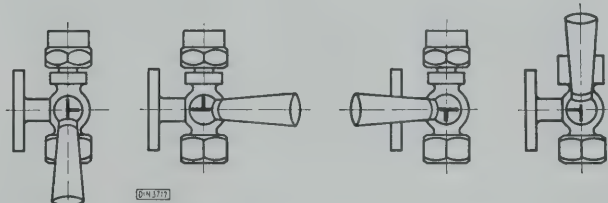
Bezeichnung: Manometerhahn M DIN 3717

Z mit Zapfenanschluß



Bezeichnung: Manometerhahn Z DIN 3717

Griffstellungen



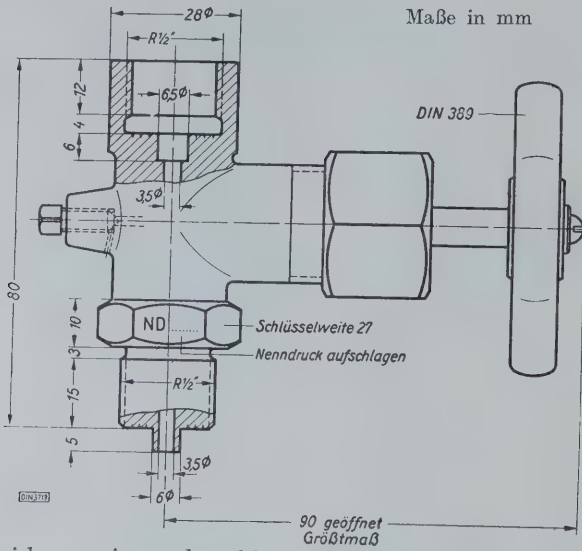
1. Stellung: Zuleitung offen, Manometer unter Druck
 2. Stellung: Entlüftung, Zuleitung geschlossen, Manometer außer Betrieb, entlüftet
 3. Stellung: Ausblasstellung, Zuleitung offen, Manometer außer Betrieb, Druckmittel entweicht ins Freie
 4. Stellung: Prüfstellung, Zuleitung offen, Manometer und Prüfmanometer unter Druck

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
 Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
 Werkstoff: Rotguß

Griff: Holz oder Wärmeschutzmasse
 Grifffestigung bleibt dem Hersteller überlassen.
 Ausführung: Bearbeitete Teile blank
 Verwendung: Bis einschl. Nenndruck

Manometer-Absperrventil ohne Entlüftung
bis einschließlich 1200 kg/cm² Nenndruck für
Manometer von 80 bis 300 mm Nenndurchmesser
Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Ge-
windeanschluß R 1/2"

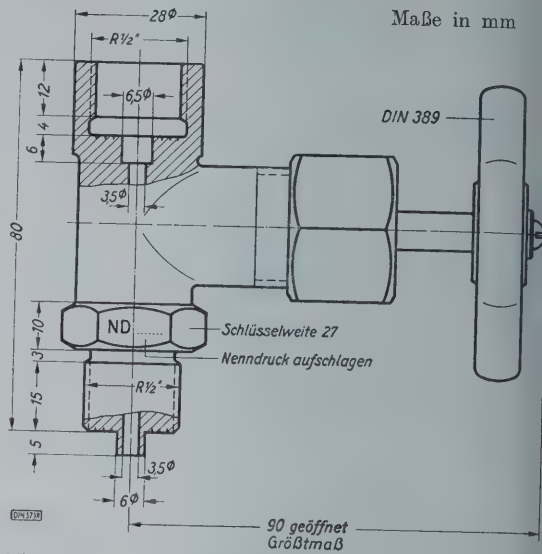
DIN
Entwurf 2
E 3718
Armaturen



Bezeichnung eines gebrauchsfertigen Absperrventiles bis Nenn-
druck 640 kg/cm² aus Rotguß:
Absperrventil 640 DIN 3718 Rotguß
Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
Werkstoff: Für Gehäuse: Preßmessing oder Rotguß bis einschl.
640 kg/cm² Nenndruck
Flußstahl bis einschl. 1200 kg/cm² Nenndruck (siehe DIN 2401
Druckstufen)
Für Ammoniak ist das Gehäuse stets aus Flußstahl.
Gewinderille nach DIN 2352.
Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Manometer-Absperrventil mit Entlüftung
bis einschließlich 1200 kg/cm² Nenndruck für
Manometer von 80 bis 300 mm Nenndurchmesser
Manometeraufnahme durch feste Muffe mit Ge-
windeanschluß R 1/2"

DIN
Entw
E 3719
Armaturen

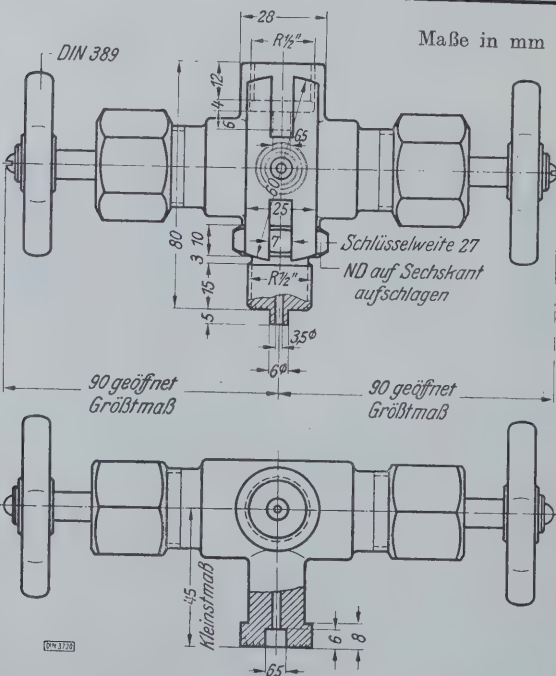


Bezeichnung eines gebrauchsfertigen Absperrventiles mit
Entlüftung bis Nenndruck 640 kg/cm² aus Rotguß:
Absperrventil 640 DIN 3719 Rotguß
Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
Werkstoff: Für Gehäuse: Preßmessing oder Rotguß bis ein-
schließlich 640 kg/cm² Nenndruck, Flußstahl bis einschl. 1200 kg/cm²
Nenndruck (siehe DIN 2401 Druckstufen).
Für Ammoniak ist das Gehäuse stets aus Flußstahl.
Gewinderille nach DIN 2352
Entlüftungsschraube M 5 x 10 DIN 479 aus Flußstahl jedoch
Spitze
Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

**Manometer-Absperrventil mit oval-m
Prüfflansch**

bis einschließlich 125 kg/cm² Nenndruck für
Manometer von 80 bis 300 mm Nenndurchmesser
Manometeraufnahme durch feste Muffe Gewinde-
anschluß R 1/2"

DIN
Entwurf 2
E 3720
Armaturen

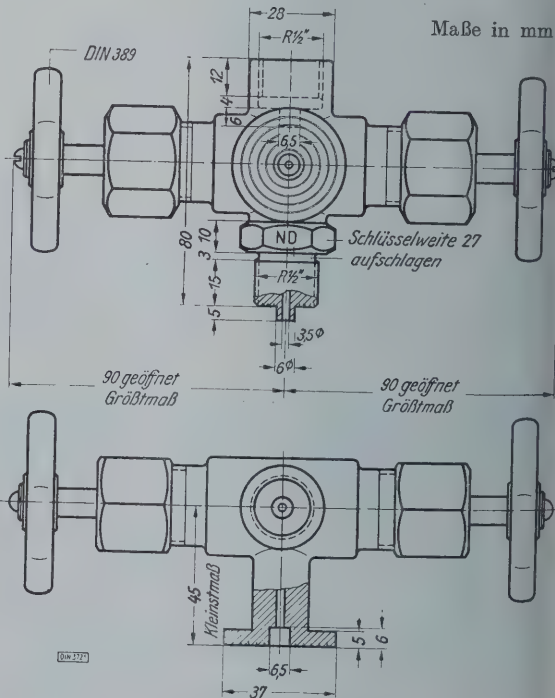


(Forts. S. 1825 links oben)

**Manometer-Absperrventil mit rundem
Prüfflansch**

bis einschließlich 125 kg/cm² Nenndruck für
Manometer von 80 bis 300 mm Nenndurchmesser
Manometeraufnahme durch feste Muffe mit
Gewindeanschluß R 1/2"

DIN
Entwurf
E 3721
Armaturen



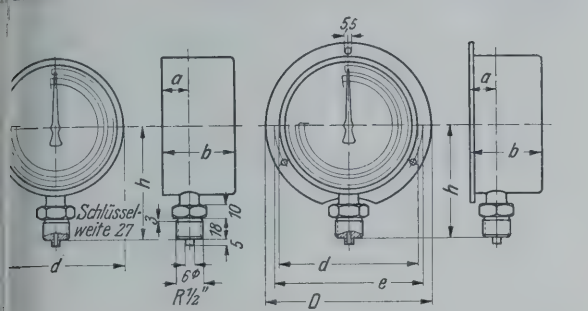
(Forts. S. 1825 rechts oben)

Bezeichnung eines gebrauchfertigen Manometer-Absperrventiles mit rundem Prüflansch bis Nenndruck 125 kg/cm² aus Rotguß:
Manometer-Absperrventil DIN 3720
Maße sind freie Konstruktionsmaße.
Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
Werkstoff: Für Gehäuse Rotguß
Druckstufen siehe DIN 2401
Gewinderille nach DIN 2352
Ausführung: Bearbeitete Teile blank
Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Bezeichnung eines gebrauchfertigen Manometer-Absperrventiles mit rundem Prüflansch bis Nenndruck 125 kg/cm² aus Rotguß:
Manometer-Absperrventil DIN 3721
Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
Werkstoff: Für Gehäuse Rotguß
Druckstufen siehe DIN 2401
Gewinderille nach DIN 2352
Ausführung: Bearbeitete Teile blank
Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Ammoniak-Mano-Vakuummeter	DIN
Skala konzentrisch bis 180 mm Gehäuse-Nenndurchmesser Armaturen	Entwurf 1 E 3722

Rand Maße in mm Mit Rand



Bezeichnung eines Ammoniak-Mano-Vakuummeters ohne Rand
100 mm Nenndurchmesser mit den Skalenhöchstwerten
im QS und 20 kg/cm² und Temperaturskala¹⁾
Mano-Vakuummeter oR 100×760×20 DIN 3722¹⁾

Nenn- durch- messer	Durchmesser d Größtmaß	h Größt- maß	D	Lochkreis- durch- messer e	a Größt- maß	b Größt- maß
80	88	80	110	98	20	52
100	109	90	130	118	20	57
130	133	102	155	145	20	60
150	155	110	180	168	25	60
180	185	125	210	198	25	65

Drucktafel in Überdruck					
Skalenhöchstwert	Mano-Vakuummeter				Vakuu- meter
	kg/cm ²				mm QS
Mano-Vakuummeter Nenndurchmesser 80 bis 180 mm QS bei ruhender Be- lastung	12 ²⁾	16	20	25	760
Mano-Vakuummeter bei wechselnder Belastung	8	10	13	16	760
	6	8	10	13	760

Druckskala in kg/cm², Vakuumskala in mm QS, Temperatur
in ° Celsius
1 kg/cm² = 735,5 mm QS, bei 20° = 738,2 mm QS
1,035 kg/cm² = 760 mm QS = 10,33 m WS = atmosphärischer
Luftdruck
Skala bei Manometern in kg/cm², bei Vakuummetern in mm QS
und in kg/cm²
Andere Druckeinheiten sind besonders anzugeben.
Zeigerbewegung bei Druckzunahme im Uhrzeigersinne, bei Vaku-
umzunahme entgegengesetzt. Bei Mano-Vakuummetern Null-
punkt senkrecht über der Zifferblattmitte.
Höchstdruck: Der höchste Betriebsdruck der Manometer
(grundsätzlich Höchstdruck genannt) darf dauernd bei ru-
hender Belastung nur 2/3 und bei wechselnder Belastung
nur 1/2 des Skalenhöchstwertes betragen. Die Vakuumskala
kann ohne Einschränkung benutzt werden.

Ingeklammerten Größen sind möglichst zu vermeiden.
Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
Ausführung, Behandlung und Bedienung der Manometer
siehe DIN 3700

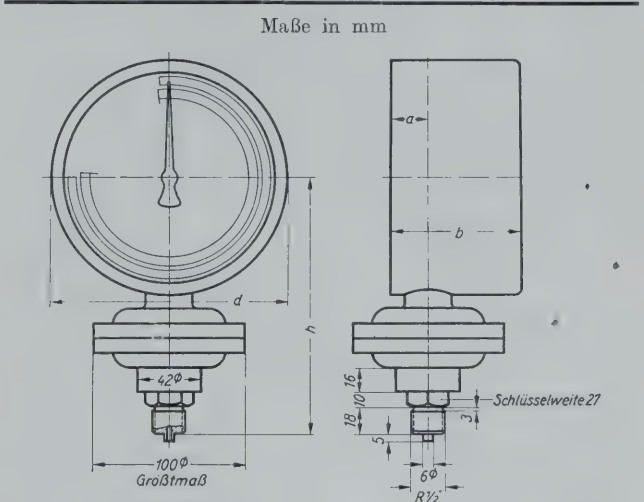
Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259
Ausführung: Eisengehäuse mit vernickeltem Messing-Übersteck-
ring

(Forts. S. 1826 links oben)

¹⁾ Soll auf der Skala des Zifferblattes der Betriebsdruck besonders
gekennzeichnet werden, so ist dies bei Bestellung anzugeben.
²⁾ Gilt nicht für Gehäusedurchmesser 80 mm.

Ammoniak- Plattenfeder-Mano-Vakuummeter	DIN
Skala konzentrisch 80 bis 108 mm Gehäuse-Nenndurchmesser Armaturen	Entwurf 1 E 3723

Maße in mm



Bezeichnung eines Ammoniak-Plattenfeder-Mano-Vakuummeters
von 100 mm Nenndurchmesser mit den Skalenhöchstwerten
760 mm QS und 20 kg/cm² und Temperaturskala¹⁾

Plattenfeder-Mano-Vakuummeter 100×760×20 DIN 3723¹⁾

Nenn- durchmesser	d Größtmaß	h Größtmaß	a Größtmaß	b Größtmaß
80	88	130	20	52
100	109	140	20	57
(130)	133	160	20	60
150	155	170	25	60
(180)	185	190	25	65

Drucktafel in Überdruck					
Skalenhöchstwert	Mano-Vakuummeter kg/cm ²				Vakuummeter mm QS
bei Mano-Vakuummeter Nenn- durchmesser 80 bis 108	12	16	20	25	760
Höchstdruck bei ruhender Be- lastung	8	10	13	16	760
Höchstdruck bei wechselnder Belastung	6	8	10	13	760

Druckskala in kg/cm², Vakuumskala in mm QS, Temperatur
in ° Celsius
1 kg/cm² = 735,5 mm QS = 10 m WS bei 0°, bei 20° = 738,2 mm
QS
1,035 kg/cm² = 760 mm QS = 10,33 m WS = atmosphärischer
Luftdruck
Skala bei Manometern in kg/cm², bei Vakuummetern in mm QS
und in kg/cm²
Andere Druckeinheiten sind besonders anzugeben.
Zeigerbewegung bei Druckzunahme im Uhrzeigersinne, bei Vaku-
umzunahme entgegengesetzt. Bei Mano-Vakuummetern Null-
punkt senkrecht über der Zifferblattmitte.
Höchstdruck: Der höchste Betriebsdruck der Manometer (grund-
sätzlich Höchstdruck genannt) darf dauernd bei ruhender
Belastung nur 2/3 und bei wechselnder Belastung nur 1/2 des
Skalenhöchstwertes betragen. Die Vakuumskala kann ohne
Einschränkung benutzt werden.

(Forts. S. 1826 rechts oben)

¹⁾ Soll auf der Skala des Zifferblattes der Betriebsdruck besonders
gekennzeichnet werden, so ist dies bei Bestellung anzugeben.

Wird Eisengehäuse gestrichen ohne Übersteckring gewünscht, so ist dies bei Bestellung besonders anzugeben.

Werkstoff: Gehäuse: Gußeisen oder Flußstahl
Übersteckring: Messing vernickelt
Anschlußzapfen: Flußstahl

Zifferblatt nach DIN 3724

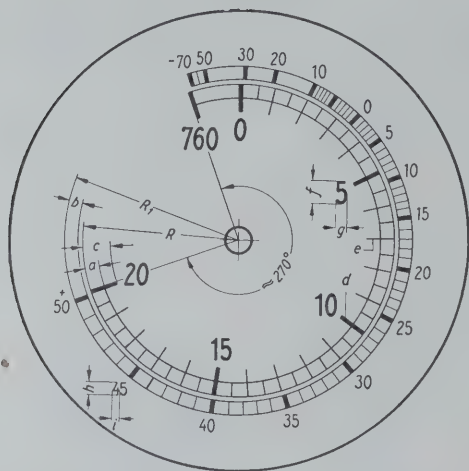
Zeiger nach DIN 3708

Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

Ammoniak-Mano-Vakuummeter
Zifferblätter mit konzentrischer Skala
Konstruktionsblatt Armaturen

DIN
Entwurf 1
E 3724

Maße in mm



Für Gehäuse-Nenn- durchmesser	R	R ₁	a	b	c	d	e	f	g	h	i
80	27	30	2,5	2,5	5	0,8	0,2	4	2	2,5	1,3
100	34	38	3	3	6	1	0,3	5	2,5	3	1,5
(130)	45	50	3,5	3,5	7	1,3	0,4	8	4	4	2
150	54	60	4	4	8	1,5	0,5	8	4	5	2,5
(180)	65	72	5	5	10	1,8	0,5	10	5	5	2,5

Die eingeklammerten Größen sind möglichst zu vermeiden.

(Fortsetzung rechte Spalte unter dem obersten Strich)

Die eingeklammerten Größen sind möglichst zu vermeiden.
Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.

Anbringung, Behandlung und Bedienung der Man
siehe DIN 3700

Gewinde: Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 259

Ausführung: Eisengehäuse mit vernickeltem Messing-Übersteckring

Wird Eisengehäuse gestrichen ohne Übersteckring gewünscht, so ist dies bei Bestellung besonders anzugeben.

Werkstoff: Gehäuse: Gußeisen oder Flußstahl
Übersteckring: Messing vernickelt
Anschlußzapfen: Flußstahl

Zifferblatt nach DIN 3724 Zeiger nach DIN 3708

Dezember 1927 Fachnormenausschuß für Armaturen

(Forts. von linker Spalte - E 3724)

Skaleneinteilungen nach DIN 3725

Schrift nach DIN

Die Abbildung zeigt ein Zifferblatt für 20 kg/cm² Skaleneinteilung (13 kg/cm² bzw. 10 kg/cm² Höchstdruck).

Auf jedem Zifferblatt ist die Firma oder das Firmenzeichen des Herstellers anzubringen.

Dezember 1927

Fachnormenausschuß für Armaturen

Ammoniak-Mano-Vakuummeter

Skala konzentrisch

für Gehäuse-Nenndurchmesser von 80 bis 180 mm

Konstruktionsblatt Armaturen

Entwurf 1
E 3724

Skalenbereich		Anordnung der Teilstriche und Bezifferung	
mm QS	kg/cm ²		
760	12		
760	16		
760	20		
760	25		

Dezember 1927

Fachnormenausschuß für Armaturen

[M 104]

BÜCHERSCHAU

Bücher und Zeitschriften des In- und Auslandes, auch solche nichttechnischen Inhaltes, können durch die VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 4, bezogen werden. (Telegrammanschrift: Ingenieurverlag Berlin; Fernspr.: Zentrum 3501)

Grundlagen des Aufzugbaues. Von M. Paetzold. Berlin 1927, Julius-Springer. 172 S. m. 165 Abb. Preis 20 M.

In diesem Buch werden Aufbau und Einrichtung der Aufzüge behandelt. Der Verfasser richtet sich dabei streng nach der Begriffsbestimmung in der Aufzugverordnung, die nur diejenigen Aufzüge als solche anerkennt, bei denen das Fördergerät zwischen Führungen bewegt wird mit Ausnahme der Förderungen in Bergwerken, der Versenkvorrichtungen in Theatern, von Schiffshebewerken, Wagenkippern, Hochofen-Schrägaufzügen, Bauaufzügen und Kleinlastenaufzügen für Handbetrieb. Auf Grund dieser Festsetzung entwickelt Paetzold sodann die baulichen Einzelheiten der elektrisch betriebenen Personen- und Lastenaufzüge und die Anlage der Fahrschächte. Das Wichtigste an diesem Buch ist aber wohl die eingehende Beschreibung der verschiedenen Steuerungseinrichtungen in ihren vielseitigen Ausführungsformen und Betriebsarten sowie auch der Fangvorrichtungen und sonstigen Einrichtungen zur Unfallverhütung.

Kurze Absätze sind den Beschreibungen einiger besonderer elektrisch betriebener Aufzüge gewidmet, wie Kleingüter-, Plattform-, Umlauf- (Paternoster), Treppen-, Bau- und Schrägaufzüge. Entsprechend ihrer verhältnismäßig untergeordneten Bedeutung sind auch nur ganz kurz die Aufzüge mit Hand-, Riemen- und Druckwasserantrieb behandelt. Dagegen sind ausführlich in das Buch die zur Zeit gültige Aufzugverordnung und die technischen Grundsätze für den Bau von Aufzügen mit aufgenommen, wodurch das Werk für die auf dem Gebiet der Aufzugtechnik tätigen Ingenieure sehr wertvoll wird. [E 989]

Is.

**Untersuchung und Weiterentwicklung der Getriebe mit p
dischem Hin- und Rücklauf und beschleunigungsfr
Arbeitsgang.** Von Kurt Rauh. Bonn a. Rh. 1927, J
nania-Verlag. Doktorarbeit T. H. Hannover.

Die lehrreiche und lesenswerte Arbeit behandelt Getriebe mit einem Arbeitshub und einem leeren Rückhub, so wie bei Hobelmaschinen gebraucht werden. Eine Reihe bekannter Getriebe führt den Verfasser zum Urteil, daß sie wenig geeignet wären als zwei eigene Vorschläge. Das Höchsterreichbare ist an sich beachtenswert. Die Arbeitsgeschwindigkeit pendelt tatsächlich um fünf gleiche Mittelwerte mit sehr geringer Abweichung, leider aber nur bei kaum einer Viertelumdrehung der Antriebswelle. Bedenklich bei neuen Vorschlägen ist jedoch die Vermehrung der Kräfte durch Schleifen auf vier bis drei bis drei bis vier einseitigen Kegelgelenken. Zwei nichterwähnte Zahnradgetriebe gestalten aber streng gleichförmige Geschwindigkeit mit 120° Dauer, und zwar: der Trieb der Citroen-Pfeilradmaschine und ein Trieb mit einflankigem Evolventenzahn bei gleichbleibender Übersetzung für den Arbeitshub und z. B. einer Kurve für die Übergänge in den Totpunkten des leeren Rückhub. Es fragt sich also, ob nicht der Arbeitsgabendstellung eine kleine Überschätzung der Grundforderungen zugrunde liegt. Der Theoretiker beanstandet mangelnde Richtlinien in der Buchstabenwahl bei Formeln und Abmessungen und einen Fehler auf S. 53, der Praktiker stellt oftmals mit Bedauern fest, daß die Theorie, die sich an guten Quellen anschließt (Burmeister und Altmeyer), nicht zur Anwendung führt, sondern eine Kluft frei läßt, die durch

dherversuchen mit Annahmen überbrückt werden muß. Schwierigkeit für den Nichteingearbeiteten, der etwas an will, liegt in den neuen Annahmen und nicht in der Entwicklung der Kreispunktlinie, der Mittelpunktlinie der Koppellinie, so bemerkenswert die Zusammenhänge sein mögen. [E 985]

Prof. Dr.-techn. Rudolf Doerfel jun.

ologie der Textilwaren. Herausgeg. von R. O. Her-
 2. Bd. 3. T.: Wirkerei, Strickerei, Netzen, Ma-
 nenflechten und -klöppeln, Samt, Plüsch usw., Teppiche,
 Stckmaschinen. Berlin 1927, Julius Springer. 615 S.
 324 Abb. Preis 57 M.

ieser Band stellt eine wesentliche Bereicherung der
 tur über Wirkerei, Flechterei, Klöppelei, Stickerei
 ar. Er ist in leicht verständlicher Weise von in Fach-
 in anerkannten Verfassern geschaffen worden und
 einem großen Bedürfnis Rechnung, da diese Gebiete
 usnahme der Wirkerei noch sehr wenig behandelt
 n sind.

er Abschnitt: Wirkerei, Stickerei, Netzen und Filet-
 rei von Carl Aberle ist vorzüglich, was man auch
 diesem Verfasser nur erwarten kann. Nicht minder gut,
 Darstellung und Ausdrucksweise noch etwas flüssiger,
 die von Geheimrat Prof. Dipl.-Ing. Hugo Glafey
 delten Abschnitte: Flecht- und Klöppelmaschinen,
 Plüsch, künstliche Pelze. Zum Abschnitt Maschinen-
 en und Maschinenklöppeln ist zu bemerken, daß er
 en reinen Textiltechniker in Darstellung und Aus-
 ausgezeichnet ist; jedoch wird der Maschineningenieur
 sem Abschnitt bemängeln, daß zu wenig Maschinen-
 esches darin zu finden ist.

as Gebiet über die Herstellung von Samt, Plüsch und
 lichen Pelzen, das zum Teil etwas aus dem Rahmen
 andererseits aber wieder eng hiermit verknüpft ist, weil
 ismermaßen die Brücke von der Weberei zur Wirkerei
 ist m. W. wohl noch nirgends in einem derartigen
 menhang so eingehend erläutert worden. An dieses
 el reiht sich ein zweiter „Außenreiter“, die Herstel-
 der Teppiche, von H. Sauter würdig an. In guter
 eilung des Stoffes kaum zu übertreffen, ist die Be-
 ung leicht verständlich gehalten. Eine kurze, sche-
 gehalten Übersicht über die Teppiche, ihre beson-
 Eigenschaften und ihre Kennzeichnungen wird ver-

er Abschnitt Stickmaschinen von Dipl.-Ing. Robert
 y ist gedrängt und kurz gehalten. Es ist ihm anzu-
 m, daß der Verfasser bestrebt war, auf dem kleinsten
 das Mögliche zu bieten, deshalb ist die knappe
 Darstellung anzuerkennen. Eine Entschädigung für
 was sehr beschnittene Darstellung dieses Abschnittes
 die äußerst klaren, schematisch gehaltenen Zeichnun-
 [E 984]

nachen Dr.-Ing. Heinrich Brüggemann

tielige Rahmen. Von A. Kleinlogel. 2. Aufl.
 lin 1927, Wilh. Ernst & Sohn. 448 S. Preis 30 M.

Die zweite, vollständig neu bearbeitete und bedeutend
 erte Auflage bringt gebrauchsfertige Formeln zur Be-
 ung mehrfach statisch unbestimmter Stabssysteme als
 mittel für den entwerfenden Ingenieur und für den
 ruktionstisch. Auf die allgemeinen Angaben über rech-
 e Voraussetzungen und eine kurze theoretische Erklä-
 des Begriffes von Belastungsgliedern folgen als neu
 nommer Abschnitt Formeln für Belastungsglieder der
 r Praxis häufiger vorkommenden Belastungsfälle. Dann
 in derselben Anordnung wie in der ersten Auflage For-
 für die verschiedensten Rahmenformen, und zwar im
 n 21 Varianten, angegeben. Neu aufgenommen ist
 symmetrische zweischiffige Hallenrahmen, der zwei-
 ossige Stockwerkrahmen mit gleich hohen Geschossen,
 der dreigeschossige Stockwerkrahmen mit verschiede-
 n gleich hohen Geschossen. Die beiden letzten Fälle wird
 Hochbauer oft verwerten können. Wesentlich ist noch
 aufnahme der ω -Zahlen, die die zahlenmäßige Auswer-
 der Einflußlinien erleichtern.

Die neue Auflage wird durch den Ausbau der Formeln
 Hilfe der Kreuzlinienabschnitte auch für beliebige Be-
 ungsfälle benutzbar und hat dadurch eine weit allgemei-
 Bedeutung gewonnen. [E 990] Dr. R. Bd.

ußbeton wirtschaftlich? Von L. Baumeister. Ber-
 1927, Julius Springer. 100 S. m. 43 Abb. Preis 7,50 M.

Das Buch will ein Beitrag zur Baubetriebswissenschaft
 und zwar behandelt es ein Teilgebiet, die Durchfüh-
 von Wirtschaftlichkeitsberechnungen zur Feststellung
 Wirtschaftlichkeitsgrenzen und der erzielten Ersparnisse
 den fortgeschrittenen Arbeitsverfahren des Betonbaues.
 einer Einleitung, in der die Notwendigkeit hervorge-

hoben wird, die Baubetriebswissenschaft als Wissenschaft
 anzuerkennen und die beim Bau eingestellten Ingenieure zu
 wirtschaftlichem Denken heranzubilden, werden in zwei
 Hauptabschnitten die Grundlagen für Kostengegenüberstel-
 lungen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen im praktischen
 Hoch- und Tiefbau, ferner Untersuchungen über die Wirt-
 schaftlichkeit der fortgeschrittenen Arbeitsverfahren des
 Betonbaues unter besonderer Berücksichtigung des Gußbe-
 tonbaues behandelt. Der dritte Abschnitt bringt eine
 Schlußbetrachtung über den Gußbeton und seine Eigenschaf-
 ten im Lichte der neuesten Forschungen und Erfahrungen.

Von den in anregender und klarer Weise durchgeführ-
 ten Untersuchungen sind besonders die über die Wirtschaft-
 lichkeitsgrenze zwischen Handmischung und Maschinen-
 mischung, ferner über die Wirtschaftlichkeit der Verwen-
 dung von Gießtürmen bei niedrigen Bauten und bei Hoch-
 bauten, weiter auch die über den Betrieb mit Schnellauf-
 zügen hervorzuheben. Die Ergebnisse sind in anschau-
 licher Weise durch zahlreiche graphische Darstellungen er-
 läutert.

In der Schlußbetrachtung führt der Verfasser noch ein-
 mal kurz die Vorteile und Nachteile des Gußbetons gegen-
 über plastischem und Stampfbeton auf, und kommt zu dem
 Ergebnis, daß besonders bei großen Betonmassen kein an-
 deres Verfahren die großen Leistungen des Gußbetons er-
 zielen lassen und daß auch für europäische Verhältnisse die
 wirtschaftliche Überlegenheit des Gußbetons erwiesen sei.
 Das Buch wird allen, die sich mit großen Betonbauten zu
 beschäftigen haben, wertvolle Anregungen bringen und auch
 von denen mit Nutzen gelesen werden können, die sich dem
 Urteil des Verfassers über den Gußbeton nicht uneinge-
 schränkt anschließen vermögen. [E 933] Bu.

Der Zement. Von Richard Grün. Berlin 1927, Julius
 Springer. 173 S. m. 90 Abb. u. 30 Zahlentaf. Preis 15 M.

Das Buch wendet sich an alle Zementverbraucher, um
 ihnen die bei der überragenden Bedeutung des Zementes als
 Baustoff in unsrer Zeit unerläßliche umfassende Stoffkennt-
 nis zu vermitteln, aber auch an die Hersteller des Zementes,
 um ihnen eine Übersicht über die schnell fortschreitenden
 Ergebnisse der Forschung zu geben. Beiden Arten von
 Lesern wird der Inhalt reiche Ausbeute bringen. Nachdem
 in einer Einleitung von 8 Seiten in knapper, übersichtlicher
 Form die in Betracht kommenden nichthydraulischen und
 hydraulischen Bindemittel sowie die hydraulischen Zu-
 schläge in ihrer Zusammensetzung und mit ihren wesent-
 lichsten Eigenschaften aufgeführt sind, werden in zwei
 Teilen die verschiedenen Arten von Zementen und hydrau-
 lischen Zuschlägen eingehend besprochen und ihre Prüfung
 sowie ihre Eigenschaften, und zwar innerhalb wie außer-
 halb der bestehenden Normen, behandelt. Dabei ist folgende
 Einteilung zugrunde gelegt: Bindemittel aus gesinterten
 Stoffen, solche aus teils gesinterten, teils geschmolzenen
 Rohstoffen, ferner aus geschmolzenen Rohstoffen, andre
 Bindemittel aus ungesinterten, teils geschmolzenen Rohstof-
 fen und aus teils ungesinterten, teils gesinterten Rohstoffen.
 Für jedes Bindemittel werden die wissenschaftlichen Grund-
 lagen für ihre Herstellung und Erhärtung, ferner die tech-
 nischen Maßnahmen für die Herstellung erörtert.

Ein besonders reiches Kapitel bilden die gemein-
 samen Forderungen der Zementnormen, wo die deutschen
 und die ausländischen Normen eingehend besprochen und mit-
 einander verglichen werden, und weiter die Eigenschaften
 der Zemente und hydraulischen Zuschläge außerhalb der
 Normen, worin über die namentlich in neuester Zeit die
 Forscher beschäftigenden Fragen an der Hand von zahl-
 reichen Versuchsergebnissen wertvolle Aufschlüsse gegeben
 werden. Ein gutes Sachverzeichnis und eine Übersicht in
 Tafelform über die Normenbestimmungen der verschiedenen
 Länder erhöhen den Wert des als Lehrbuch wie als Nach-
 schlagebuch gleich geeigneten Werkes. [E 931] Bu.

Statische Berechnung der Pfahl-Systeme. Von Hermann
 Wünsch. Stuttgart 1927, Konrad Wittwer. 127 S.
 m. 73 Abb. Preis 8 M.

Das Buch behandelt die statische Berechnung von Pfahl-
 systemen und die daraus folgenden Grundsätze für deren
 zweckmäßige Anordnung in rein theoretischer Hinsicht.

In getrennten Abschnitten werden zuerst Pfähle un-
 tersucht, die oben und unten gelenkig gelagert sind, dann
 solche, die nur oben im Fundament und solche, die oben im
 Fundament und unten zugleich im Boden eingespannt sind.
 Im letzten Abschnitt wird noch der Fall elastisch nach-
 giebiges Bodens an den Pfahlspitzen behandelt. Nach den
 ausführlichen theoretischen Berechnungen zieht der Verfasser
 gewisse Rückschlüsse auf die günstigste Pfahlanordnung
 und macht den Versuch, an der Hand von vielen Beispielen
 die Anwendung der Theorie weiter zu erläutern. Die Praxis
 wird jedoch infolge der verschiedenartigen, von örtlichen

Bedingungen abhängigen Baustellen- und Bodenverhältnisse aus diesem seinerzeit als Doktorarbeit eingereichten Buch nur einige Sonderfälle benutzen können. [E 991] Dr. R. Bd.

Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebssicherheit. 2. Bd. Herausgeg. von Fr. Syrup. Berlin 1927, Reimar Hobbing. 592 S. Preis 20 M.

Der erste Band des großzügig angelegten Werkes befaßte sich mit den allgemeinen Gesichtspunkten, die für alle Arten von Betrieben Geltung haben, während der zweite nunmehr zu der Eigenart der einzelnen Gewerbebezüge übergeht. Vierzig sachverständige Fachleute aus den Kreisen der Gewerbe- und Bergaufsicht, der Berufsgenossenschaften, der Dampfkesselüberwachung und der Gewerbehygieniker äußern sich auf Grund der Erfahrungen der letzten Jahrzehnte über die einzelnen Sondergebiete und behandeln nach meist sehr übersichtlicher Erörterung des Arbeitsganges die sich dabei ergebenden Gefährdungen und deren Vorbeugungsmittel. Die wesentlichen Schutzvorschriften des Reiches, der Staatsbehörden, der Berufsgenossenschaften werden angeführt. Nicht alle Kapitel sind gleichmäßig behandelt worden; so hat man z. B. der Besprechung der Ziegeleiindustrie zu wenig Raum gegeben. Neu ist das ausführlich besprochene Gebiet des Verkehrs (Kraftwagen, Straßen- und Eisenbahnbetrieb, See- und Binnenschifffahrt, Luftverkehr, Fernmeldeanlagen). Wertvoll sind die Quellenangaben und im Anhang der Hinweis auf ausgeführte Anlagen.

Nachdem die Industrie immer deutlicher erkannt hat, daß der Arbeiterschutz ein sehr gewichtiger Bestandteil der Betriebsicherheit und damit der Wirtschaftlichkeit ist, hat sie ihm in den letzten Jahren eine sich lebhaft steigernde Aufmerksamkeit zugewandt und überläßt dieses Gebiet nicht mehr allein der Gewerbeaufsicht und den berufsgenossenschaftlichen Organen. Das vorliegende Werk ist deshalb für den Erbauer von industriellen Anlagen und für den Betriebsleiter von besonderer Bedeutung; es bietet ihm eine reiche Fundgrube für die möglichst sichere und wirtschaftliche Einrichtung und Handhabung seines Betriebes und für eine merkliche Verminderung der sogenannten sozialen Lasten. Ebenso kann es dem technischen Studenten und dem jungen Ingenieur zum Studium warm empfohlen werden. [E 983] Hannover K. Hartmann

Kungl. Tekniska Högskolan: Skrifter utgivna med anledning av Kungl. Tekniska Högskolans 100-Års Jubileum 1927. Stockholm 1927, Centraltryckeriet. 573 S. m. zahlr. Abb.

Anlässlich ihrer Hundertjahrfeier hat die kgl. Technische Hochschule Stockholm diese technisch-wissenschaftliche Schriftensammlung herausgegeben, in der 26 Abhandlungen erster schwedischer Fachleute veröffentlicht werden. Die Abhandlungen betreffen folgende Fachgebiete: Elektrotechnik, Kraftmaschinen und Brennstoffe, Metallographie, Mathematik und Geometrie, Mechanik, Wasserkraftanlagen, Geologie, Photographie, Chemie, Baustoffe und Bauwesen, Wärmetechnik. Die Beiträge sind teils in schwedischer, teils in deutscher und teils in englischer Sprache abgefaßt. [E 988] Reichardt

Stollenbau. Von E. Randzio. Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn. 295 S. m. 290 Abb. Preis 24 M.

Sammlung Götschen, 964. Bd.: Holzbrücken. Von K. Schaechterle. Berlin und Leipzig 1927, Walter de Gruyter & Co. 124 S. m. 217 Abb. Preis 1,50 M.

Betriebssicherheit und Streckendienst der Eisenbahnen. Von K. Albert. Berlin 1927, Klemens Reuschel. 64 S. Preis 1,50 M.

Die Berechnung der Warmwasserheizungen. Von Ginsberg. 3. Aufl. München und Berlin 1927, Oldenbourg. 48 S. m. 26 Abb. Preis 7,50 M. Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur, 1. R. 21. H.: **Entwürfen zur Feststellung des Wirkungsgrades einer Zimmeröfen.** Von Olaf Falck. München und 1927, R. Oldenbourg. 17 S. m. 44 Abb. Preis 2,80 M.

Die Kälte-Maschine in der Milchwirtschaft. Von Fischer. Hildesheim 1927, Verlag der Molkerung. 223 S. m. 129 Abb. Preis 4,50 M.

Handbuch der neuzeitlichen Milchverwertung. Von Knoch. 2. Aufl. Berlin 1927, Paul Parey. 661 S. m. 175 Abb. Preis 26 M.

Die Elektronenröhre. Von Albrecht Forstmann. Ernst Schramm. Berlin 1927, Richard Carl S. & Co. 239 S. m. 197 Abb. Preis 9,50 M.

Einbaubuch 3: Schrauben, Muttern und Zubehör. Bearbeitet von Dr. Schmidt. Berlin 1927, Beuth-Verlag. 181 S. m. 225 Abb. Preis 5 M.

Einführung in das chemische Praktikum. Von Otto J. Leipzig 1927, Akademische Verlagsgesellschaft. 86 S. m. 9 Abb. Preis 4,80 M.

Grundzüge der Meteorologie. Von Fritz Albrecht, Richard Voigts und Artur Paech. Berlin 1927, S. G. Müller. 169 S. m. 80 Abb. Preis 10 M.

Handwörterbuch der Arbeitswissenschaft. Herausgeg. von Fritz Giese. 2. bis 4. Lfg. Halle a. d. S. 1927, Marhold. Je 320 Sp. Preis je Bd. 9 M.

Vereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände. Geschäftsbericht 1925 und 1926. Erstattet von der Geschäftsleitung. Berlin 1927. 308 S. Preis 14 M.

Zeittafel zur Wirtschaftsgeschichte. Von A. Sartorius Waltershausen. 3. Aufl. Halberstadt H. Meyer. 138 S. Preis 4,50 M.

Verhandlungsbericht der 35. Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke E. V. am 24. und 25. April 1927. Berlin 1927, Selbstverlag. 53 S. m. Abb. Preis 1 M.

Walther Rathenau, sein Leben und Wirken. Von F. Federn-Kohlhaas. Dresden 1927, Carl Reinhardt. 256 S. m. 20 Abb. Preis 5,50 M.

Die Reibetriebe der Gemeinden. Von Hans Lude. Berlin 1927, Julius Springer. 60 S. Preis 2,40 M.

Schweizer Schriften für rationelles Wirtschaften, 4. Kundendienst. Der erfolgreiche Verkäufer im Handel. Von Arthur Jacoby. Zürich 1927, Hoffmann & Co. 25 S. Preis 2 Fr.

Schweizer Schriften für rationelles Wirtschaften, 6. H. Klame-Psychologie. Von Karl Rohwaldt. Zürich 1927, Hofer & Co. 27 S. Preis 2 Fr.

Radio-Jahrbuch 1927. 2. T.: Phonotechnik und Phonok. Herausgeg. von Adolf Ihring und Rudolf Lotz. 2. Jg. Berlin 1927, A. Ihring. 82 S. m. Abb. Preis 2 M.

Rundfunk-Experimentierbuch. Von O. Nothdurft. Detektor-Empfänger und Verstärker. 79 S. m. 69 Abb. 2. T.: Röhrenempfänger und Widerstandsverstärker. m. 37 Abb. Preis pro Bd. 0,80 M. Leipzig 1927, F. Vieweg & Co. (Lehrmeister-Bücherei Nr. 797/98) 832/33

Meyers Lexikon. 7. Aufl. 6. Bd.: Hornberg-Korrespondenz. Leipzig 1927, Bibliographisches Institut. 1787 S. m. zahlr. Abb. Preis 30 M.

Wege zum Wissen. Von Kopernikus bis Einstein. Der Wandel unseres Weltbildes. Von Hans Reichenbach. Berlin 1927, Verlag Ullstein. 122 S. Preis 1,35 M.

Schluß des Textteiles

I N H A L T:

Seite

Die Werkstofftagung Berlin 1927. Von C. Matschoß (Hierzu Textblatt 27 bis 32)	1797
Roheisen für die Herstellung von Kokillen	1799
Auspufftemperaturen und Leistungsgrenzen von Dieselmotoren mit ungekühlten Grauguß-Tauchkolben. Von V. Heidelberg	1800
Innere Verluste periodisch belasteter Körper	1804
Der Sachsenflug 1927. Von H. Blenk	1805
Schmelöfen für Ölschiefer	1808
Müllabfuhr-Fahrzeuge. Von H. Seidel	1809
Idealer Kreisprozeß von Verbrennungsmaschinen	1812
Zur Theorie der Schwingsirenen	1812
Eimerkettenbagger. Von J. F. Kesper	1813
Rundschau: Tagung des Deutschen Eisenbau-Verbandes — Die neue Straße — Schlafwagen aus Stahl der Internationalen Schlafwagengesellschaft —	

Wechselstrom-Triebwagen für Bayern — Untersuchungen an Dampfturbinenölen	
Normblattentwürfe: DIN E 3715 bis E 3725	
Bücherschau: Grundlagen des Aufzugbaues. Von M. Paetzold — Untersuchung und Weiterentwicklung der Getriebe mit periodischem Hin- und Rücklauf und beschleunigungsfreiem Arbeitsgang. Von K. Rau — Technologie der Textilfasern. Von R. O. Herzog — Mehrstielige Rahmen. Von A. Kleinlogel — Ist Gußbeton wirtschaftlich? Von L. Baumeister — Der Zement. Von R. Grün — Statische Berechnung der Pfahl-Systeme. Von H. Wünsch — Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebssicherheit. Von F. Syrup — Kungl. Tekniska Högskolans 100-Års Jubileum 1927 — Eingänge	

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFÜHRER: C. MATSCHOSS ★

SONNABEND, 31. DEZEMBER 1927

Nr. 53

Das Großkraftwerk Klingenberg

Für unsere Veröffentlichungen über das Großkraftwerk Klingenberg erhalten wir von Dipl.-Ing. M. Rehmer, Mitglied des Vorstandes der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke Akt.-Ges., die folgenden einleitenden Bemerkungen.

Elektrizitätswirtschaft der Reichshauptstadt hat eine dreiundvierzigjährige Entwicklung hinter sich. Die ersten 31 Jahre wurde sie privatwirtschaftlich geleitet, darauf folgte 1915 die rein kommunale Form, deren äußeres Kleid seit 1923 die jetzige Aktiengesellschaft „Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt.-Ges.“ ist. Elektrizität ist eines der wichtigsten, daher noch nicht genutzten Gebiete der Stadt. Einschneidende Aufgaben in der Erzeugung und dringlichsten nach Wirtschaftlichkeit bei immer größerer Einbeziehung der Leistungsfähigkeit ihren Verlauf.

Alsdenn hat eine Planung der Berliner Elektrizitätswerke so grundgewohnte Wege verlassen und mit scheinbar neuen wirtschaftlichen Methoden gebrochen wie im Jahre 1924. Im September dieses Jahres wurde in folgender Weise: Die Befreiung wirtschaftlichen Druck der Marktbefestigung auf elektrowirtschaftliche Gebiete dahin gerichtet, daß die Spitzenleistung von 142 000 kW im Jahre 1923 auf 208 500 kW im September 1924 anstieg. Auch dieser von allen in den Werken beobachteten Elektrizitätshunger erwartete, so konnten ihn die Berliner Werke nicht befriedigen. Hatte es doch die Not dahin gebracht, daß allen Berliner Werken diesem Termin nur 198 000 kW an betriebsbereitschienenleistung vorhanden waren. Die genannten Endzahlen bildeten die Grundlage zu dem von mir seiner Zeit veröffentlichten Programm. Es ist in dem Vorschlag, aus Gründen der Sicherheit in Rücksicht auf Wirtschaftlichkeit den kommenden Strombedarf Berlins durch Eigenerzeugung zu decken und die Stromverteilung in der Stadt grundlegend umzuformen und planmäßige Stromwärmewirtschaft in der Stadt zu treiben. Ich will es mir versagen, an dieser Stelle darauf einzugehen, welchen lebhaften Meinungs-

tausch unsere Pläne in der technischen Welt, in der Fachliteratur und sowohl in der Tagespresse als auch in finanz- und kommunalpolitischen Kreisen auslösten. Eine ganze Literatur hat die Veröffentlichung unserer freimütig verteilten „grünen Denkschrift“ nach sich gezogen. Der erstgenannte Vorschlag zum Übergang auf höhere Eigen-

erzeugung ist inzwischen Wirklichkeit geworden: Das Großkraftwerk Klingenberg ist seit dem Frühjahr d. J. in vollem Betrieb.

Die Verwirklichung unserer Absichten von 1924 bedarf heute keiner Rechtfertigung mehr. Sie sind Geschichte geworden. Nur aus diesem Grunde bringe ich jetzt nachträglich eine zahlen- und bildmäßige Darstellung über die Übereinstimmung unserer Schätzung mit der Wirklichkeit von heute.

Unsere damaligen Überlegungen sind danach glänzend bestätigt worden, Abb. 1 und Zahlentafel 1. Am 13. Dezember 1927 betrug die Bruttoerzeugung im Versorgungsgebiet unserer Netze insgesamt 4 601 286 kWh. Davon waren 3 495 550 kWh Eigenerzeugung. Die gesamte Jahresstrommenge der Bewag hat inzwischen den Betrag von einer Milliarde kWh überschritten.

Strompolitik ist Wirtschaftspolitik. Gerade im Hinblick auf das Vorhandensein der großen Berliner Industrie brachte die Stadtverwaltung die notwendigen Mittel zum Kraftwerkbau auf. Stromsperren sind wirtschaftlich

schadhaftig und müssen vermieden werden. In der Elektrizitätswirtschaft verwendete Gelder sind im erhöhten Umfang werbend.

Strompolitik ist auch Sozialpolitik. Es gelang in ziemlich umfangreichem Maße, eine Entlastung des Arbeitsmarktes durch die Beschäftigung vieler Tausende herbeiführen. Wir regten während des Baues die Schaffung von Arbeitsgemeinschaften bestimmter Fachgruppen an, damit möglichst umfangreichen Arbeitskreisen Betätigung geboten werden konnte. Und schließlich bildet eine großzügige Elektrowirtschaft den Anreiz zur Schaffung

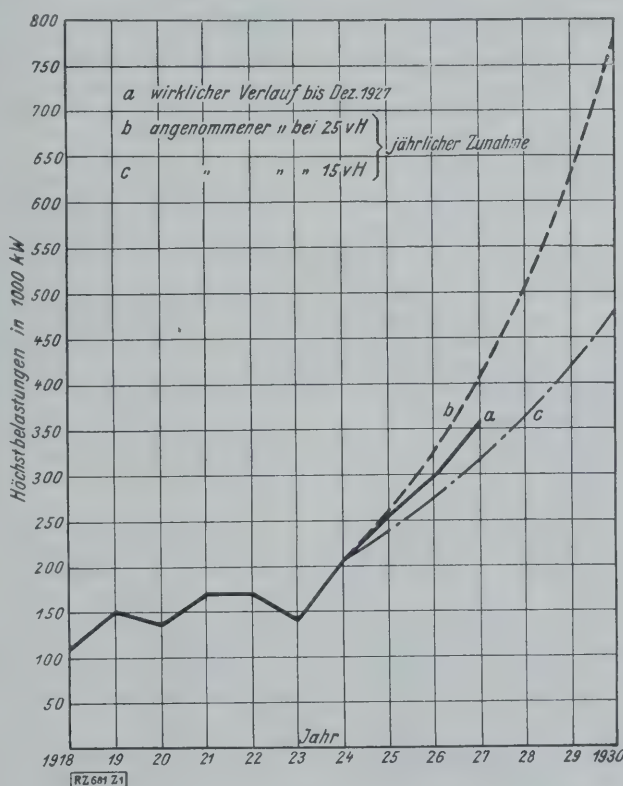


Abb. 1
Verlauf der Höchstbelastungen der Berliner
Städtischen Elektrizitätswerke Akt.-Ges.

Zahlentafel 1.
Im Mai 1925 geschätzte und inzwischen
eingetretene Höchstbelastungen

Jahr	Angenommener Verlauf der Höchstbelastung		Wirklicher Verlauf kW
	bei 25 vH jährl. Zunahme kW	bei 15 vH jährl. Zunahme kW	
1924	—	—	208 500
1925	260 000	240 000	258 000
1926	325 000	275 000	299 500
1927	406 000	317 000	352 000*)
1928	507 000	365 000	—
1929	633 000	420 000	—
1930	791 000	483 000	—

*) War bereits am 13. Dezember 1927 erreicht. Die Höchstbelastung wird voraussichtlich 360 000 kW übersteigen.

technischer Höchstleistungen und stärkt damit das Ansehen der gesamten deutschen Industrie.

Es ist mir ein Bedürfnis, an dieser Stelle zu bestätigen, daß alle in Frage kommenden Kreise mit einem vorbildlichen Gemeinschaftsgefühl an die Aufgabe herangingen, die wir ihnen stellten, und sie mit großzügigem Geschick gelöst haben.

Am 19. Dezember 1926 wurde das Werk mit etwa 30 000 kW erstmalig in Betrieb genommen, vom 2. April 1927 ab setzte die regelmäßige Stromlieferung ein. Zur Zeit liefert das Werk etwa 50 Millionen kWh monatlich. Am 18. November 1927 erreichte es mit 2 144 000 kWh seine höchste Tageslieferung, Abb. 2. Gegenüber der Nachlast von etwa 32 000 kW steigerte sich innerhalb 2½ Stunden die Belastung um etwa 300 vH. Bei der gegenwärtigen Spitzenbelastung von 130 000 kW sind im Betrieb:

- 2 Großturbinensätze mit rd. 72 vH ihrer Vollast, der
3. Maschinensatz steht voll betriebsbereit in Reserve,
- 9 Kessel,
- 5 Kohlenstaubmühlen.

Daß auch die Wirtschaftlichkeit dieses Werkes in bezug auf die Stromerzeugung alle Erwartungen erfüllt, lehrt ein Blick auf Abb. 3. Mit einem Energieaufwand von 3900 kcal/kWh der Bruttoerzeugung oder rd. 4100 kcal für 1 kWh nutzbar abgegebene Arbeit reiht sich das Werk in die Liste der energiewirtschaftlichsten Anlagen ein.

Es bedarf keiner besondern Erwähnung, daß die Inbetriebnahme neuartiger und in den Ausmaßen bisher unbekannter maschineller Anlagen eine überaus große Zahl von Schwierigkeiten mit sich bringt, die aber nur als Ausbildungsstoff für das Personal gewertet werden können. Alle inzwischen gewonnenen Erfahrungen stehen daher auch andern Unternehmen zur Verfügung. Von Störungen grundsätzlicher Bedeutung blieb das Werk bisher verschont. Lediglich die in der Literatur bereits geschilderte Standunsicherheit der Kohlenmühlenfundamente und die hierdurch verursachte Senkung des ganzen Mahlgebäudes können als solche bezeichnet werden. Diese Schwierigkeiten sind inzwischen aber beseitigt worden.

Abgesehen von einer Störung, die von außen auf den Maschinenbetrieb einwirkte, liefen die Großturbinensätze bisher einwandfrei. Der Verzicht auf Anzapfung der Hauptmaschinen erleichterte sicherlich ihre einfache Bedienung. Die vorgesehene Speisewasserführung gestattet eine völlige Entgasung des Wassers. Jedoch hat sich die ursprünglich vorhandene Wasserreserve für rd. 6 min Vollast als zu gering erwiesen. Wir waren genötigt, durch Aufstellung von weiteren Sammelbehältern einen Speisewasservorrat für rd. 30 min zu schaffen, der nunmehr ausreicht. Notwendig wurde zunächst auch die Trennung der elektrischen Eigenbedarfsversorgung vom Hauptnetz.

In den elektrischen Anlagen traten Störungen, die auf grundsätzlichen Fehlern beruhen, nicht auf. Die geradezu vorbildlich durchgeführte Anordnung aller Überwachungsgeräte der elektrischen und dampftechnischen Anlagen in

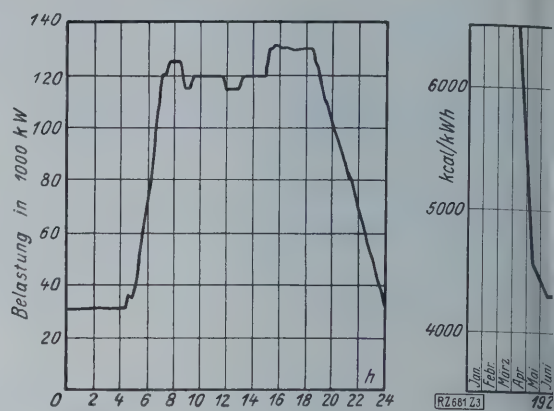


Abb. 2
Belastung des Großkraftwerkes
am 18. November 1927

Abb. 3
Wärmeaufwand
1 kWh Brutt

der Hauptwarte kann vom Standpunkt der Betriebs- als durchaus gelungen bezeichnet werden.

Kohlentrocknungs- und Mahlanlagen haben in der Leistungsfähigkeit in längerem Dauerbetrieb erwiesene Gesamtheit der gesamten Rohkohlens- und Staubbeförderungsanlagen arbeitssicher und wandfrei.

Für die Feuerführung von vier Großkesseln mit einer Heizfläche von 1750 m² ist nur ein Mann notwendig. Die Kohlenstaubverfeuerung bereitet die geringste Materialbelastung des Personals. Der Betrieb der 37. Kessel ist durchaus nicht schwieriger als der Betrieb der gewohnten Druckbereiche um 15 at. Aus betrieblichen Gründen konnten bisher keine genauen Leistungs- und Garantievorsuche durchgeführt werden. Wir wissen aber, daß der festgesetzte Leistungsdruck des Kessel überschritten werden kann. In naher Zukunft nehmen wir jetzt bereits die Vorarbeiten auf, um schließlich zu einer selbsttätigen Feuerführung zu kommen. Die Messungen ergaben, daß hohe Luftvorwärmertemperaturen erwünscht ist. Ferner ist feststellbar, daß neben dem Bau von Luftvorwärmern auch die Anordnung von Wasservorwärmern in den Abgaswegen Vorteile bringen dürfte, wenn auch mit anderen Abmessungen als bisher. Die Entschung der Kessel bildet kein Problem mehr, nur eine vollkommenere Reinigung der Schornsteinabgase ist noch erforderlich. Durch die Verbesserungen konnten Wasserkreislaufstörungen und Kühlsystemen der Brennkammern erfolgreich beseitigt werden.

Inbesondere möchte ich hervorheben, daß es gelungen ist, durch peinlich genaue Liefer- und Abnahmevorschriften Materialfehler weitgehend zu vermeiden. Von rd. 100 Kesselrohren ist beispielsweise bisher kein Rohr aus der Ursache schadhaft geworden. Die Beherrschung des Dampfdrucks und der hohen Temperaturen kann durch die hier angewandten Grenzen als gelungen bezeichnet werden. In der gesamten Hochdruck-Rohrleitungsanlage, bei den Verbindungsstellen wir auf besonders sorgfältige Ausführung achteten und beispielsweise Nieten vollständig vermieden, hatte die Betriebsleitung bisher keine Störungen zu verzeichnen.

Die Stromversorgung Berlins wird sich in den nächsten Jahren in immer verstärktem Maße des Großkraftwerkes Klingenberg als einer seiner Hauptkraftquellen bedienen. Die Berliner Elektrizitätswerke wünschen sich, daß diesem größten Werk der deutschen Industrie andere Werke in Deutschland folgen mögen. Sie sieht darin eine Bekräftigung ihrer Ansicht, daß die Entwicklung der elektrischen Energieerzeugung und der werkneubauten und vermehrte Stromerzeugung im allgemeinen Kennzeichen der Wirtschaft auf „beständiger Basis“ bedeuten. Sie hofft schließlich, im erhöhten Stromverbrauch ein Kennzeichen für gesteigerte kulturelle Ansprüche zu erblicken. Verbesserung der allgemeinen Lebenshaltung zu erblicken.

Berlin [B 681]

M. Rehl

Die Richtlinien für den Entwurf der Anlage

Von R. Tröger, Berlin-Zehlendorf

(Hierzu Tafel 7 und 8)

Die Anlagen des Großkraftwerkes Klingenberg werden zusammenfassend beschrieben, die Bauzeiten angegeben und die Erwägungen mitgeteilt, die zu der Lage, Größe und Anordnung des Werkes geführt haben.

Die Lage und Gesamtanordnung des Kraftwerkes sind aus Tafel 7 und 8 zu ersehen. Das Grundstück, s. Abb. 1, hat einen Flächeninhalt von 200 m², wovon 20 716 m², also 10,5 vH bebaut sind. Der Mai 1927 in Betrieb befindliche erste Ausbau weist eine Maschinenleistung von 270 000 kW. Die Anlage bietet die Möglichkeit, das Werk auf den doppelten Umfang zu erweitern. Wasser- und Kohlenzufuhr, Kesselanlagenplatz und Warte sind von vornherein für den künftigen Ausbau von 540 000 kW Leistung bemessen worden.

Die Maschinenanlage besteht aus drei Dampfgruppen von je 90 000 kW oder 100 000 kVA Leistung; jede Gruppe umfaßt eine Hauptturbine von 30 kW (s. das Bild S. 1832) und eine Vorwärmerturbine von 10 000 kW. Die Hauptmaschinen haben vier Gehäuse, auf zwei Wellen verteilt sind; je eines für Hoch- und Niederdruck und zwei für Niederdruck. Jede Welle treibt einen Stromerzeuger von 44 000 kVA. Die Klemmenspannung beträgt 6 kV, die Drehzahl 1500 Uml./min. Das Werk wird durch Abdampf (0,45 at abs) und Speisedampf (4 at abs) der entsprechend ausgeführten Vorwärmerturbinen in zwei Stufen auf 75 und 140 ° erhitzt und mit der letzteren Temperatur den Kesseln zu-

geführt. Die Vorwärmerturbinen sind zweigehäusig ausgeführt und laufen mit 3000 Uml./min.

Das Hauptbild der elektrischen Schaltung zeigt Abb. 1 auf S. 1891. Die von den Stromerzeugern gelieferte Energie wird hochspannungsseitig auf 30 kV-Sammelschienen vereinigt. Während die 88 000 kVA-Stromerzeuger ausschließlich über Transformatoren auf das 30 kV-System arbeiten, kann jeder 12 500 kVA-Stromerzeuger außerdem 6 kV-Sammelschienen speisen, die den Eigenbedarf des Werkes versorgen. Hoch- und Niederspannungs-Sammelschienen werden dann über den Transformator des 12500 kVA-Stromerzeugers zusammengeschlossen. Durch Reihenschaltung von Blindwiderstand und schnellwirkende Relais ist die Trennung beider Stromkreise im Störfalle sichergestellt.

Das 30 kV-Schaltheus enthält 46 Felder, davon 24 für abgehende Drehstromkabel. Eine Erweiterung um 13 Felder befindet sich im Bau.

Die Kesselanlage besteht aus 16 Kesseln von je rd. 1800 m² Heizfläche und erzeugt Frischdampf von 35 at abs und 410 °. Jeder Kessel hat eine Dauer-Höchstleistung von rd. 80 t/h, entsprechend rd. 18 000 kW, bezogen auf die Klemmenleistung der Stromerzeuger. Die

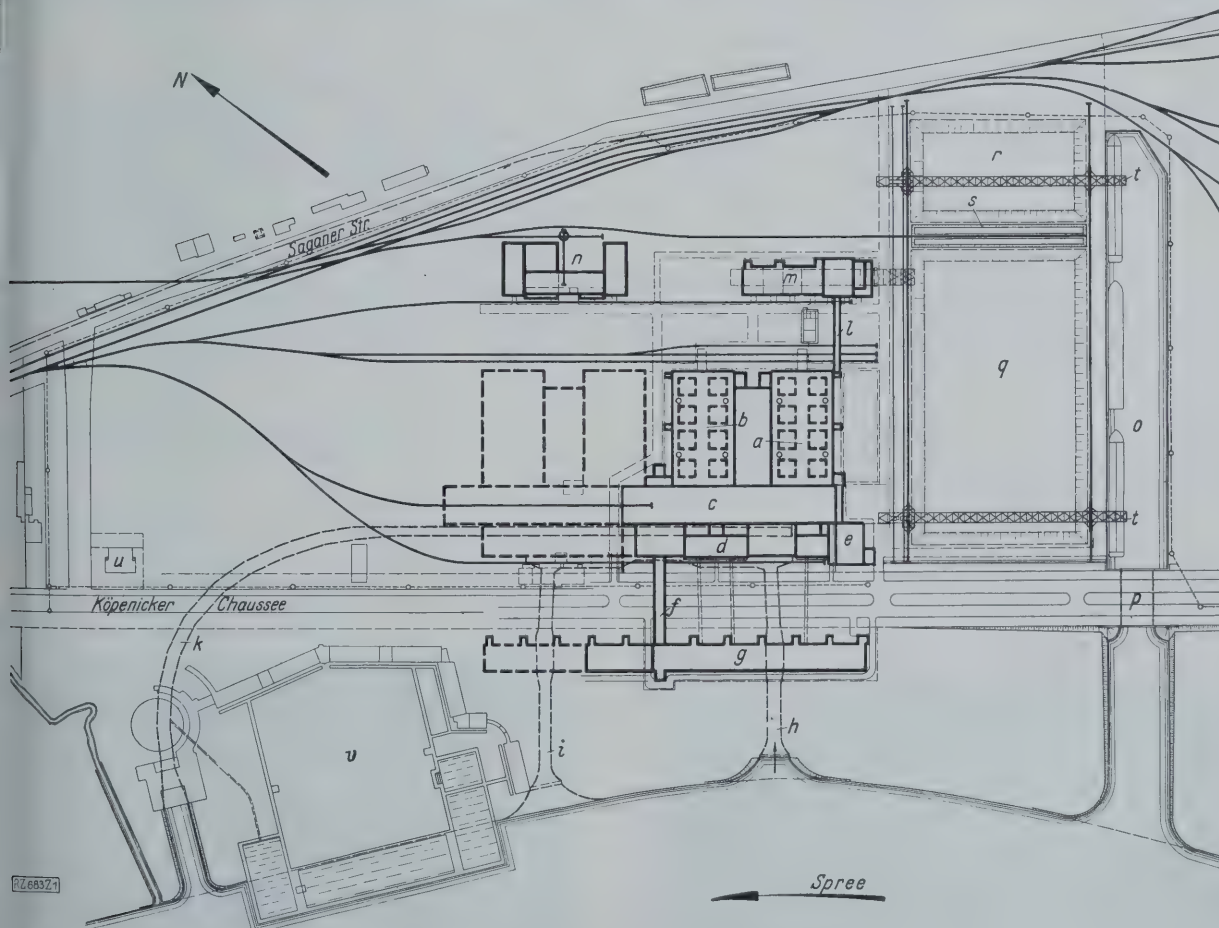


Abb. 1. Lageplan des Großkraftwerkes Klingenberg. M. 1:5000

- | | | | |
|--|--|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Kesselhaus A | g 30 kV-Schaltheus | m Kohlenmahlanlage | r kleiner Kohlenlagerplatz |
| Kesselhaus B | h Kühlwasser-Zulaufkanal | n Werkstatt- und Lagergebäude | s Kohlenhöfgrube |
| Turbinenhaus | i Kühlwasser-Zulaufkanal (spätere Erweiterung) | o Stiege für Kohlenanfuhr | t Lagerplatzbrücken |
| Turbinenhausvorbau | k Kühlwasser-Ablaufkanal | p Straßenbrücke über den Stiegekanal | u Kasino |
| Verwaltungsgebäude | l Verbindungsbrücke zur Kohlenmahlanlage | q großer Kohlenlagerplatz | v Badeanstalt des Bezirks Lichtenberg |
| Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schaltheus | | | |

Die gestrichelt dargestellten Gebäude bezeichnen die geplante künftige Erweiterung des Werkes

Kessel sind paarweise an freistehende Blechschornsteine von 70 m Höhe angeschlossen.

Die Kohlenmahlanlage umfaßt vier Gruppen; jede Gruppe besteht aus einem mit Anzapfdampf geheizten Kahlentrockner von 24 t/h Durchsatz und zwei Pendelmöhlen von 24 t/h gesamtcr Mahlleistung. Durch vier Staubpumpen von je 50 t/h Förderleistung wird das Mahlgut nach Bedarf auf die Kohlenstaubbunker der einzelnen Kessel verteilt.

Das Rohkohlenlager kann bis zu 220 000 t stapeln. Zur Förderung dienen zwei fahrbare Brücken von je 140 t/h Leistung.

Bauzeit

Der erste Spatenstich erfolgte am 15. September 1925. Trotz eines allgemeinen Streiks von etwa zwei Monaten Dauer und verschiedener Teilstreike wurden folgende Fertigstellungstermine erzielt:

30 kV-Schaltheus: Inbetriebnahme des ersten Drittels am 15. August 1926, des zweiten Drittels am 2. Oktober 1926, des letzten Drittels (dessen Fertigstellung im Einvernehmen mit der BEWAG absichtlich zurückgestellt wurde) am 12. Mai 1927.

Maschinenanlage, Vorwärmanlage, Kesselhaus, Kohlenaufbereitung: Inbetriebnahme des ersten Drittels, teilweise mit vorläufigem Anschluß der Hilfs- und Betätigungsanlage, am 19. Dezember 1926.

Das Ziel, einen Teil der städtischen Winterspitze 1926/1927 durch das Kraftwerk Klingenberg übernehmen zu können, wurde dadurch erreicht.

Ende Januar 1927, nach Senkung der Winterspitze, gab die BEWAG der AEG das erste Drittel der Anlage frei zum Ausbau der vorläufigen Einrichtungen und zum endgültigen Anschluß der Hilfs- und Betätigungsanlagen.

	Probetrieb	Abnahme
Erstes Drittel	11. April 1927	25. April 1927
Zweites „	29. „ „	10. Mai „
Letztes „	23. Juli „	30. Juli „

Die erwähnten vorläufigen Einrichtungen für die erstmalige Inbetriebnahme des ersten Drittels der Maschinenanlage im Dezember 1926 waren bedingt durch die Forderung der BEWAG, über die Anlage trotz der durch die Streike hervorgerufenen Verzögerungen von rd. drei Monaten für die Winterspitze 1926/1927 verfügen zu können.

Vertraglich war die Fertigstellung des ersten Drittels des Kraftwerkes für den 15. Oktober 1926 vorgesehen; dieser Termin wäre ohne die Streiks eingehalten worden.

Vorbedingungen

In Abb. 1, S. 1829, sind die Spitzenlasten der BEWAG von 1918 bis 1926 eingetragen. Die ausgezogene Linie *a* kennzeichnet den jährlichen Anstieg der Spitzen-

last. Vor der in dieser Abbildung berücksichtigten wicklung war die Spitzenlast von 1910 bis 1916 (zu Hindenburg-Programm) jährlich um rd. 12 000 kW stiegen, 1917 dagegen um 40 000 kW gefallen. Sodann von 1918 an deutlich zwei Zeitabschnitte zu unterschei-

1918 bis 1923 (Währungsverfall),

1923 „ 1926 (Währungsfestigung).

Der mittlere jährliche Anstieg der Spitzenlast betrug

im ersten Abschnitt rd. 7 000 kW

„ zweiten „ „ 50 000 „

Der während des ersten Zeitabschnittes durch Zwangsmaßnahmen unterdrückten Entwicklung folgte eine Zeit außergewöhnlich schnellen Anstieges; die wurden sogar die Werte übertroffen, welche bei gleichmäßigem Steigen des Bedarfes nach Maßgabe der kriegszeit zu erwarten waren. Der Verbrauch auf Kopf der Einwohner betrug im Jahr 1926 rd. 195 k Ein Vergleich mit den entsprechenden Werten der G Städte anderer Länder, in denen das Mehrfache der genannten Zahlen erreicht wird, berechtigt zu der sich Voraussage eines weiteren erheblichen Anstieges Spitzenlast.

Der Reservegrad der Kraftwerke (Verhältnis Kraftwerkleistung zur Spitzenlast), der bereits Kriegsbeginn verhältnismäßig niedrig war (rd. 1, sank im ersten Jahr des zweiten Zeitabschnittes (19 unter 1, da die Werke während der Nachkriegszeit erweitert worden waren. Nach dem im Jahre 1917 mit Elektrowerken abgeschlossenen Vertrag konnte BEWAG der Fernleitung bis zu 60 000 kW entnehmen. diesem Umstand ist es zu verdanken, daß der Bedarf ansturm zu Beginn des zweiten Zeitabschnittes befriedigt werden konnte.

Betriebsbedingungen

Die BEWAG hat die frühere Art der Stromverteilung, wobei jedes Kraftwerk unabhängig arbeitete und einen stimmten Stadtteil versorgte, verlassen. Ein umfangreiches Netz von 30 kV-Kabeln verbindet die Kraftwerke mit Hauptumspannwerken und untereinander; dadurch man eine große Bewegungsfreiheit in der Verteilung Last auf die einzelnen Werke erreicht und die Vorbedingung geschaffen, um die Leistung von 200 000 300 000 kW, die eine Verdoppelung der Gesamtleistung bestehenden Kraftanlagen bedeutete, in einem einzigen Werk zu vereinigen, ohne die Ausnutzung seiner wärme wirtschaftlichen Überlegenheit durch Übernahme der Grundlast zu beschränken.

In Abb. 2 sind kennzeichnende Belastungslinien für einen Sommer- und einen Wintertag des Jahres 1926 dargestellt.

Die Bemessung der Maschinengröße für das Kraftwerk Klingenberg bot unter diesen Umständen keine Schwierigkeit. Man konnte die größten Maschinen wählen, die nach dem Stande der Technik gebaut wurden, und damit die Vorteile des Gro-



Lagerplatzbrücke mit Kohlenschüttgrube



Hauptturbine von 80 000 kW



Gesamtansicht des Großkraftwerkes Klingenberg von Süden

schinenbaues: die Verminderung des Dampfverbrauchs, allgemeine Verbilligung der Anlage und die Vereinigung des Betriebes, bis zur Grenze ausnutzen. Auch häufig gegen große Maschinen geltend gemachte Ein- und, daß sie eine verhältnismäßig große Maschinen-energie bedingen, ist bei der geschilderten Betriebsweise BEWAG hinfällig. Für das neue Kraftwerk allein deutet der dritte Maschinensatz vorerst allerdings eine Leistung von 50 vH; infolge der Ausgleichmöglichkeiten des Netzes steht er aber auch den übrigen Kraftwerken zur Verfügung; diese können entsprechend höher belastet werden. Auf die Gesamtschulter bezogen, beträgt die Leistung des dritten Maschinensatzes nur 20 bis 30 vH, also nicht mehr, als ohnehin erforderlich ist.

Die Wahl von drei Maschinengruppen entspricht der Bedarfszahl, die unter den geschilderten Bedarfsverhältnissen in Frage kam. Die Anlage ist in allen Teilen so dimensioniert, daß sie ohne Störung des Betriebes auf die doppelte Leistung, also auf 540 000 kW, erweitert werden kann.

Die Bedeutung des neuen Werkes für die Stromversorgung der größten deutschen Stadt bildete einen natürlichen Ansporn, allgemein mit der Verwendung technischer Neuerungen zur Verbilligung des Betriebes bis an die äußerste Grenze zu gehen. Das Großkraftwerk Klingenberg unterscheidet sich in der Bauart der Maschinen- und Kesselanlage, der Kohlaufbereitung, der elektrischen Ausrüstung und Gesamtgliederung wesentlich von allen bisherigen Großkraftwerken; es erscheint fast als ein Ergebnis, angesichts der Werte, die hier auf dem Spiele stehen, und der Bedeutung des von ihm versorgten Wirtschaftsgebietes.

Die Aufgabe wurde erleichtert durch die Art der Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Unternehmer; war getragen von einem Gefühl der Schicksalsgemeinschaft; beide bewiesen die gleiche Verantwortungsbereitschaft; das gegenseitige Vertrauen ist auch unter den schwierigsten Verhältnissen nicht in Frage gestellt worden.

Die Technik schuldet der BEWAG besonderen Dank für ihr entgegenkommendes Verhalten bei der Einführung der weitreichenden Neuerungen, die das Klingenbergkraftwerk aufweist.

Der Bauvertrag

Nach Abschluß der umfangreichen Vorarbeiten, deren Ergebnis die AEG in einem alle Berechnungen, Kostenanschläge und Zeichnungen enthaltenden kritischen Bericht zusammenfaßte, beauftragte die BEWAG am 9. Juli 1925 die AEG mit der Gesamtausführung des Werkes bis zur schlüsselfertigen Übergabe.

Der Auftrag umfaßte sämtliche Hoch- und Tiefbauten einschließlich des Stichkanals sowie die vollständige elektrische und maschinelle Einrichtung mit allen Hilfsanlagen für den ersten Ausbau des Kraftwerkes und des 30 kV-Schalthauses mit einer Maschinenleistung von 270 000 kW.

Die ursprüngliche Absicht der BEWAG, den Gesamtauftrag zu einem Pauschpreis zu vergeben und die AEG als Generalunternehmer zu bestellen, mußte aufgegeben werden; denn die Aufträge an die Unterlieferanten, die etwa $\frac{2}{3}$ der Gesamtkosten umfassen, waren hierfür noch nicht genügend geklärt; das Pauschabkommen hätte eine Verzögerung von mehreren Monaten bedingt und damit die von der BEWAG geforderte Bereitschaft des ersten Maschinensatzes für den Winter 1926/27 in Frage gestellt.

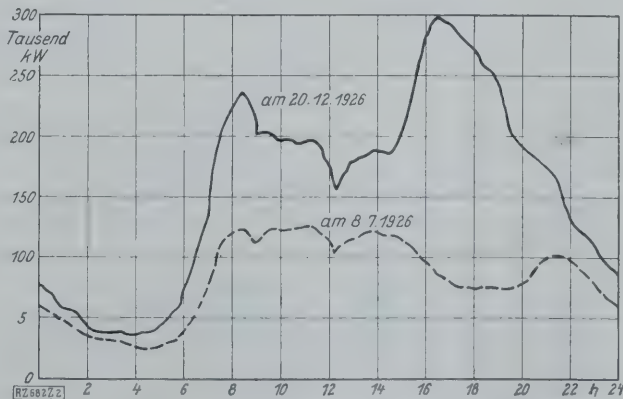


Abb. 2
Kennzeichnende Belastungslinien für einen Sommer- und einen Wintertag 1926

Man fand eine Lösung, die unter Vermeidung dieses Zeitverlustes dem Auftraggeber praktisch die gleiche Gewähr bot wie ein Pauschabkommen und dabei dem Unternehmer die notwendige Bewegungsfreiheit sicherte. Der Gesamtauftrag wurde in vier Einzelaufgaben unterteilt:

- Für die eigenen Lieferungen der AEG wurden Umfang und Lieferbedingungen im voraus vertraglich festgelegt; die Preise schlossen Einbau und Probebetrieb ein. Soweit zusätzliche Bestellungen an elektrischen Einrichtungen notwendig wurden, behielt die BEWAG sich die Wahl des Lieferers vor.
- Die AEG übernahm alle Obliegenheiten eines beratenden Ingenieurs im Sinne der Gebührenordnung der Ingenieure, von den Vorarbeiten bis zur schlüsselfertigen Übergabe der Gesamtanlage, umfassend den baulichen Teil mit Architektur und alle maschinellen und elektrischen Einrichtungen. Die Gesamtbearbeitung sollte im Einvernehmen mit der BEWAG erfolgen; die Lieferbedingungen und Vergütungen bedurften ihrer Genehmigung.
- Die AEG übernahm folgende Gewähr für die Gesamtanlage: Die von ihr angestellten Berechnungen und gewählten Anordnungen entsprechen dem heutigen Stande der Technik und berücksichtigen die bisherigen Erfahrungen; sie gewährleistet das gute Zusammenarbeiten der einzelnen Teile des Werkes, die Zweckmäßigkeit der für die Ausführung der Einzelteile angegebenen Anordnung und die Befolgung der zur Zeit gültigen behördlichen Vorschriften. Bei Überschreitung der Fertigstellungstermine (Betriebsbereitschaft von zwei Turbinen bis zum 10. Dezember 1926, dritte Turbine am 1. Oktober 1927) hat die AEG der BEWAG bestimmte Beträge zu vergüten. Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Werkes ist sorgfältig und gewissenhaft aufgestellt.
- Um jeden Zeitverlust zu vermeiden, der möglicherweise aus dem vorgeschriebenen Instanzenweg zwischen Bearbeitung und Genehmigung entstehen könnte, wurde ein Ausschuß aus bevollmächtigten Vertretern beider Parteien eingesetzt, der während der Bauzeit wöchentlich einmal zusammentrat und kurz über die der Genehmigung unterliegenden Fragen entschied. Die Niederschriften der Ergebnisse wurden nach der Sache planmäßig so geordnet, daß die Übersichtlichkeit der vielen Einzelentscheidungen und damit die Stetigkeit der Beschlüsse des Ausschusses gewahrt blieben.

Der Aufbau der umfangreichen Bauorganisation ist in Abb. 3 dargestellt. Links die AEG als ausführender Teil und rechts die BEWAG mit ihrer Organisation für Bauaufsicht und Betriebsüberleitung; darüber als letzte Instanz der gemischte Ausschuß.

Diese Vertragsform hat den Vorzug großer Anpassungsfähigkeit. Bei der kurzen Frist, die der AEG für die Ausarbeitung der Pläne zur Verfügung stand, und bei der großen Zahl von technischen Neuerungen mußte von vornherein mit Ergänzungen und Änderungen von Teillösungen während des Baues gerechnet werden. Eine Reihe von Verbesserungen sind auf diese Weise dem Werk zugute gekommen, die bei einem festen Pauschvertrag wahrscheinlich unterblieben wären.

Diese Vertragsform ist zweckmäßig, wenn neben dem wirtschaftlichen Gesichtspunkt bewußt die Förderung der Technik, also die Pioniertätigkeit in den Vordergrund gestellt wird, wie es die BEWAG tat. Der Pauschvertrag setzt dagegen im wesentlichen herkömmliche Bauweise voraus.

Eignung der Lage

Nachdem zugunsten des Nahkraftwerkes entschieden war, blieben als maßgebende Gesichtspunkte für die Bewertung der Lage: Grundstückskosten, Lage zum Verbrauchmittelpunkt, Beförderungsverhältnisse und Kühlwasserversorgung zu prüfen.

Das Kraftwerk liegt südöstlich des Rummelsburger Sees am Stadumfang; die Grundstückspreise waren

daher erträglich. Das Gelände gehörte außerdem Stadt. Zur Verfügung stand eine Fläche von 200 000 m², die, obwohl von der Köpenicker Chaussee durchschnitten, genügende Bewegungsfreiheit für zweckmäßige Gestaltung der Anlagen bot.

Für die Stromverteilung vom Kraftwerk aus kamen nur Hochspannungskabel in Frage. Aus überwiegenden Anteil der Kraftwerkleistung an der Gesamtversorgung entsprang die Notwendigkeit, das Spreehaus zum stärksten Knotenpunkt des 30 kV-Netzes zuzubilden und damit die unbeschränkte Entwicklungsmöglichkeit für die abgehenden Kabel zu fördern. Entfaltung der Kabel nach Norden und Süden ist breite Köpenicker Chaussee verfügbar; die Durchquerung der Spree sichert den Weg in westlicher Richtung. Entfernungen von den Unterwerken der Stadt sind verhältnismäßig klein, sie betragen durchweg nur wenige Kilometer.

Auch die Beförderungsverhältnisse liegen günstig: im Westen des Geländes die Spree mit einer Wasserfront von mehr als 600 m und praktischerweise ohne Schwankungen des Wasserspiegels; östlich unmittelbar angrenzend der Verschiebehof Rummelsburg. Beide Anfuhrmöglichkeiten ließen sich mit einfachen billigen Mitteln für das Werk nutzbar machen. Es ist reichlich Platz vorhanden zur Anlage eines Kohlenlagersplatzes für mehrmonatlichen Bedarf, so daß das Werk selbst bei Behinderung der Schifffahrt durch Frost und Wasserknappheit nicht von der Bahn abhängt und gegen unvorhergesehene Vorkommnisse in der Brennstoffversorgung weitgehend gesichert ist.

Die schwierigste Frage bei der Grundstückswahl für Großkraftwerke bilden in der Regel die Wasserverhältnisse. Die durch das Spreewasser abzuführende Wärmemenge entspricht etwa 95 vH der in den Hauptturbinen verlorenen Wärme. Ihre Verlustzahlen (handelt sich hierbei nicht um Garantie- oder Versuchswerte) betragen, wie in meinem Schlußaufsatz angegeben, folgende Werte:

$$\begin{aligned} \text{für Leerverlust} & \dots \dots a = 0,11 \\ \text{„ Lastverlust} & \dots \dots b = 2,08. \end{aligned}$$

Da die zugehörigen Vorwärmerturbinen 12,6 vH Leistung der Hauptturbinen haben, so beträgt die 1 kWh nutzbar abgegebene Arbeit (= 860 kcal) durch Spree abzuführende Wärmemenge:

$$\begin{aligned} a &= \frac{0,95}{1,126} 860 \left(\frac{0,11}{\mu} + 2,08 \right) \\ &= \frac{80}{\mu} + 1508 \text{ kcal/kWh.} \end{aligned}$$

μ = Nutzungsgrad der Maschinen = Verhältnis der mittleren Belastung zur Vollast.

Die Kühleistung eines Flusses entspricht allgemein der Summe aus Strömungskühlung des Flusses und Oberflächenkühlung zwischen Ein- und Auslauf des Kühlwassers.

Die Oberflächenkühlung kommt nur dann in Frage, wenn der Kühlwasserbedarf größer ist als die Strommenge des Flusses und daher ein Teil des Kühlwassers von der Auslaufstelle zur Einlaufstelle zurückfließt. Nach Erfahrungen an anderer Stelle darf als Mindestwert der spezifischen Oberflächenkühlung (Verdunstung + Erwärmung) gerechnet werden $k = 22,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}$.

Die Oberfläche des Flusses zwischen Ein- und Auslauf des Kühlwassers beträgt rd. $385 \cdot 180 = 70\,000 \text{ m}^2$. Man kann annehmen, daß davon 70 vH oder rd. 50 000 m² ausgenutzt werden.

Die Spree hat etwa folgende mittlere Wassertemperaturen:

in den Sommermonaten	rd. 20 °C,
in den Wintermonaten	rd. 3 °C,
Höchsttemperatur	25 °C.

Wir rechnen hiernach mit einer zulässigen Erwärmung des Kühlwassers um rd. 10 °C. Wird der Kühlwasserstrom des Kraftwerkes so eingestellt, daß sich das nach der Eintrittsstelle zurückfließende Wasser

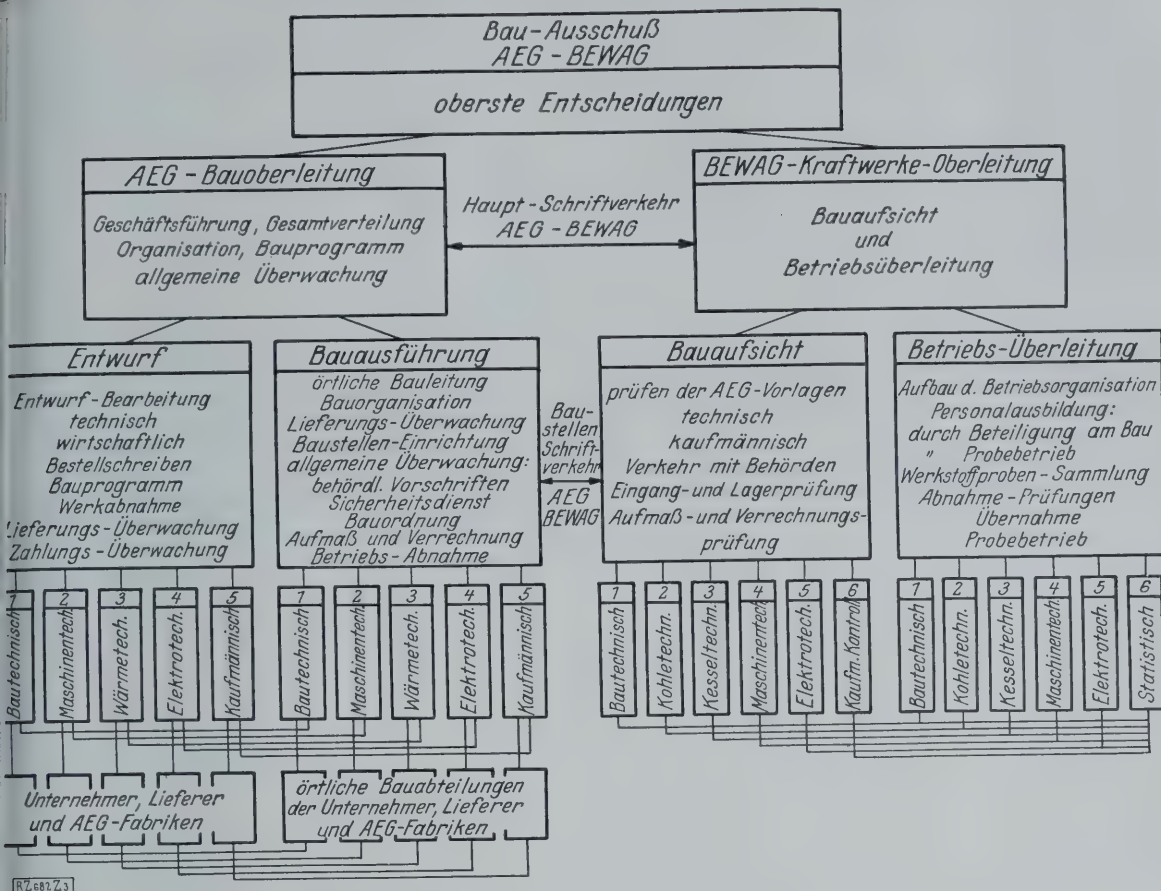


Abb. 3 Aufbau der Bauorganisation für das Großkraftwerk Klingenberg

abkühlt, so beträgt die mittlere Übertemperatur
ekläufigen Wassers

$$\Delta t = \frac{10 + 8}{2} = 9^{\circ}\text{C}.$$

diesen Annahmen erhält man folgende Kühlwir-

erflächenkühlung:

$$K_0 = 22,5 \cdot 50\,000 \cdot 9 = 10 \cdot 10^6 \text{ kcal/h}$$

Smungskühlung:

$$K_{St} = 3600 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot z_w = 36 \cdot 10^6 z_w \text{ kcal/h}$$

$$K = (10 + 36 z_w) 10^6 \text{ kcal/h} \dots \dots \dots (2)$$

(z_w = Wassermenge des Flusses in m^3/s).

ie bei der Kühlwirkung K erzielbare Stunden-
ng des Kraftwerkes beträgt:

$$L_K = \frac{K}{q} = \frac{(10 + 36 z_w) 10^6 \mu}{80 + 1508 \mu}$$

$$\text{da } \mu = \frac{L_K}{90\,000 z_M} \text{ (} z_M = \text{Zahl der im Betriebe befind-}$$

Maschinen),

$$L_K = 6640 + 23\,900 z_w - 4780 z_M \text{ kWh/h} \dots \dots (3)$$

Gleichung entspricht angenähert der einfachen Be-

$$L'_K = 23\,000 z_w \text{ kWh/h} \dots \dots \dots (4).$$

nmittelbare Messungen der Rummelsburger Strö-
liegen, soweit unsere Ermittlungen reichen, nicht
Nach Angabe des Wasserbauamtes Potsdam ergeben
die bei Fürstenwalde gemessenen Werte ein hin-
nd genaues Bild, wenn sie entsprechend der Ver-
rungs des Niederschlagsgebietes mit 1,6 multipliziert
n. Die derart gewonnenen Ergebnisse sind in
4 wiedergegeben. Die voll ausgezogene Linie zeigt
Monatsmittel aus den Jahren 1902 bis 1910; die
ungen des Jahres 1911, das sich durch einen un-

Zahlentafel 1
Zulässige Belastung in Abhängigkeit von
der Flußströmung

Strömende Wasser- menge zu m^3/s	Zulässige Belastung L_K		Abweichung der Näherungs- gleichung vH
	nach Gl. (3) kWh/h	nach Näherungs- gleichung (4) kWh/h	
5	116 600	115 000	- 1,4
10	231 300	230 000	- 0,6
15	346 000	345 000	- 0,3
20	456 000	460 000	+ 0,9
23,5	540 000	540 000	0

gewöhnlich heißen und trockenen Sommer auszeichnete,
sind besonders eingetragen. In letzterem Fall betrug die
Mindestmenge $8 \text{ m}^3/\text{s}$, gegenüber einem mittleren Mindest-
wert der Jahre 1902 bis 1910 von $24 \text{ m}^3/\text{s}$.

Aus den Werten von Zahlentafel 1 erhält man demnach
für die Kühlwasserverhältnisse des Klingenberg-Werkes
etwa folgendes Bild: Für den ersten Ausbau reicht die
Kühlung aus. Selbst in einem heißen Sommer können
zwei Maschinengruppen voll betrieben werden. Nach
vollem Ausbau des Werkes genügt die Kühlwassermenge
im normalen Sommer (etwa $20 \text{ m}^3/\text{s}$) für den Vollbetrieb
von fünf Maschinengruppen.

Man entschloß sich hiernach, für den Erweiterungs-
bau die Möglichkeit des Einbaus einer besonderen Rück-
kühlanlage vorzusehen, zumal nicht klar zu übersehen
war, welche Wirkung die Temperaturerhöhung des
Flußwassers bei Wassermangel ausüben würde. In den
Auslaufkanal wurde daher ein Abzweig eingebaut, so daß
der Kanal an die gegebenenfalls später aufzustellenden
Kühltürme ohne Betriebsstörung angeschlossen werden
kann.

Betriebstechnische Grundlagen

Der thermische Wirkungsgrad von Kondensations-
turbinen steigt mit der Überhitzung und in geringerem
Maße mit der Spannung des Frischdampfes. Je höher die

Spannung, desto größer der durch Vorwärmung, also mit höchstem Wirkungsgrad ausnutzbare Anteil der Energiegewinnung aus Dampf.

Die Temperatur ist durch die Haltbarkeit der für Turbinen verfügbaren Baustoffe nach oben hin begrenzt; sie wurde nach dem heutigen Stande der Technik mit 400° an der Turbine, entsprechend rd. 410° am Kesselaustritt, gewählt. Zwischenüberhitzung des Dampfes kam u. a. deshalb nicht in Frage, weil die zu ihrer konstruktiven Lösung erforderliche Zeit die Fertigstellung in unzulässiger Weise verzögert hätte.

Damit war die Dampfspannung bestimmt: bei gleicher Anfangstemperatur und gleicher Luftleere erhöht sich der Wassergehalt des Dampfes in den unteren Druckstufen mit zunehmender Frischdampfspannung; es empfahl sich daher, nicht über 32,5 at Überdruck an der Turbine hinauszugehen, entsprechend etwa 35 at am Kessel; die genehmigte Spannung beträgt 37 at.

Bei diesen Dampfverhältnissen wird der thermische Wirkungsgrad der Energieerzeugung durch Vorwärmung um etwa 8 bis 9 vH verbessert. Das ergibt bei 40 vH mittlerem Lastgrad eine jährliche Kohlenersparnis von mindestens 200 000 *M* für jeden Maschinensatz; damit werden die durch die Vorwärmung bedingten Mehrkosten der Anlage in wenigen Jahren getilgt.

Die Anordnung der Vorwärmanlage ist in neuartiger Weise den besonderen Verhältnissen von Großkraftwerken angepaßt worden; der hier eingeschlagene Weg scheint geeignet, den zukünftigen Kraftwerkbau maßgebend zu beeinflussen: die Maschinensätze der Großkraftwerke stellen Werte von vielen Millionen Mark dar. Einfachheit und Betriebsicherheit sind daher allen anderen Forderungen voranzustellen. Anzapfstellen zur Entnahme von Vorwärmdampf und die dazu nötigen Regeleinrichtungen bedeuten Glieder, die, so einwandfrei sie auch durchgebildet sein mögen, Störungen ausgesetzt sind und dabei u. U. die Abschaltung des ganzen Maschinensatzes notwendig machen können.

Im Großkraftwerk Klingenberg sind daher die Hauptturbinen unter Vermeidung von Anzapfstellen als einfache Kondensationsmaschinen ausgeführt. Die Vorwärmung erfolgt durch besondere Anzapf-Gegendruckturbinen, die gleichzeitig zur Versorgung des Eigenverbrauches dienen und das Aufstellen besonderer Hilfsturbinen ersparen. Man erreichte damit den weiteren Vorteil, daß die verwickelte Vorwärmanlage und das Ge-

wirr ihrer Rohrleitungen, die bei Anzapfung der Maschinen im Kondensationskeller hätten unterworfen werden müssen, mit den viel kleineren Vorwärmern in einem besonderen Raum übersichtlich angeordnet werden konnten. Mit Rücksicht auf den doppelten der Vorwärmerturbinen ist jede von ihnen mit eigenen Hilfskondensator ausgerüstet, der selbst geschaltet wird, wenn die Hauptmaschine und der Kondensat ausfällt. Die Vorwärmerturbine läuft in Fall unabhängig von der Hauptmaschine als einfache Kondensationsmaschine; dabei genügt ihre Leistung Eigenverbrauch zu decken.

Umgekehrt wird bei Ausfall einer Vorwärmerturbine die Vorwärmung selbsttätig durch gedrosselten Dampf übernommen, dessen Zusatzmenge sich nach dem Druck im Vorwärmer regelt.

Bei normalem Vorwämbetrieb fließt die Überenergie der Vorwärmerturbinen über besondere Formatoren den Sammelschienen des 30 kV-Schaltzuges, s. Abb. 1, S. 1891. Damit wird eine zusätzliche Leistung für die Eigenversorgung erzielt.

Es ist wirtschaftlich bedeutungslos, mehr als zwei Stufen zur Vorwärmung zu verwenden. Außerschwert jede zusätzliche Stufe die Regelung. Die Vorwärmerturbinen sind daher als Gegendruckturbinen einer einzigen Anzapfstelle ausgebildet.

Jede Hauptmaschine ist mit ihrer Vorwärmerturbine und ihrer Vorwärmanlage so entworfen, daß jede Maschinengruppe eine Hauptmaschine, eine Vorwärmerturbine und das zugehörige Feld der Vorwärmung umfaßt und eine Gesamtleistung von 90 000 kW erzielt.

Bei der schon recht häufigen Verwendung von Kohlenstaubeuerung in Kraftwerken bietet die Erörterung des Für und Wider an sich kein besonderes Interesse mehr. Die Tatsache jedoch, daß in dem Werk des Festlandes (270/540 000 kW Leistung) sämtliche Dampferzeugung ausschließlich auf Kohlenstaubeuerung beruht, bedeutet ein Merkmal, das eine Klärung bedarf.

Die Überlegenheit der Staubeuerung in bezug auf den Wärmewirkungsgrad wird teilweise bestritten. In der Klärung hierzu mag in dem einen oder anderen Falle gegeben sein, wenn lediglich die aus Versuchen bestimmten Vollast-Wirkungsgrade zum Vergleich herangezogen werden; den Ausschlag geben aber die im schen Dauerbetrieb erzielten Ergebnisse.

Durch die leichte Anpassung an den schwankenden Lastverlauf entfällt ein erheblicher Teil des durch den Lastverlauf bedingten Verbrauchs. Die Staubeuerung ist leicht regelbar und weniger empfindlich gegen Änderung der Beschaffenheit der Kohle; sie arbeitet daher sicher und mit gleichmäßig hohem Wirkungsgrad. Die im praktischen Betrieb mit Staubeuerung erzielte Kohlenersparnis ist je nach dem Lastgrad auf mindestens 8 vH zu veranschlagen.

Im Gegensatz zur Kettenrostfeuerung gestattet die Staubeuerung, die verschiedensten Kohlenarten bis zu der minderwertigsten Sorte zu verwenden. Bei dem großen Kohlenverbrauch im Großkraftwerk Klingenberg, der in wenigen Jahren voraussichtlich mehrere Tausend Tonnen täglich betragen wird, ist dieser Gesichtspunkt von ausschlaggebender Bedeutung. Neben der Ersparnis durch Verfeuern minderwertiger Kohle vergrößerte man damit den Markt für die Deckung des Bedarfs, die Möglichkeiten zur Ausnutzung der Lastschwankungen und die allgemeine Sicherheit der Kohlenversorgung.

Ein weiterer Vorteil der Staubeuerung besteht in der Verwendbarkeit von Schmelzkoks; das Werk ist vornehmlich so angelegt, daß es hinreichend Platz hat, um gegebenenfalls eigene Schmelzanlagen zu errichten und den Schmelzkoks selbst herzustellen. Überdies läßt sich die für Staubeuerung entworfenen Kessel auch mit Öl oder Gas befeuern, falls die im Fluß begriffene Entwicklung der Kohlenveredelung diese Möglichkeiten zu öffnen sollte.

Die durch die Kohlenmahlanlage bedingte Verfeuerung der Kohle wird im wesentlichen ausgeglichen durch die bei Staubeuerung erzielbare größere Leistung.

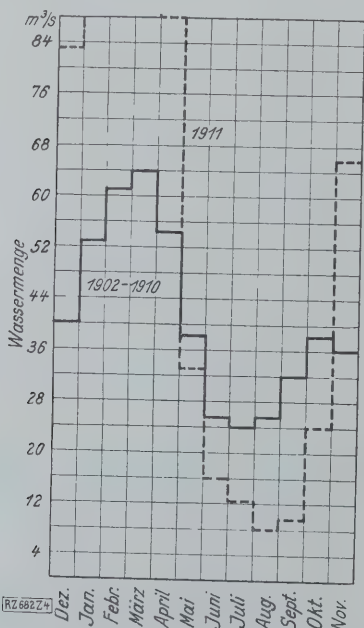
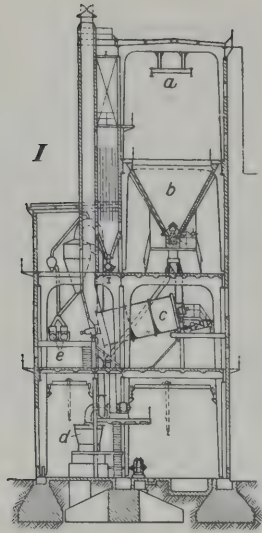
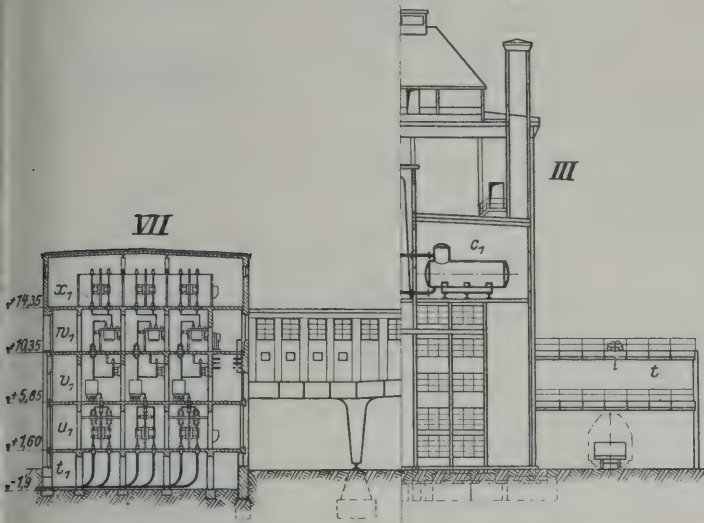
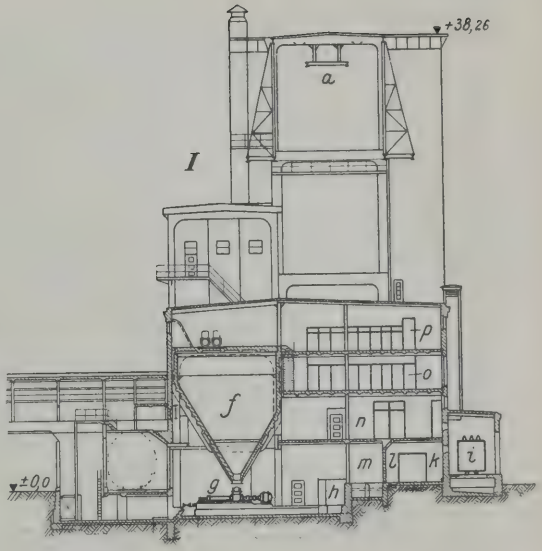
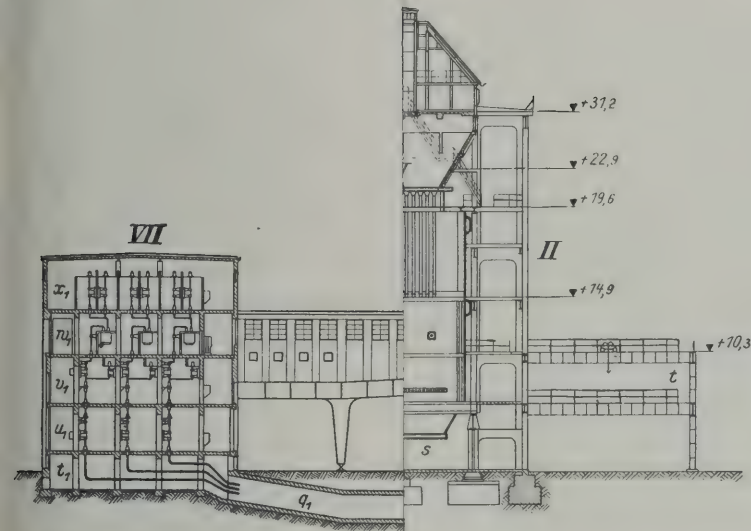


Abb. 4
Wassermenge der Spree bei Rummelsburg als Monatsmittel für 1902 bis 1910 u. f. 1911

Abb. 4
Wassermengen der Spree bei Rummelsburg. Monatsmittel 1902/10 und 1911

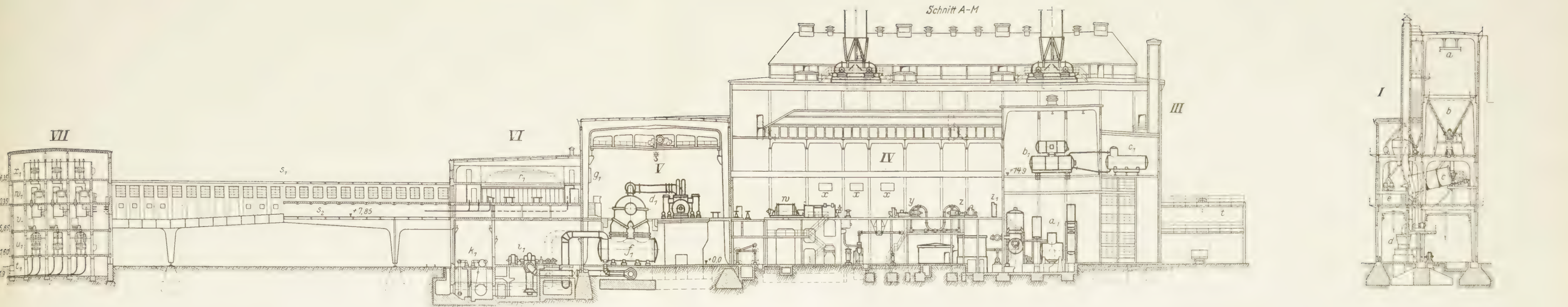


Wärmanlage und Kohlenaufbereitung

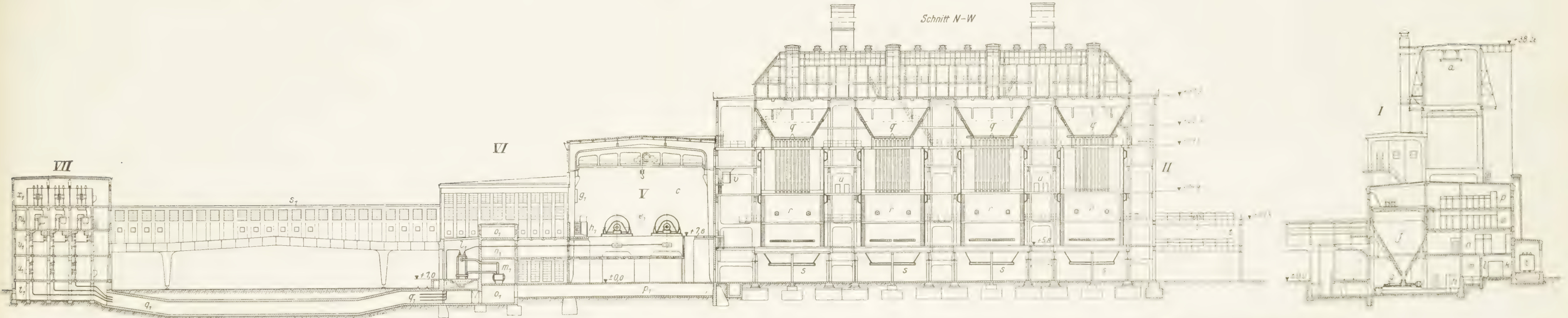


A, Verbindungsbrücke und Kohlenaufbereitung

- a Fahrbahn für
b Rohkohlen
c Kohlentrockner
d Kohlenmühle
e Kohlenstaub
f Kohlenstaub
g Kohlenstaub
h Schalttafel für
i Transformatoren
k Zellen für 6
l " " 6
m Ölschalter-Be
n Raum für di
o 380 V-Schalt
p Raum für di
- l₁ Haupttransformatoren 44 000 kVA
m₁ Kühlanlage für Transformatorenöl
n₁ Raum für blanke Stromschienen
o₁ Kabelräume
p₁ Kabelkanal zum Kesselhaus
q₁ Kabelkanal für 30 kV-Kabel
r₁ Warte
s₁ Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schaltheis
s₂ Kanal für Meß- und Betätigungskabel in s₁
- VII. 30 kV-Schaltheis
t₁ Kellergeschoß: Kabelendverschlüsse
u₁ Erdgeschoß: Kabel-Trennschalter
v₁ 1. Obergeschoß: Reaktanzen
w₁ 2. Obergeschoß: Ölschalter
x₁ 3. Obergeschoß: Sammelschienen und Trennschalter



Schnitt durch 30 kV-Schaltheis (Kabelfeld), Verbindungsbrücke, Maschinenhausvorbau (Warte und Kondensationspumpen), Maschinenhaus, Vorwärmanlage und Kohlenaufbereitung



Schnitt durch 30 kV-Schaltheis (Stromerzeugerfeld), Verbindungsbrücke, Maschinenhausvorbau (44 000 kVA-Transformatoren), Maschinenhaus, Kesselhaus A, Verbindungsbrücke und Kohlenaufbereitung

I. Kohlenaufbereitung

- a Fahrbahn für Rohkohlenförderung
- b Rohkohlenbunker
- c Kohlentrockner
- d Kohlenmühle
- e Kohlenstaubschnecken
- f Kohlenstaubbunker
- g Kohlenstaubbunker
- h Schalttafel für Kohlenstaubverteilung
- i Transformatoren 6000/380 V für Eigenbedarf
- k Zellen für 6 kV-Kabelendverschlüsse
- l " " 6 kV-Ölschalter
- m Ölschalter-Bedienungsgang
- n Raum für die 6 kV-Sammelschienen
- o 380 V-Schalttafeln
- p Raum für die 380 V-Sammelschienen und -Reaktanzen

II und III. Kesselhäuser A und B

- q Kohlenstaubbunker
- r Kessel
- s Aschenkeller
- t Entladegerüste
- u Kesselbedienungsstafeln
- v Kommandotafel für Kesselhaus

IV. Vorwärmanlage

- w Vorwärmerturbinen
- x Kommandotafeln für w
- y Kesselspeisepumpen mit Dampftrieb
- z Kesselspeisepumpen mit elektrischem Antrieb
- z1 Schalt- und Überwachungsstafeln

- a1 Speisewasseraufbereitung
- b1 Anzapfdampf-Vorwärmer
- c1 Speisewasserbehälter

V. Maschinenhaus

- d1 Hauptturbinen 80 000 kW
- e1 Hauptstromerzeuger je 44 000 kVA
- f1 Kondensatoren
- g1 Kommandotafel für Hauptturbine
- h1 Schalttafel für Hauptturbine

VI. Maschinenhausvorbau

- i1 Kondensationspumpen
- k1 Kühlwasserreinigung

- l1 Haupttransformatoren 44 000 kVA
- m1 Kühlanlage für Transformatorenöl
- n1 Raum für blanke Stromschienen
- o1 Kabelräume
- p1 Kabelkanal zum Kesselhaus
- q1 Kabelkanal für 30 kV-Kabel
- r1 Warte
- s1 Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schaltheis
- s2 Kanal für Meß- und Betätigungskabel in s1

VII. 30 kV-Schaltheis

- t1 Kellergeschoß: Kabelendverschlüsse
- u1 Erdgeschoß: Kabel-Trennschalter
- x1 1. Obergeschoß: Reaktanzen
- w1 2. Obergeschoß: Ölschalter
- x1 3. Obergeschoß: Sammelschienen und Trennschalter

Träger: Die Richtlinien für den Entwurf der Anlage

0 V für Eigenbedarf
dverschlüsse
er
ng
taubverteilung
Kohlenstaubleitun-

II. Kesselhaus A
III. Kesselhaus B

- m_1 Steilrohrkessel
- m_2 Gruppenrohrkessel
- n Kesselbedienungsstafeln
- o Entladegerüste
- p Kohlensäure-Löschleinrichtung
- p_2 Aschengrube

IV. Vorwärmanlage

- q Vorwärmerturbinen 10 000 kW
- r Kesselspeisepumpen mit Dampftrieb
- s Kesselspeisepumpen mit elektrischem Antrieb
- s_1 Überwachungstafel der Vorwärmanlage
- s_2 Schalttafeln der Kesselspeisepumpen und Hilfsbetriebe der Vorwärmanlage
- s_3 Meßtafel der Vorwärmerturbinen
- s_4 Selbstschreibende Meßgeräte der Vorwärmerturbinen
- t Anzapfdampf-Vorwärmer
- u Speisewasserbehälter
- u_1 Kondensatbehälter

V. Maschinenhaus

- v Hauptturbinen 80 000 kW
- w Fundament der Hauptturbine 3 mit Kondensator
- x Schalttafeln der Hauptturbinen
- y Montageraum
- z Eisenbahngleis
- z_1 Kabelkanäle zum Kesselhaus
- z_2 Kanal für blanke Stromschienen

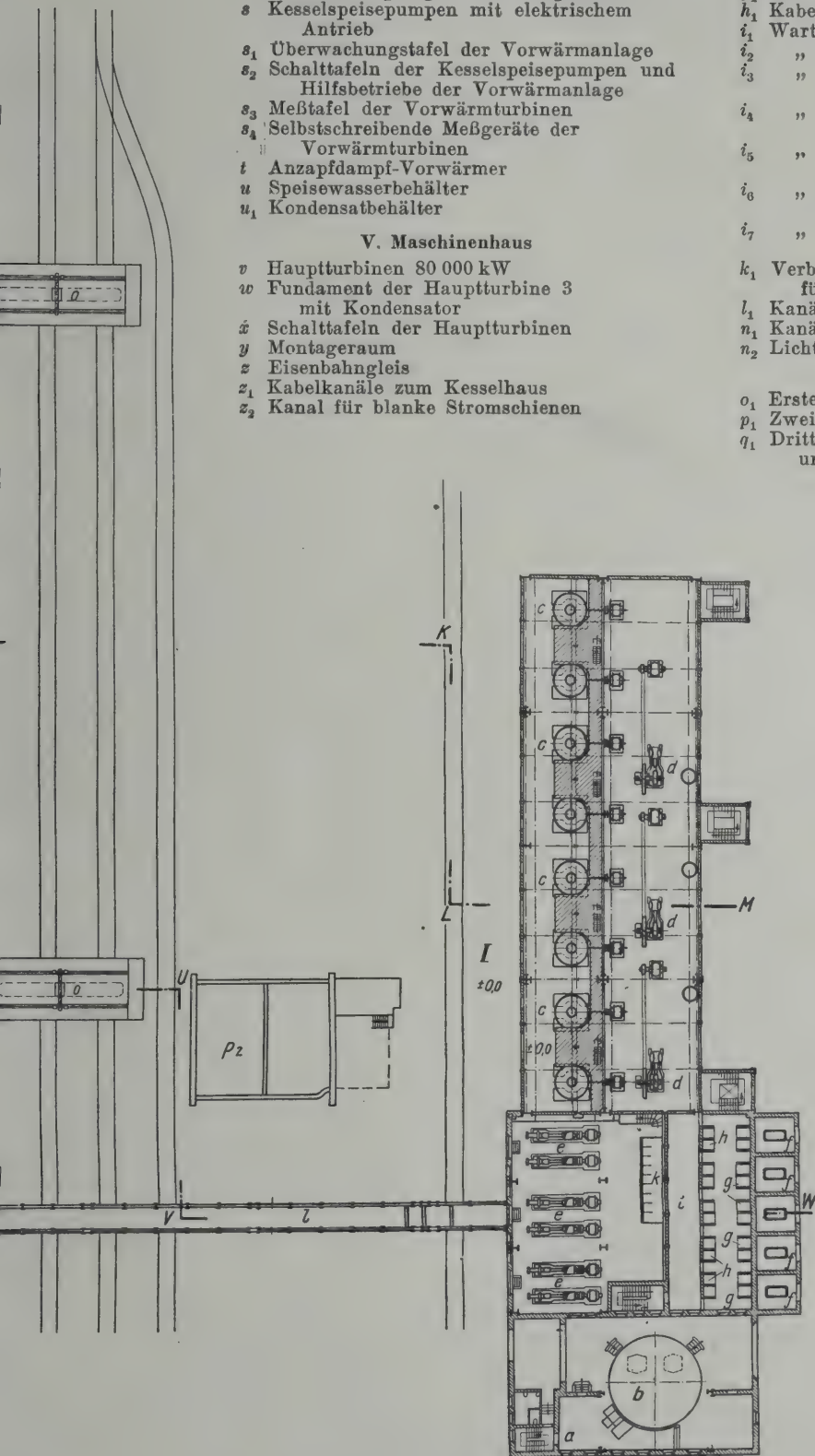
VI. Maschinenhausvorbau

- a_1 44 000 kVA-Transformatoren der Hauptmaschinen
- b_1 12 500 kVA-Transformatoren der Vorwärmmaschinen
- c_1 Ölkühlanlagen der Transformatoren
- d_1 Umformerraum
- e_1 6 kV- und Gleichstrom-Schalttafel
- e_2 Gleichstrom-Sammelschienen und -Selbstschalter
- f_1 6 kV- und Gleichstrom-Schaltanlage
- g_1 6 kV-Ölschalter
- h_1 Kabelendverschlüsse
- i_1 Warte, erster Ausbau
- i_2 " Erweiterung
- i_3 " Meßgerätestafel der Stromerzeugergruppen
- i_4 " Tafel für Überwachung der Turbinen- und Kesselanlagen
- i_5 " Schalttafel für Kabelgruppen und Schnellregler
- i_6 " Schaltpulte der Stromerzeugergruppen
- i_7 " Tafel der Zähler und selbstschreibenden Meßgeräte
- k_1 Verbindungsbrücke mit Kanal für Meß- und Betätigungskabel
- l_1 Kanäle für 30 kV-Kabel
- n_1 Kanäle für Kühlwassereinlauf
- n_2 Lichthof

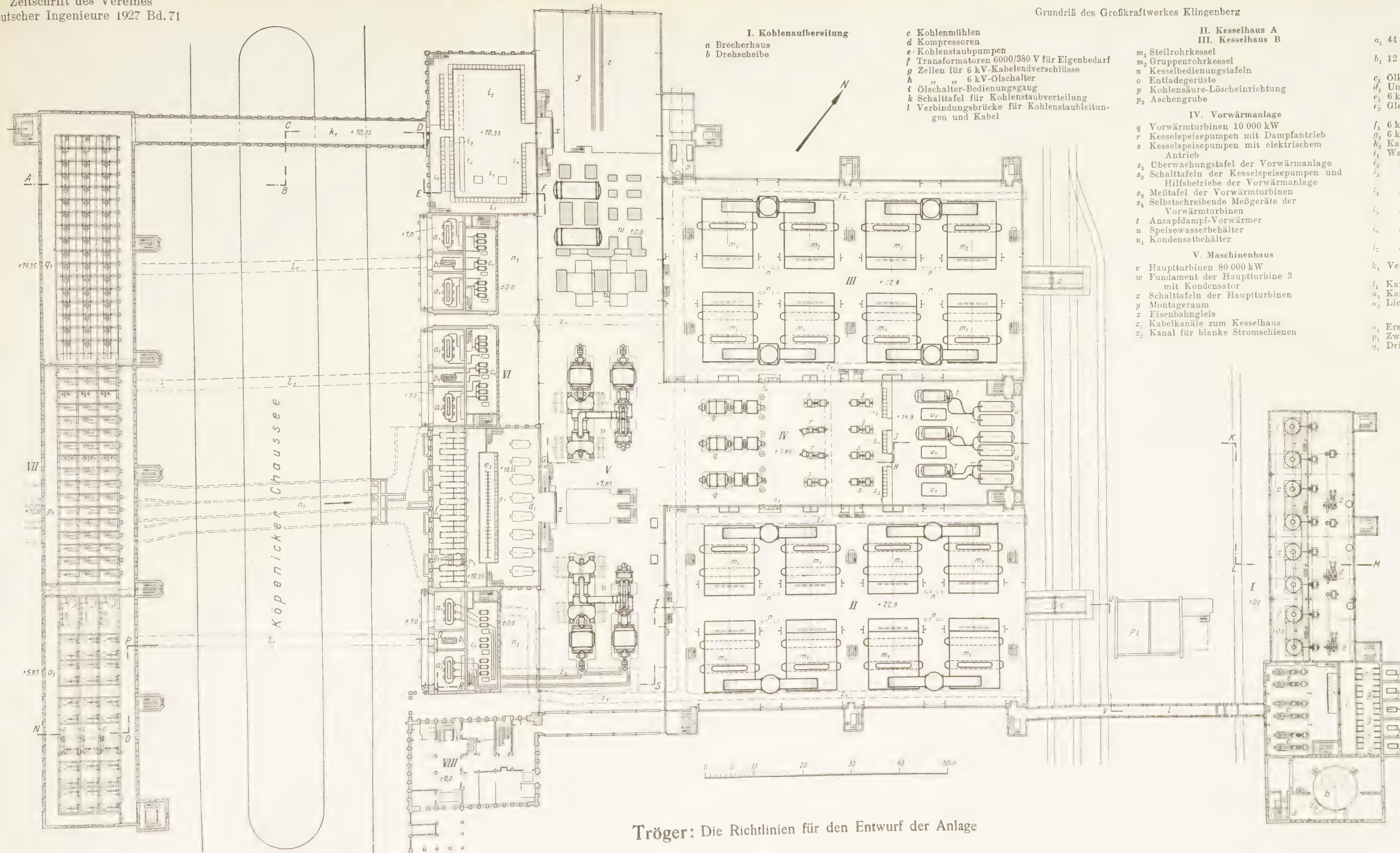
VII. 30 kV-Schaltheis

- o_1 Erstes Obergeschoß: Reaktanzen
- p_1 Zweites Obergeschoß: Ölschalter
- q_1 Drittes Obergeschoß: Sammelschienen und Trennschalter

VIII. Verwaltungsgebäude



Grundriß des Großkraftwerkes Klingenberg



Träger: Die Richtlinien für den Entwurf der Anlage

I. Kohlenaufbereitung

- a Brecherhaus
- b Drehscheibe

- c Kohlenmühlen
- d Kompressoren
- e Kohlenstaubpumpen
- f Transformatoren 6000/380 V für Eigenbedarf
- g Zellen für 6 kV-Kabelendverschlüsse
- h " " 6 kV-Ölschalter
- i Ölschalter-Bedienungsgang
- k Schalttafel für Kohlenstaubverteilung
- l Verbindungsbrücke für Kohlenstaubleitungen und Kabel

II. Kesselhaus A
III. Kesselhaus B

- m₁ Steilrohrkessel
- m₂ Gruppenrohrkessel
- n Kesselbedienungsstufen
- o Entladegerüste
- p Kohlenstaub-Löscheinrichtung
- p₂ Aschengrube

IV. Vorwärmanlage

- q Vorwärmerturbinen 10 000 kW
- r Kesselspeisepumpen mit Dampfantrieb
- s Kesselspeisepumpen mit elektrischem Antrieb
- s₁ Überwachungstafel der Vorwärmanlage
- s₂ Schalttafel der Kesselspeisepumpen und Hilfsbetriebe der Vorwärmanlage
- s₃ Meßtafel der Vorwärmerturbinen
- s₄ Selbstschreibende Meßgeräte der Vorwärmerturbinen
- t Anzapfdampf-Vorwärmer
- u Speisewasserbehälter
- u₁ Kondensatbehälter

V. Maschinenhaus

- v Hauptturbinen 80 000 kW
- w Fundament der Hauptturbine 3 mit Kondensator
- x Schalttafel der Hauptturbinen
- y Montageaum
- z Eisenbahngleis
- z₁ Kabelkanäle zum Kesselhaus
- z₂ Kanal für blanke Stromschienen

VI. Maschinenhausvorbau

- a₁ 44 000 kVA-Transformatoren der Hauptmaschinen
- b₁ 12 500 kVA-Transformatoren der Vorwärmmaschinen
- c₁ Ölkühlanlagen der Transformatoren
- d₁ Umformerraum
- e₁ 6 kV- und Gleichstrom-Schalttafel
- e₂ Gleichstrom-Sammelschienen und -Selbstschalter
- f₁ 6 kV- und Gleichstrom-Schaltanlage
- g₁ 6 kV-Ölschalter
- h₁ Kabelendverschlüsse
- i₁ Warte, erster Ausbau
- i₂ " Erweiterung
- i₃ " Meßgerädetafel der Stromerzeugergruppen
- i₄ " Tafel für Überwachung der Turbinen- und Kesselanlagen
- i₅ " Schalttafel für Kabelgruppen und Schnellregler
- i₆ " Schalttafel der Stromerzeugergruppen
- i₇ " Tafel der Zähler und selbstschreibenden Meßgeräte
- k₁ Verbindungsbrücke mit Kanal für Meß- und Betätigungskabel
- l₁ Kanäle für 30 kV-Kabel
- n₁ Kanäle für Kühlwassereinlauf
- n₂ Lichtloft

VII. 30 kV-Schaltheis

- a₁ Erstes Obergeschoß: Reaktanzen
- p₁ Zweites Obergeschoß: Ölschalter
- q₁ Drittes Obergeschoß: Sammelschienen und Trennschalter

VIII. Verwaltungsgebäude

chenleistung des einzelnen Kessels. Außerdem läßt sich die erforderliche Wärme einfacher und bequemer führen.

Die Staubfeuerung versprach daher der Rostfeuerung gegenüber so viele Vorteile, daß ihre ausschließliche Anwendung selbst auf die Gefahr eines Wagnisses hin rechtfertigt war.

Im Großkraftwerk Klingenberg wird erstmalig Dampf zum Trocknen von Steinkohle verwandt. Die Vorteile der Dampftrocknung vom betriebstechnischen Standpunkt sind offenbar. Abgesehen von der Einfachheit und Bequemlichkeit der Handhabung und dem geringen Platzbedarf arbeitet sie mit günstigem Wärmeverbrauch, da Abdampf verwandt und etwa die Hälfte bei einem normalen Kraftmaschinenprozeß aus dem Dampf gewinnbaren Energie in den Vorwärturbinen nutzbar gemacht wird, bevor der Dampf in die Trockner gelangt.

Die Trockner konnten ohne Schwierigkeit für einen Ersatz von 25 t/h an Steinkohle bemessen werden; ein Trockner reicht daher bei 20stündigem Betrieb für rd. 500 kWh täglich aus.

Anordnung des Werkes

Die Bezeichnung „Großkraftwerk“ hat nur dann einen Sinn, wenn Vergrößerung der Gesamtleistung und Vervollkommen der Anlage einander bedingen und ihre Wechselbeziehung die Kosten der Stromerzeugung angemessen verringert werden. Die unter diesem Gesichtspunkt für Großkraftwerke entwickelten Einrichtungen haben allmählich zu Abmessungen geführt, die nicht nur das einwandfreie Zusammenarbeiten der verschiedenen Teile der Anlage miteinander, sondern auch die Möglichkeit des Einzelbetriebs in Frage stellen, um die unmittelbare Bedienung beibehalten wird; die Maschinenhalle ist, obwohl nur mit drei Gruppen besetzt, sehr lang; die Kesselhöhe beträgt rd. 30 m; ähnlich verhält es sich mit den übrigen Teilen der Anlage.

Der Bau eines Großkraftwerkes drängt auf der ganzen Linie zu Automatisierung, Fernüberwachung und Fernbetrieb sämtlicher Bedienungs- und Anzeigevorrichtungen und damit zur Verallgemeinerung des Verfahrens, das man für elektrische Schaltanlagen seit Jahren anwendet. Die Abneigung des Maschineningenieurs hiergegen, so richtig sie im Einzelfall sein mag, muß überwunden werden. Erschwerend wirkt der Umstand, daß die Aufgabe in der Hauptsache nur mit elektrischen Mitteln lösbar ist und somit in ein dem Maschinenbau weniger vertrautes Gebiet übergreift. Zweifellos wäre das Großkraftwerk Klingenberg weniger gelungen, wenn dieser Gesichtspunkt nicht von vornherein und bewußt beim Entwurf Geltung gefunden hätte.

Die Erfahrungen im Schaltwerkbau haben gelehrt, daß der Fernantrieb die allgemeine Anordnung des Werkes wesentlich verändert; die Rücksicht auf die unmittelbare Übersichtlichkeit der Gesamtanlage verliert an Bedeutung; statt dessen werden schärfere Abgrenzung und eine vollere Gruppierung der Teilbetriebe nach den besonderen Aufgaben, die sie zu erfüllen haben, wichtig.

Von der Unterbringung von Teilen der Anlage in geschlossenen Räumen und besonderen Gebäuden kann man unbedenklich Gebrauch machen, falls dadurch die Übersichtlichkeit der betreffenden Teilbetriebe, die als erstes Gesetz gilt, erhöht wird. Die Bedienung erfolgt mittels Fernsteuerung von zentral aufgestellten Tafeln. Es Bestreben geht dahin, die Steuerung mehrerer Teilbetriebe auf einer gemeinsamen Tafel zusammenzufassen, um wenigstens die Möglichkeit hierzu vorzusehen, falls man lieber schrittweise vorgehen will.

Für die Gesamtüberwachung der Teilbetriebe und für die Geschlossenheit des Handelns, insbesondere in Störfällen, ist die Warte verantwortlich, die die Haupttafel mit den zur Beurteilung der Betriebszustände nötigen Anzeige- und Schreibgeräte des ganzen Kraftwerkes aufgestellt wird. Die Warte, die bisher nur die elektrische Schaltung bediente, erhält die Leitung des gesamten Werkes und damit eine wesentlich erhöhte Bedeutung.

Das Großkraftwerk nähert sich mit dieser Entwicklung einer geschlossenen Maschine, deren Glieder zwangsläufig ineinandergreifen und die nur von einer Stelle aus angelassen und bedient zu werden braucht, um ihren Zweck der Stromerzeugung zu erfüllen.

Nimmt man Abb. 1 und Tafel 7 und 8 zur Hand, so scheint auf den ersten Blick die Wasserfront ungenügend ausgenutzt. Das unmittelbar am Wasser gelegene und an sich ausreichende Grundstück südwestlich der Straße Rummelsburg-Köpenick hätte zweifellos die Anlagen für die Kühlwasserentnahme und die wasserseitige Anfuhr der Kohle verbilligt. Entscheidend für die Wahl des vom Wasser abgelegenen Grundstückes waren die größere Entwicklungsfreiheit und die Rücksichten auf das Landschaftsbild. Am andern Ufer der Spree liegen die alten Treptower Parkanlagen und bekannte Sommerwirtschaften, die als Erholungsstätten für den angrenzenden Teil Berlins wertvoll sind. (Vergl. das Bild S. 1833.)

Für die Kohlenanfuhr dient ein mit 1000 t-Kähnen befahrbarer Stichkanal, dessen Breite (40 m) das Anlegen der Schiffe an beiden Ufern gestattet und damit gleichzeitig den angrenzenden städtischen Gaswerken die Wasseranfuhr für ihre Kohlen ermöglicht.

Der längsseits des Kanals angeordnete Kohlenlagerplatz von $250 \times 120 = 30\,000\text{ m}^2$ Flächeninhalt faßt bei 8 m Schütthöhe (im Winter) rd. 220 000 t Kohlen. Die Kohlenförderanlage besteht aus zwei fahrbaren Lagerplatzbrücken (s. das Bild S. 1833) Führerstandkatze und Greifer. Um unabhängig von dem jeweiligen Standort der Brücken jede Fördermöglichkeit (vom Kahn zum Lager und zur Mahlanlage, von der Eisenbahn zum Lager und zur Mahlanlage und vom Lager zur Mahlanlage) zu gewährleisten, schüttet man die Gebrauchskohlen in einen mit der Brücke verbundenen Hilfsbunker und entleert diesen in einen Kübelwagen von rd. 8 t Fassung, der unter die Aufzugvorrichtung der Kohlenmahlanlage gefahren wird.

Die Kohlenaufbereitung ist als Zentralanlage ausgeführt und in einem besonderen Gebäude untergebracht. Die Anlage umfaßt vier Felder mit einer gesamten Mahlleistung von rd. 100 t/h; jedes Feld besteht aus zwei Pendelmöhlen von je 12 t/h Leistung, einem Kohlentrockner, einem Kohlenabscheider und den erforderlichen Hilfseinrichtungen. Der Staub wird in die am südöstlichen Gebäudeende gelegenen Hauptbunker befördert und von hier nach Bedarf in die Kesselbunker gepumpt.

Auch für die 30 kV-Schaltanlage ist ein besonderes Gebäude vorgesehen. Dieses liegt auf der andern Seite der Köpenicker Chaussee parallel zum Maschinenhaus und ergibt damit die günstigste Anordnung für die Verteilung der Felder und die Verbindungsleitungen zu den Maschinensätzen. Die Schaltanlage ist in vier Stockwerken angelegt und entsprechend der Zahl der Hauptmaschinen in drei Gruppen unterteilt, von denen jede Gruppe mit dem zugehörigen Maschinensatz für sich betrieben werden kann. In der Regel sind alle drei Gruppen zusammengeschaltet; durch Einbau von Sammelschienenreaktanzen ist dafür gesorgt, daß auch bei vollem Ausbau des Kraftwerkes die von einem Ölschalter zu bewältigende Kurzschlußleistung nicht über 600 000 kW steigt. Der erste Ausbau der Schaltanlage umfaßt 46 Felder, davon 12 (3 Doppel- und 6 Einfachfelder) für die Maschinen und zwei für die Sammelschienen. Eine Erweiterung um 13 Felder von genau gleicher Anordnung befindet sich im Bau.

Die Verbindung mit der Warte wird durch eine zweistöckige Brücke hergestellt; ihr unteres Geschöß enthält die zahlreichen Fernmelde- und Betätigungskabel. Die Starkstromkabel sind in begehbaren, die Straße unterquerenden Kanälen verlegt, und zwar so, daß zu jeder Maschinengruppe ein besonderer Kabelkanal gehört. Für die Verteilung der vielen ankommenden und abgehenden Hochspannungskabel, deren Zahl sich noch dadurch erhöhte, daß infolge der Phasentrennung der Schaltanlage innerhalb der Gebäude nur Einphasenkabel in Frage kommen, dient ein besonderes Kellergeschöß im 30 kV-Schaltheus.

Das eigentliche Kraftwerk, die Maschinen- und Kesselanlage ist in einem zusammenhängenden Häuserblock untergebracht und folgendermaßen gegliedert:

Maschinenhaus mit Maschinenhausvorbau parallel zur Köpenicker Chaussee,

Kesselanlage in zwei voneinander getrennten Kesselhäusern, deren Achsen senkrecht zum Maschinenhaus verlaufen,

Vorwärmanne in dem von den Kesselhäusern gebildeten Zwischenraum ohne Trennwand zum Maschinenhaus.

Bei der Zweiteilung der Hauptmaschinen ergab das Maschinenhaus die günstigsten Raumabmessungen, indem man die Turbinenhälften parallel nebeneinander und in der Längsrichtung der Maschinenhalle aufstellte. Die lichte Breite der Halle von 25 m weicht nur unwesentlich ab von dem für wesentlich kleinere Sätze üblichen Maß. Die Maschinenlänge beträgt rd. 23 m, die für jeden Satz aufgewandte mittlere Maschinenhauslänge einschließlich der Bedienungsgänge, Montageöffnungen und Stromschienenausführung rd. 43 m.

Die Länge der Maschinenhalle (ausschließlich Aufstellraum) entspricht genau der Gesamtbreite der beiden Kesselhäuser und der Vorwärmanne, so daß beide Gebäude miteinander abschneiden. Das trifft auch für den vollen Ausbau zu. Um eine bequeme Führung der Frischdampfleitungen und Stromschienen zu erzielen und die Bedienung zu vereinfachen, hat man die Maschinen so angeordnet, daß jeweils die Turbinen und Stromerzeuger von zwei Maschinensätzen zusammenliegen.

Kondensatorkeller, Pump- und Siebrechenanlage, Rohrkeller der Vorwärmanne und Aschenkeller haben die gleiche Fußbodenhöhe; sie schneidet mit dem Gelände ab. Für die Unterbringung der blanken Stromschienen, der Stromwandler und Regler ist unmittelbar unterhalb des Maschinenhaus-Fußbodens ein geschlossener, begehbare Raum abgeteilt, der nur etwa bis zur Hälfte in den 7,7 m hohen Kondensatorkeller hinabreicht und daher dessen freie Bodenfläche in keiner Weise einschränkt. Das schwerste Krangewicht (Magnetrad) beträgt etwa 60 t. Es sind zwei Krane von je 40 t Hubkraft vorhanden, die in der Regel getrennt arbeiten und bei Bedarf mechanisch und elektrisch gekuppelt werden können.

Der stirnseitig um drei Binderfelder verlängerte Teil der Maschinenhalle mit Zufuhrgleis dient zur Anfuhr und Aufstellung der Maschinen. Bei Erweiterung der Anlage wird die für diesen Zweck besonders leicht ausgebildete Stirnwand nach Bedarf versetzt und das Gleis gekürzt, so daß der Betrieb keine Störung erfährt.

Der obere Teil der nach der Straße zu (Südwestrichtung) gelegenen Längswand des Maschinenhauses ist auf der ganzen Länge mit Fenstern ausgestattet, deren Unterkante über dem Dach der Vorbauten abschneidet. Infolgedessen wird eine reichliche und gut verteilte Tagesbeleuchtung der Maschinenhalle erzielt.

Die Unterbringung der Kesselanlage in zwei getrennten, senkrecht zum Maschinenhaus stehenden Gebäuden erhöht die Übersicht und Betriebssicherheit. Die Zuführung von Licht und Luft wird erleichtert. Abgesehen von der freien Stirnwand behält jedes Kesselhaus selbst nach der Erweiterung eine ganze Längswand als Außenfläche. Das Dach der Vorwärmanne reicht etwa bis zu $\frac{3}{4}$ der Kesselhaushöhe, so daß auch ein guter Teil der zweiten Längswand zur Beleuchtung und Belüftung ausgenutzt wird. Die Einzelbauweise erleichtert die Anpassung bei Erweiterungen, was insbesondere dann vorteilhaft ist, wenn infolge technischer Fortschritte im Kesselbau Änderungen der Gesamtanordnung erforderlich werden.

Die Kessel sind in zwei Reihen zu je vieren aufgestellt, der Bedienungsgang liegt in der Mitte. Kesselgerüst und Gebäude bilden eine zusammenhängende Konstruktion. Infolge Verzicht auf gemauerte Kesselunterstützung ergibt der Aschenkeller beispiellos günstige Verhältnisse für Licht, Luft und Bewegungsfreiheit.

Zu jedem Kessel gehört ein Kohlenstaubbunker von 65 t Inhalt, der dem achtstündigen Bedarf entspricht; das Füllen wird von der Haupttafel im Staubbumpenraum

der Kohlenmahlanlage geregelt, wo Fernmeldeeinrichtungen den jeweiligen Stand des Bunkerinhaltes anzeigen.

Je vier Kessel bilden eine Betriebsgruppe; jeder Kessel hat eine eigene Betätigungstafel, Abb. 20, Textblock von der aus sämtliche Motoren und Züge bedient werden. Neben der elektrischen Fernsteuerung ist für den unmittelbaren Handregelung eingerichtet. Die zugehörigen Tafeln sind im Mittelgang der Hauptbedienungsfläche aufgestellt, so daß ein Wärter vier Kessel bedienen kann. Von der Haupttafel gesteuertes Anzeigegerät gibt die Leistung an, mit der die einzelnen Kessel jeweils zu treiben sind.

Der dem Maschinenhaus auf seiner ganzen Länge vorgelagerte Anbau, der sogenannte Vorbau, um eine Anzahl kleinerer aber für den Kraftwerkbetrieb wichtiger Teilanlagen, die bei der bisherigen Bauweise vielfach regellos zwischen den größeren Teilen verstreut waren, wo gerade ein Platz frei war.

Die wichtigsten davon sind:

- Kühlwasser-Reinigungsanlage,
- Kühlwasser-Pumpenanlage,
- Transformatoren mit Ölrückkühlanlage,
- 6 kV-Schaltanlage,
- Gleichstrom-Schaltanlage,
- Gleichstrom-Umformerraum mit Hauptverteilung für den Eigenbedarf,
- Notbeleuchtungs- und Betätigungsbatterie,
- Kabelgeschoß zur Entwicklung der ins Kraftwerk führenden Eigenbedarfs- und Fernmeldekabel,
- Warte.

Der Lage und Wirkungsweise nach ist der Vorbau mit seinen Einrichtungen dem Kopf und Rückgrat menschlichen Körpers zu vergleichen. Alle aufgestellten Teile sind in getrennten, zumeist abgeschlossenen Räumen untergebracht, die nach Möglichkeit so angeordnet sind, daß die natürliche Betriebsfolge eingehalten und damit gleichzeitig der kürzeste Weg für Beaufichtigung und Leitungen erzielt wird.

Das Erdgeschoß, dessen Fußboden- und Deckenhöhe mit denen des Kondensatorkellers übereinstimmen, enthält die Einrichtungen a) bis c); entsprechend der Aufstellung der Hauptmaschinen sind die Räume hierfür parallel zur Maschinenhausachse in folgender Reihenfolge angeordnet: Transformatorgruppe I gegenüber Stromerzeuger I, Kühlwasser-, Sieb-, Reinigungs- und Pumpenraum I und II gegenüber Turbine I und II; Transformatorgruppe II und III gegenüber Stromerzeuger II und III usw. Jede Transformatorgruppe umfaßt entsprechend der zugehörigen Maschinengruppe zwei 44 000 kVA-Transformatoren mit einer 12 500 kVA-Transformator.

Diese Gliederung ist an Einfachheit und Zweckmäßigkeit kaum zu übertreffen. Gleichzeitig ergab sich der Vorteil, daß die Rückkühlanlagen der Transformatoren und Stromerzeuger an die Kondensatorkühlung angeschlossen werden konnten und man infolgedessen hierfür keine besonderen Pumpen aufzustellen brauchte.

Alle sonstigen Einrichtungen der Vorbauten — handelt sich hierbei nur um elektrische Anlagen — sind in den oberen Geschossen untergebracht. Das erste niedrige Geschoß (rd. 2,50 m Höhe und 1750 m² Grundfläche) dient als Kabelboden für die darüber liegenden Schalt-, Umformer- und Betätigungsräume.

Die Warte liegt am Nordende des Vorbaues und damit nach Vollendung des zweiten Ausbaues zentral zur Maschinenhalle; sie ist gegen das Maschinenhaus vollkommen abgeschlossen, jedoch von diesem aus über eine bequeme, im Maschinenhaus vorspringende Treppe leicht erreichbar.

Die Schaltanlagen für Gleichstrom und 6 kV sind in zwei Geschossen untergebracht; die Ölschalter und Sammelschienen liegen nach der Straße zu.

Die acht Umformer zur Erzeugung von Gleichstrom mit einer Gesamtleistung von 4300 kW sind in dem an der Maschinenhalle angrenzenden Teil des Vorbaues untergebracht. Der Umformerraum ist gegen die Maschinenhalle offen.

An der Rückwand, parallel zur Maschinenhausachse steht die Verteiltafel für den Eigenbedarf des Kraftwerkes. Da die Umformer selbst einen Teil der Eigen-

ichsanlage bilden, so umfaßt die Tafel die Strom- und die Gleichstromverteilung.

Bedienung der Vorbaueinrichtungen beschränkt auf Wart- und Verteiltafel im Umformerraum. Die Pumpenanlage werden mit den Anlagen des Satorkellers zusammen bedient; sie haben auch eigene Verteil- und Schalttafeln, die in den Pumpen aufgestellt sind.

Überdachung des 63 m langen und 25 m breiten Raumes zwischen den beiden Kesselhäusern wurde ein Hauptmaschinenraum offene und dazu senkrecht eine geräumige Halle geschaffen; darin sind sämtliche der Anlage vereinigt, die unmittelbar oder mittelbar der Erwärmung und Aufbereitung des Speisewassers gehören.

Der Raum ist parallel zur Längsachse wiederum in entsprechend den Hauptmaschinen, also dreifach unterteilt; jede Gruppe umfaßt eine Vorwärmerturbine, zwei angetriebene Speisepumpen und eine Vorwärm- mit Wasseraufbereitung. Die Aufbereitanlage ist auf einer Tafel bedient mit Fernanzeigern für Temperaturen, Spannungen, Wasserstände, Leistung der verschiedenen Teile der Vorwärmanlage. Sie ist mit den beiden Verteiltafeln für die Motoren eine quer verlaufende Trennwand, die zwanglos die Vorwärm- in den Maschinenraum (Turbinen und Speisepumpen) und die eigentliche Vorwärmung aufteilt.

Der geräumige Keller der Vorwärmmaschinenhalle ist außer der Kühlanlage, den Reglern, Endverleibern usw. für die 12 500 kVA-Stromerzeuger, Besondere Kammern, in denen die 6 kV-Anlaßschalter und Transformatoren für die darüber liegenden Antennen der Speisepumpen aufgestellt sind. Dar- hinaus ist hinreichend Platz vorhanden, um die verschiedenen Rohrverbindungen in übersichtlicher Weise anbringen.

Am Südeinde der Vorbauten unmittelbar an der geeigneten zehnstöckigen Hochhaus enthält die Ge- räumigkeit für die Kraftwerke-Oberleitung der BEWAG, die Fahrtrassen für die Arbeiter, einen Vor- raum, Fernsprechkabine usw. Im obersten, 36 m hohen Geschos sind drei Behälter von je 75 m³ für das Gebrauchswasser des Kraftwerks aufgestellt, die Werkstatt und Lager ist am Nordende des Grund- ein besonderes Gebäude von 1826 m² Grundfläche. Außerdem ist ein Lagerplatz von rd. 600 m² im mit Gleisanschluß vorhanden. Ein Nebenraum des Gebäudes enthält die Ölaufbereitungsanlage, in der gesamte Öl für das Kraftwerk gereinigt und ge- speichert wird; sie ist mit den Turbinen, Transformatoren, Schaltanlagen durch mehrere Rohrleitungen für Öl und Schmutzöl verbunden, so daß jede Behandlung unmittelbar an der Gebrauchsstelle fortfällt.

Wichtig sind die Schutzmaßnahmen gegen Feuer- und Rauchgefahr, die im Einvernehmen mit Sachverständigen der städtischen Feuerwehr aus- gearbeitet wurden. Die Stromerzeuger und Trans- formatoren sind an eine gemeinsame Kohlensäure-Löschein- richtung angeschlossen, die zwei Behälter von je 500 l mit Kohlensäure enthält. Das Ablaßventil wird von Differentialschutz der Stromerzeuger betätigt.

In allen übrigen Räumen, in denen Öl zu Schaltzwecken verwendet wird, sind fahrbare Löscheinrichtungen mit Kohlensäurebehältern vorhanden, die, wie durch die Erfahrung festgestellt wurde, selbst größere Kammerbrände jederzeit löschen können.

Besondere Sorgfalt ist auf die örtliche Beschränkung der Brände und der damit verbundenen Rauchentwicklung zuwenden. In der 30 kV-Schaltanlage haben die Kammern jedes einzelnen Feldes zwei eiserne Türen, von denen immer eine frei in einen gut gelüfteten Raum aufgeschlagen kann. Dieser Gang ist durch feuer- resistente Zwischenwände so abgeteilt, daß im äußersten nur ein Viertel der Gesamtlänge von der Ver- brennung betroffen wird.

Ähnlicher Weise sind alle Kabel- und Rohrkanäle in die Kabelgeschosse, durch die der Rauch unter Um- ständen in die entferntesten Räume fortgeleitet werden

könnte, durch feuerfeste Schotten mit leicht beweglichen Türen in rauchsihere Abschnitte aufgeteilt.

Zum Schutz der Mannschaft gegen Rohrbruch an den Speise- und Frischdampf-Leitungen dienen an den verschiedenen Ausgängen der Kesselhäuser angebrachte Tafeln mit Druckknöpfen, durch die der Schnellschluß der mittels Motors oder Fallgewichtes bewegten Hauptschieber ausgelöst wird. Diese Steuerknöpfe sind in Leitungs- pläne auf den Tafeln eingelassen, so daß auch ein Unein- geweihter leicht erkennt, welche Schieber und Leitungs- stränge mittels eines bestimmten Knopfes abgeriegelt werden.

Schlußbetrachtung

Als ein besonderes Merkmal des Großkraftwerkes Klingen- berg ist die bis in die kleinsten Teile durchgeführte Einheitlichkeit und Planmäßigkeit der Anlage allgemein anerkannt worden; vereinzelt wurde bei Besichtigungen die Frage aufgeworfen, ob diese Überlegenheit gegenüber anderen Anlagen nicht durch erhöhten Platzverbrauch er- kauft worden sei und sich daher in den Anlagekosten aus- wirken müsse.

Die im Schlußaufsatz mitgeteilten wirklichen Kosten der einzelnen Teile der Anlage und des vollständigen Werkes sind jedoch, soweit bekannt, nicht höher als bei irgendeiner vergleichbaren Anlage des In- oder Auslandes. Dagegen scheint der Eindruck vom übermäßigen Platzbedarf der Anlage zunächst berechtigt. Abgesehen von der 30 kV-Schaltanlage, bei der möglicherweise an Raum gespart worden wäre, wenn man sich mit der Sicherheit begnügt hätte, die bei der üblichen Nebeneinanderstellung der Öl- schalter erreicht wird, ergibt der Vergleich mit einer Reihe bekannter Großkraftwerke jedoch, daß die Ab- messungen des Großkraftwerkes Klingenberg geringer sind.

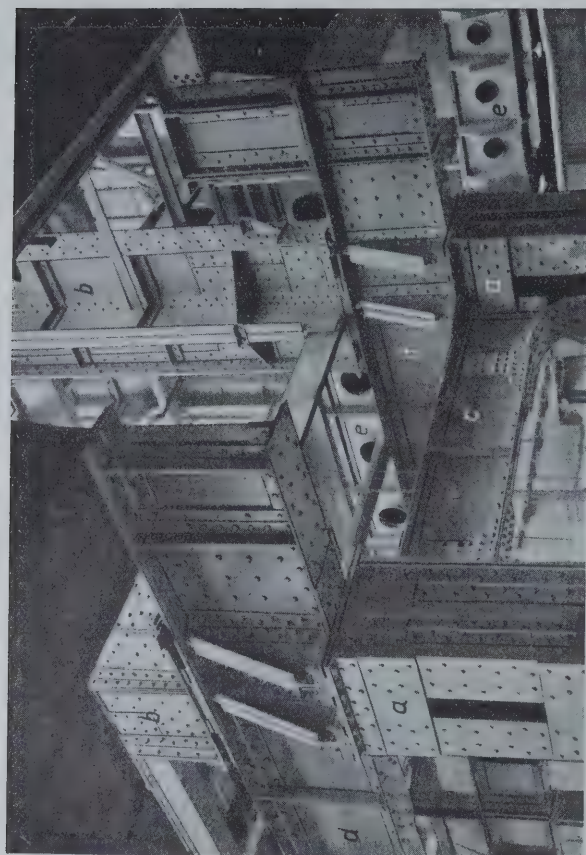
Das dürfte wie folgt zu erklären sein: Zwei Räume von gleicher Größe und mit den gleichen Einbauten scheinen verschieden groß, je nachdem ob man die Ein- bauten mehr oder weniger sorgfältig verteilt; der sorg- fältiger eingerichtete Raum wirkt größer und daher im Platzverbrauch verschwenderischer. Auf das Großkraft- werk Klingenberg übertragen, bedeutet diese Beobachtung eine weitere Bestätigung dafür, daß der Weg der über- sichtlichen Gliederung der Anlage nicht ohne Erfolg be- schritten worden ist.

Nach dem heutigen Stande der Technik kann man in großen Zügen folgende Richtlinien für den Bau von Kraftwerken ziehen:

Die verstärkte Zusammenfassung der Stromversorgung gestattet, die Maschinen- und die Kesseleinheiten in gleichem Maße zu vergrößern. Das ist jedoch nur dann zu rechtfertigen, wenn außer der höheren Wirtschaftlich- keit des Werkes die Sicherheit in der Bedienung ge- wahrt bleibt. Infolge der größeren Abmessungen ist diese Bedingung nur bei erhöhtem Gebrauch von Fern- und Hilfsantrieben und unter der Voraussetzung erfüllbar, daß auf planmäßige Anordnung und Konstruktion dieser Teile besondere Sorgfalt verwandt wird. Dies führt zu grundsätzlichen Änderungen in der allgemeinen An- ordnung des Kraftwerkes: Die räumliche Übersichtlichkeit der Gesamtanlage verliert an Bedeutung; sie wird ersetzt durch eine strengere Gliederung und planvollere Durch- bildung der Teilbetriebe; die unmittelbare Bedienung wird eingeschränkt zugunsten der Automatisierung und Steue- rung von Haupttafeln aus.

Die Größe der Maschinensätze beschleunigt die Ent- wicklung des Kraftwerkes zu einer geschlossenen Ma- schineneinheit; ihre Vollendung ist aber wie bei der Einzelmaschine nur dann zu erreichen, wenn eine Haupt- stelle vorhanden ist, die Aufbau, Wirkungsweise und Zu- sammenarbeit sämtlicher Teile von den Bauarbeiten bis zu den feinsten Meßgeräten übersieht, und wenn dieser Stelle die erforderlichen Fachabteilungen zur Seite stehen, deren einwandfreie Zusammenarbeit durch Her- kommen erprobt ist.

Den Vorsprung, den Deutschland im Kraftwerkbau mit dem Großkraftwerk Klingenberg gewonnen hat, verdankt es zu einem wesentlichen Teil dem Umstand, daß es zum Unterschied von anderen Ländern über derartige Organisationen verfügt. [B 682]



Zu Abb. 8
a Mittelsäule im
 Erdgeschoß
b desgl. im Haupt-
 geschoß
c Rahmenriegel
 in der Längs-
 richtung des Ge-
 bäudes
d einseitiger Rah-
 menunterzug
e Trägerrost zur
 Aufnahme des
 Mauerwerkes
 der Kesselfeu-
 rung

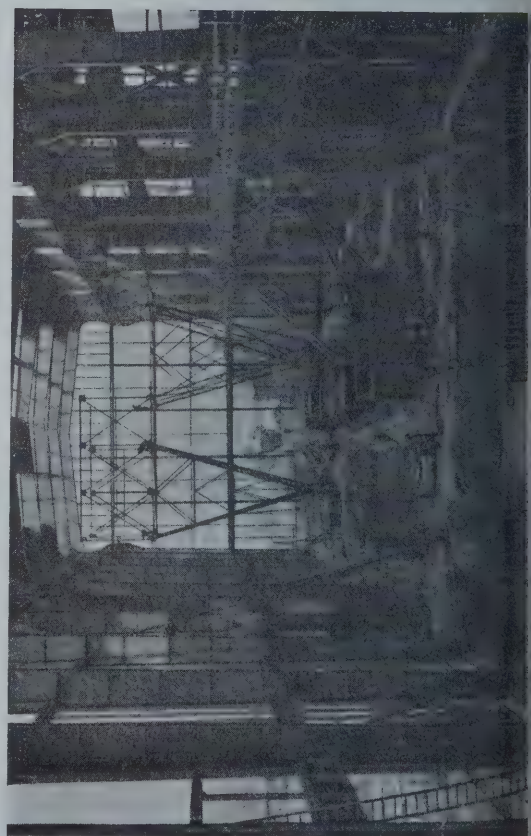
Abb. 8 Einzelheiten der Eisenkonstruktionen des Kesselhauses,
 Hauptsäulen am Mittelgang



Zu Abb. 11
 Im Vordergrunde
 Fundamentplatte
 der Turbine 1 mit
 Anschluß Eisen des
 aufgehenden Fun-
 damentes



Abb. 7
 Aufstellung der Eisenkonstruktionen des Kesselhauses B



Die Bauanlagen des Großkraftwerkes Klingenberg

Von R. Laube, Berlin

(Hierzu Textblatt 33)

Die der gewählten Bauweise zugrunde liegenden, Konstruktions- und Rechnungsgrundlagen. Beschreibung der ausgeführten Bauwerke

Wahl der Bauweise

Rücksicht auf die Größe des Großkraftwerkes Klingenberg, die Neuerungen in maschinen-, wärme- und elektrotechnischer Hinsicht, die Größe des Bauwerkes und die Kürze der zur Veranschaulichung der Bauzeit wurden bei der Inangriffnahme folgende Grundsätze aufgestellt:

1. Beton soll nur für die Fundamente und Tiefen Verwendung finden, allenfalls noch für Teile der Anlage, für deren Ausführung genügend Material zur Verfügung steht;

Der Baugrund besteht aus Sand und Kies von verschiedenen Korngrößen; die Schichten verlaufen ziemlich regelmäßig. Das Gelände liegt nahezu eben auf +34,80 über NN. Der Grundwasserspiegel liegt 2,5 m tiefer auf +32,30 und kommuniziert mit der Spree. Der Baugrund wurde bei gleichmäßig verteilter Last bis auf 3 kg/cm² belastet. Bei exzentrischer Last beträgt der Kantendruck bis zu 4 kg/cm².

In jedem Kesselhaus, s. Taf. 7 und 8 und Abb. 1, sind die 8 Kessel in den Seitenschiffen der 12,5 m breiten Binderfelder untergebracht. Je 2 Kessel haben



Diese Ansicht des Werkes zeigt von links nach rechts im Sinne des Energiestromes Kohlenmahlanlage, Kessel-, Maschinenhaus nebst Vorbau und Schalthaus

Die Hochbautragwerke der Gebäude, die für die Aufstellung der Maschinen, Kessel usw. rechtzeitig zur Verfügung stehen müssen, werden aus Eisen hergestellt;

2. Gebäude werden, auch wenn sie aneinanderstoßen, unabhängig voneinander durchgebildet;

3. Die Entwürfe für jedes einzelne Gebäude sollen durchgebildet werden, daß Änderungen während der Bearbeitung der Pläne und während der Bauzeit sowie bei späteren Erweiterungen und Umbauten möglich sind;

4. Die statischen Grundsätze sind so zu wählen, daß die Bauwerke einfach werden und einen schnellen und unabhängigen Einbau der Ausrüstung gestatten.

Bei der Gestaltung der Tragwerke¹⁾ kamen in Frage Vollwandträger in Frage, weil Fachwerke bei der Größe der aufzunehmenden Gewichte, abgesehen von der Rücksicht auf geringe Bauhöhe und sonstige Nachteile, wie schwierige Reinhaltung und schwierigen Einbau, nicht wirtschaftlich gewesen wären. Vollwandträger boten weiter den Vorteil, daß man Lasten an einer Stelle aufhängen kann, während bei Gitterwerk die Knotenpunkte in Frage kommen.

Die Statik hat das Ingenieurbureau V. Kuhn und Dipl.-Ing. H. Haim bearbeitet.

einen gemeinsamen Schornstein, dessen Fuß in rd. 31 m Höhe liegt. Die Schornsteine stehen vollständig frei ohne jede Abspannung auf je zwei kleinen Rahmenböcken, die auf den obersten Gebäuderahmen über dem Dach ruhen, und bestehen aus zylindrischen Blechmänteln von 3,9 m Dmr. ohne Ausmauerung.

Die Bunker für Staubkohle liegen ebenfalls in den 12,5 m-Feldern und sind an Koppelträgern b, Abb. 1, aufgehängt, die sich auf die ins Mittelschiff auskragenden Konsolen der obersten Rahmen stützen. Die Kesselasten sind aufgeteilt; die Gewichte der Kesselgerüste, Ausmauerungen und Feuerungen lasten auf je vier Unterzügen d, Abb. 1, in der Höhe +5,80. Sie betragen rd. 2070 t für jedes Binderfeld. Der Zweck dieser Anordnung der Kesselunterzüge war, das unterste Geschoß frei von Stützen zu erhalten und so einen hellen und freien Aschenkeller zu gewinnen.

Die Bedienung der Kesselanlage und der Bunker erfolgt von Arbeitsbühnen aus, die in den Höhen +5,8 m (Kesselhausflur), +14,9 m (Brennerbühne) und +19,65 m (Rohrleitungsbühne) über dem Aschenkellerflur angeordnet sind. Außerdem sind im Mittelschiff noch Bühnen auf +22,90 m (Staubverteilung unter den Bunkern), +31,20 m (Kohlenstaub-Verteilungen) und +33,70 m (Bedienung der Staubfilter) vorhanden. Die Gesamtlast auf den Bühnen ist mit 1250 kg/m² angenommen worden.

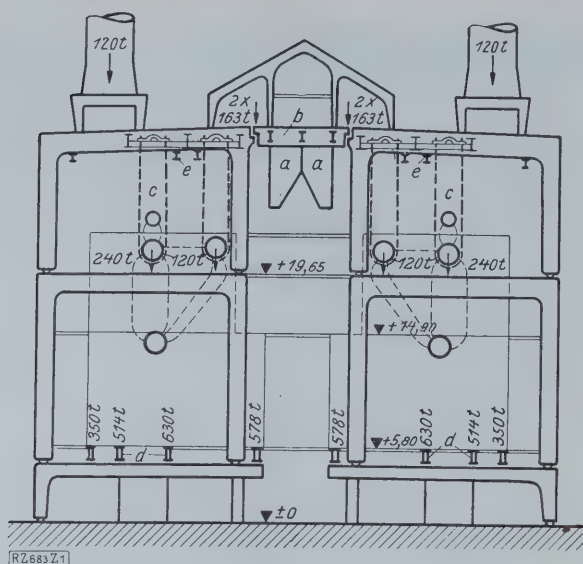


Abb. 1

Kesselhaus-Querschnitt mit den Einzellasten für ein Binderpaar

a Kohlenstaubbunker c Aufhängung der Kesseltrommeln
b Koppelträger d Trägerrost für den Kessel
e Laufkatzenröhrer

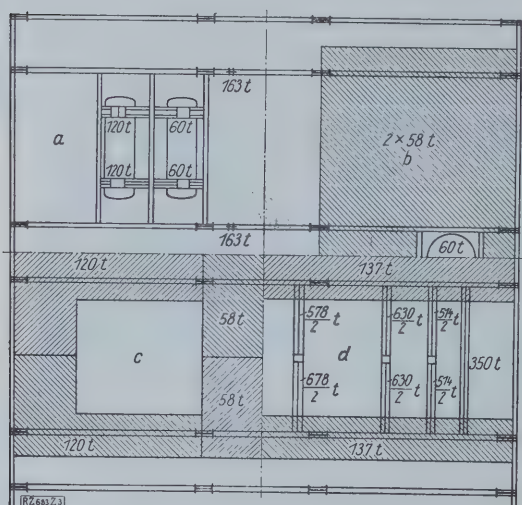


Abb. 3. Teil des Kesselhaus-Grundrisses mit eingezeichneten Lasten.

a und b Dachkonstruktion c in Höhe +19,65
d in Höhe +5,80

Folgende Lasten entfallen bei jedem Binder auf die einzelnen Rahmenstockwerke:

Oberstes Stockwerk:

Kesseltrommeln	180 t
Schornsteine ohne Wind	60 t
Kraglast der Bunker	163 t
Laufkatzen (Abb. 2)	37 t
Dachlast	58 t
Dazu kommt der Anteil an der Windlast.	

Mittleres Stockwerk:

Last vom oberen Rahmen, außerdem Bühnenlasten	120 + 58 t
und Windlasten.	

Unteres Stockwerk:

Last vom mittleren Rahmen, außerdem Kesselunterzüge	750 t
Bühnenlast	137 t
und Windlasten.	

Aus diesen Lasten ergibt sich bei ungünstigstem Zusammenwirken aller Fälle die in den Diagrammen Abb. 1 und 2 sowie im Grundrisse Abb. 3 dargestellte Lastver-

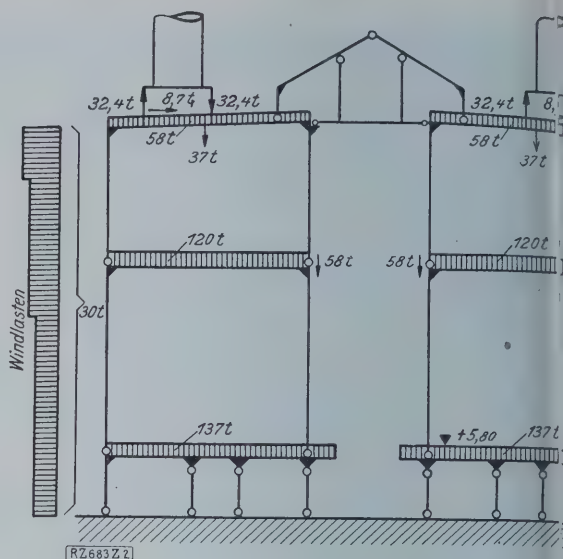


Abb. 2

Kesselhaus-Querschnitt mit Dach-, Bühnen- und Windlasten für einen Binder

teilung. Abb. 4 bis 6 zeigen die Momente und Reaktionen der übereinander angeordneten Rahmen.

Abb. 7²⁾ zeigt die Aufstellung des Eisengerüsts für ein Kesselhaus, Abb. 8³⁾ und 9 zeigen Einzelheiten der Trägerverbindungen und einen Stützenfuß der Hausbinder.

Das statische System für die Aufnahme der senkrechten Lasten ist aus Abb. 1 erkennbar. Die obersten Geschosse werden durch Zweigelenrahmen gebildet, das untere Geschöß durch einen halben Kragarmrahmen mit mehreren Pendelstützen. Die Riegel des obersten Rahmens wirken sehr stark. Es wäre wirtschaftlicher gewesen, diese durch Zwischenstützen nach unten zu übertragen, was diese Lösung nicht möglich, weil der Innerrahmen der beiden oberen Geschosse für die ungehinderte Bildung der Kessel von Stützen freibleiben mußte.

Für die Aufnahme des Winddruckes quer zur Gebäuderichtung wird von der Verbindung der Schiffe durch den Koppelträger b in Abb. 1 kein Gebrauch gemacht. Dadurch wird erreicht, daß jede Hälfte des Kesselhauses für sich allein standsicher ist.

Die zulässigen Beanspruchungen des Eisens (St. 37) wurden im Einvernehmen mit der Behörde wie folgt festgesetzt: für den Fall, daß Lasten wirken, jedoch ohne Rücksicht auf Windlasten, Temperaturveränderungen $k = 1200 \text{ kg/cm}^2$; bei gleichzeitiger Wirkung der beiden genannten Einflüsse und ungünstiger Last $k = 1400 \text{ kg/cm}^2$. Die Umfassungswände sind als Fachwerke und in den 4,4 m-Feldern vollständig verbleibend in den 12,5 m-Feldern zum Teil verglast und zum Teil ausgemauert. Die Dächer sind im mittleren Aufgeschoß, über den Kesseln mit 10 cm dicken Hohlsteinen und in den übrigen Teilen als Zonakdecken ausgeführt.

Das Turbinenhaus, Tafel 7 und 8 sowie 14³⁾ hat rechteckigen Grundriß von 25,6 und 14,4 m Seitenlänge. Die Halle besteht aus vollwandigen Zweigelenrahmen in 8,88 m Teilung. Auf +7,85 m über dem Gelände (Turbinenfundament) ist eine Decke vorhanden, durch die ganze Halle laufen zwei Krane von 10 t Tragkraft, deren Bahnen auf Konsolen der Rahmen liegen. An der Straßenseite hat das Turbinenhaus einen Vorbau von je 21,8 × 33,3 m² Grundfläche. In diesem Vorbau sind die Binder als zweifach unbestimmte Träger ausgebildet.

Das Verwaltungsgebäude, Abb. 15 und 16 ist ein zehnstöckiges Hochhaus von 25,45 × 14,4 m Grundfläche.

²⁾ S. S. 1840.

³⁾ S. S. 1840 u. Textbl. 33.

⁴⁾ S. S. 1844 u. Textbl. 33.

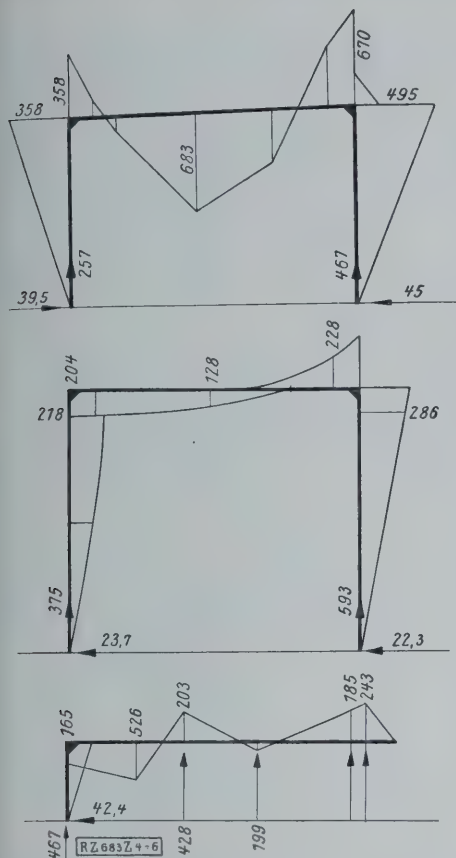


Abb. 4 bis 6

Momente und Auflagerdrücke der drei übereinander angeordneten Rahmen eines Kesselhausbinders

ndfläche und 41 m Höhe und ist als vier- und dreier Steifrahmen berechnet. Mit Rücksicht auf die blichen Mauerwerksmassen wurde der Berechnung die ahme zugrunde gelegt, daß die vollen Frontwände Treppenhäuser die Windkräfte aufnehmen, während Eisengerippe die lotrechten Lasten überträgt und astens mit 1200 kg/cm^2 beansprucht wird. Für den un- stigen Fall, daß der Winddruck ganz vom Eisen- ist aufgenommen wird, hat die Rechnung ergeben,

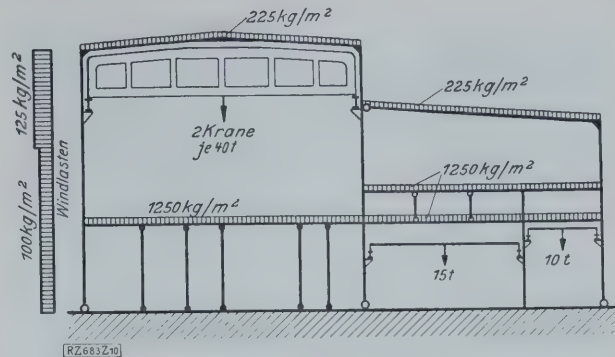


Abb. 10

Querschnitt durch Turbinenhaus und Vorbau mit Lasten eines Binderfeldes

daß die Beanspruchung den in diesem Fall zulässigen Wert von 1600 kg/cm^2 nicht übersteigt.

Die Kohlenmahlanlage, Abb. 17 und 18⁵⁾ besteht aus einem Hauptbau mit $52 \times 17,7 \text{ m}^2$ und einem Anbau von $19 \times 24,3 \text{ m}^2$ Grundfläche. An den Anbau schließt sich noch das Brecherhaus an. Im obersten Geschos befinden sich die Fahrbahnen für zwei Einschienen-Greiferkatzen mit Führerstand, die je einen Klappkübel von $9,5 \text{ m}^3$ Fassungsvermögen verfahren. In dem darunter befindlichen Geschos hängen die von den Katzen beschickten Rohkohlenbunker, in jedem Feld ein Bunker von 350 m^3 Inhalt. In den unteren Geschossen folgen die maschinellen Einrichtungen wie Trockentrommeln, Förderer- einrichtungen usw. Die im obersten Geschos am Dach angehängten Fahrbahnen der Kübelkatzen sind durch eine Brücke über den Anbau und die Brecheranlage hinweg bis ans Kohlenlager verlängert.

Die Tragkonstruktion wird in den beiden oberen Geschossen im Hauptschiff durch Zweigelenkrahmen, die der beiden unteren Geschosse durch dreistielige Rahmen gebildet. Die Tragkonstruktion der Bunker besteht aus eisernen Zweigelenk-Hängerahmen, zwischen denen Spanten aus I-Eisen eingebaut sind. Die Bunkerwände bestehen aus Eisenbeton und sind zwischen den Eisen- trägern durch Stelzung eingespannt.

Die Hauptlasten für einen Binder betragen: im obersten Stock:

Dachlast	60 t
zwei Greiferkatzen mit Nutzlast	70 t
Bühnenlast	rd. 10 t

⁵⁾ s. Textbl. 33.



Abb. 9

Stützenfuß eines Kesselhausbinders



Abb. 13

Stützenfuß eines Turbinenhausbinders

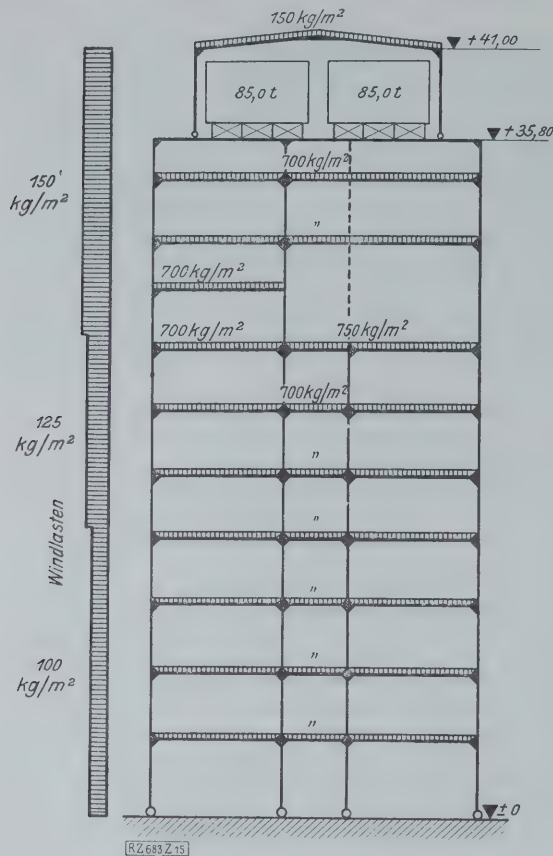


Abb. 15
Querschnitt durch das Verwaltungsgebäude mit Deckenlasten

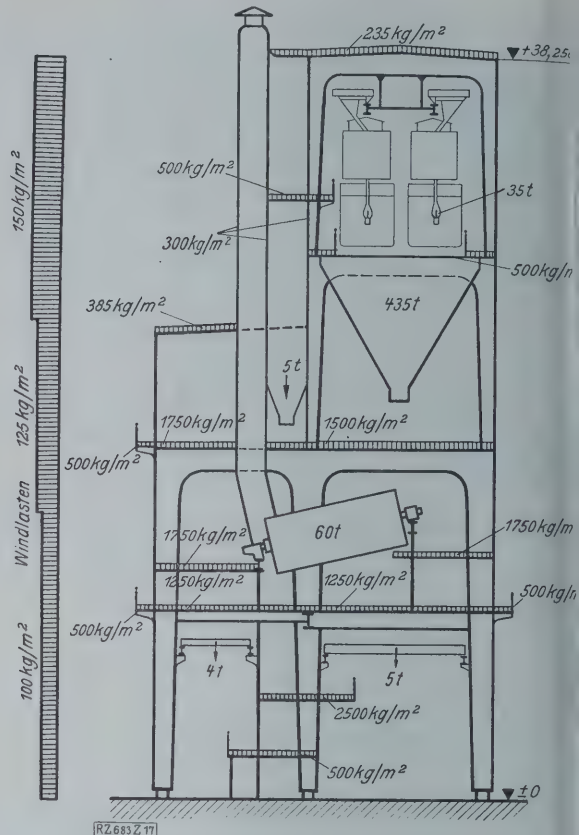


Abb. 17
Querschnitt durch die Kohlenmahanlage mit eingetragenen Lasten

im dritten Stock:

Auflast	140 t
Bunker mit Nutzlast. 120 + 315 =	435 t
Bühnen und Wandlasten	82 t
Staub- und Luftschacht	16 t,

im ersten und zweiten Stock:

Auflast	673 t
Trockentrommeln	60 t
Bühnenlasten	617 t
Dach- und Wandlasten	60 t
Staub- und Luftschacht	90 t.

Die größten Drücke in den Stielen betragen 310, 730 und 700 t einschließlich Winddruck. Der Wind auf die Giebelseiten wird von den in drei Reihen hintereinander angeordneten Längsportalen aufgenommen. Die Laufkatzenbrücke ist ein Fachwerkbalken auf zwei Stützen mit Kragarm. Ihre Stützweite beträgt 36,50 m, der Kragarm ist 25,46 m lang. Das eine Auflager wird durch den Endrahmen des Hauptbaues gebildet, das andere ist ein eingespannter Portal-Fachwerkrahmen.

Im Anbau sind die Kohlenstaubbunker als Zweigelenkrahmen angehängt. Alle Bühnen sind als einfache Trägerkonstruktion ausgeführt. Abb. 18 zeigt die Aufstellung der Eisenkonstruktionen.

Ausführung der einzelnen Bauarbeiten

Alle Tiefbauten und Gründungen konnten infolge der einheitlichen Wasserspiegelsenkung in trockner Baugrube ausgeführt werden, wobei außerdem Platz gespart und Bewegungsfreiheit gewonnen wurde. Der Vorbau des Maschinenhauses hat in seinem größten Teil wegen der Zu- und Abflußkanäle für Kühlwasser sowie wegen der Reinigungseinrichtung ein sehr hohes Kellergeroß erhalten, Abb. 19, das infolge der notwendigen Aufteilung und der gleichzeitigen Benutzung als Fundament für den aufgehenden Bau ein nicht ganz einfacher Eisenbetonbau wurde.

Die Bauten für die Kühlwasserversorgung Abb. 20, wurden in Eisenbeton hergestellt und wie f entworfen und ausgeführt: Der Kühlwasserbedarf bei für den ersten Ausbau 14 m³/s, für den vollen Aus 28 m³/s. Der einfache Kanal hat drei Teile von 2,50 × 2,25 m² Querschnitt. Die Sohle liegt auf + 30,00 30,20 m über NN. Die Wassergeschwindigkeit im Einl kanal beträgt bei voller Leistung des Kraftwerkes 1 der Gefällverlust 10 cm. Für den Auslaufkanal wäre

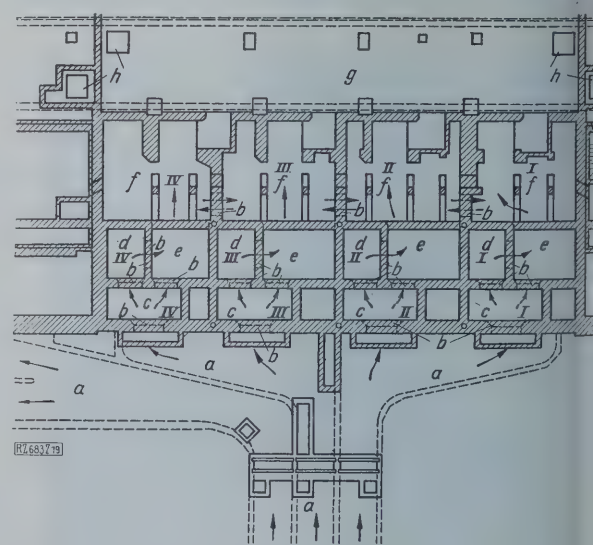


Abb. 19
Kellergeroß des Turbinenhausvorbaues mit Wasserführung, Schiebern, Rechen und Sieben

- a Einlaufkanäle
- b Absperschieber
- c Feinrechen mit umlaufenden Bürsten
- d umlaufende Siebe
- e Umläufe
- f Saugschächte
- g Rohrleitungskeller
- h Auslässe zu dem tiefer liegenden Auslaufkanal

Geschwindigkeit der Querschnitt unverhältnismäßig geworden. Der Kanal wurde deshalb mit den Querten, Sohlenhöhen und Geschwindigkeiten nach Zahl 1 und Abb. 20 ausgeführt.

Die Einlaßöffnung des Zulaufkanals wurde 60 m und Auslaßöffnung 32 m breit angelegt. Dementsprechend variieren sich die Querschnitte dieser Öffnungen; die bei Ausbau des Werkes auftretenden Wassergeschwindigkeiten betragen beim Einlauf 0,2 m/s, beim Auslauf 0,4 m/s. Die Bemessung der Größe, die Gestaltung der Öffnungen und der zugehörigen Leitbauwerke erfolgte nach

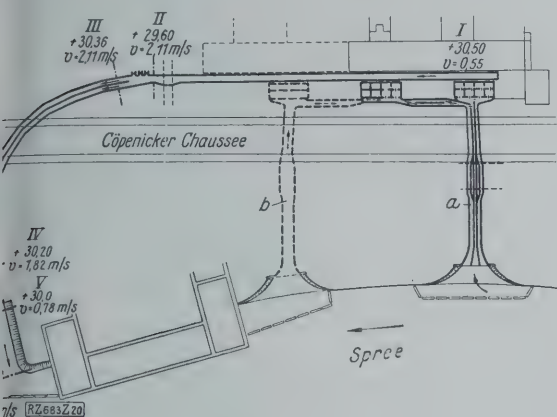


Abb. 20

Plan der Kühlwasserversorgung

a Zulaufkanal b Zulaufkanal für Erweiterung
c Auslaufkanal

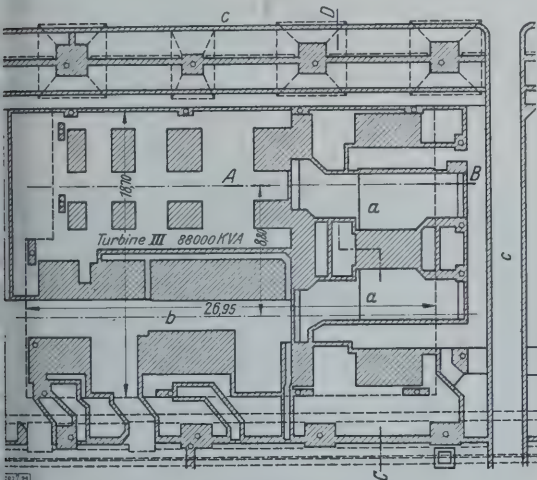


Abb. 21

Hauptturbinenfundament. Grundriß.

a Lufrückkühler b Rohrleitungskanal c Kabelkanäle

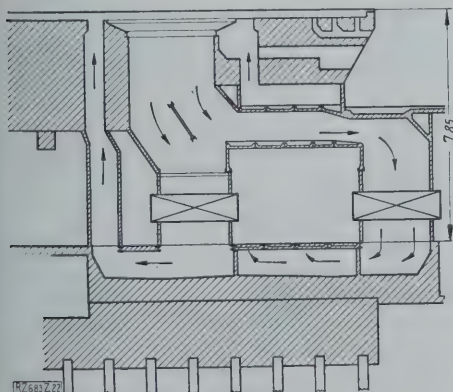


Abb. 22

Hauptturbinenfundament. Lufrückkühlung des Generators. Schnitt A—B in doppeltem Maßstab von Abb. 21.



Abb. 25

Fertiges Fundament der Hauptturbine 1

Zahlentafel 1

Teil	Querschnitt m ²	Sohlenhöhe m	Geschwindigkeit m/s
I	5,10 × 1,80	+ 30,50	0,55
II	5,10 × 2,80	+ 29,60	2,11
III	2 (3,75 × 2,04)	+ 30,36	2,11
IV	2 (3,75 × 2,20)	+ 30,20	1,82
V	16 × 2,40	+ 30,00	0,78
VI	7 (2,24 × 2,40)	+ 30,00	0,80

zahlreichen Modellversuchen, die in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schifffahrt, Berlin, ausgeführt worden sind⁶⁾.

Turbinenfundamente

Die Fundamente der drei großen Turbinen, Abb. 21 bis 23, sind in Eisenbeton ausgeführt. Um Sicherheit gegen schädliche Schwingungen und Senkungen der Turbinenfundamente zu erreichen, ist unterhalb der Fundamentplatte jeder Hauptturbine ein Rost aus 250 Pfählen von je 10 m Länge auf einer Fläche von 28 × 19 m² hergestellt, Abb. 24⁷⁾.

Hierfür wurden Betonpfähle der Bauart Mast gewählt, bei denen eine dünne Eisenblechhülle mit einer besonderen, mit Holz ausgekleideten Spitze mittels einer aufgesetzten Rammjungfer eingeschlagen wird. Die Hülle ist dabei vor den Rammschlägen geschützt. Nach dem Rammen wurde in jede Hülle eine verschnürte Eisenbewehrung eingebracht, und die Hülle mit Beton ausgegossen.

Das Tragwerk jedes Turbinenstuhles besteht aus Eisenbetonrahmen quer zur Wellenachse, Abb. 25. Die Rahmen sind auf Biegung und Achsschub durchgerechnet.

⁶⁾ Vergl. Z. Bd. 71 (1927) S. 1195. ⁷⁾ s. Textbl. 33.

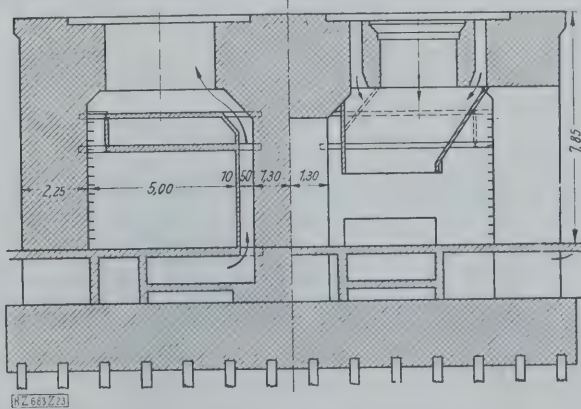


Abb. 23

Hauptturbinenfundament. Lufrückkühlung des Stromerzeugers. Schnitt C—D in doppeltem Maßstab von Abb. 21.

Mehrere zwei- oder dreistielige, oben geschlossene und unten in die Fundamentplatte eingespannte Steifrahmen bilden ein Fundament. Etwaigen Schwingungen der Turbinen ist dadurch Rechnung getragen, daß die fünffachen Maschinengewichte angenommen wurden; außerdem wurde das Kurzschlußmoment, das nach allen Richtungen wirken kann, berücksichtigt.

Die Beanspruchung der Baustoffe wurde mit 50 kg/cm^2 für Beton und 1200 kg/cm^2 für Eisen festgesetzt.

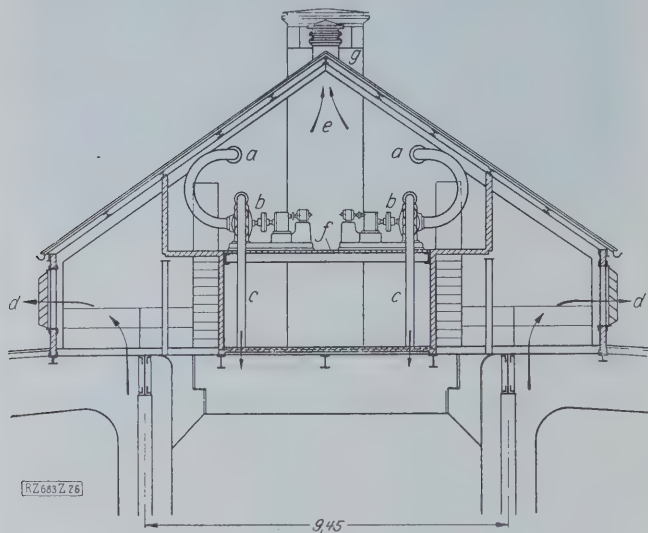


Abb. 26

Oberlichtaufbau des Kesselhauses mit Entlüftung

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| a Kohlenstaubbeführung | d Entlüftung des Kesselhauses |
| b Achtschieber | e Entlüftung des Verteilraumes |
| c Kohlenstaubleitung zum Kesselbunker | f Rostabdeckung |
| | g Explosionschlot |

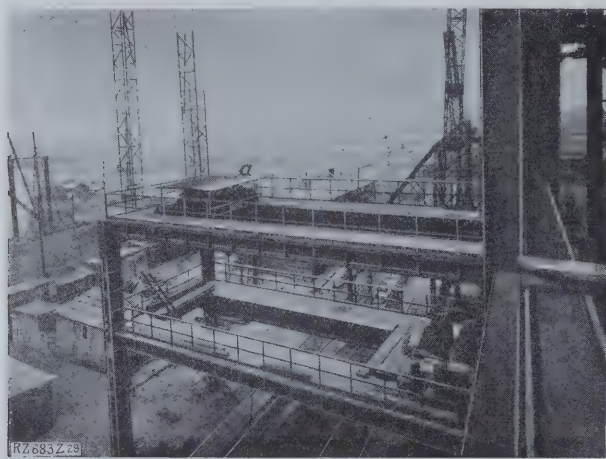


Abb. 27

Aufstellgerüst am Kopfe der Kesselhäuser

a Laufkatze für 25 t Tragkraft

Jede der drei Hausturbinen von je $10\,000 \text{ kW}$ stung ruht ebenfalls auf einem Pfahlrost von 73 m Fundamente wurden nach denselben Richtlinien der Hauptturbinen ausgeführt.

Hochbauten

Bei den Gebäuden aus Eisenkonstruktion liegt das tragende Steifrahmen Eisenfachwerk. Die Mauern stehen aus einer inneren 13 cm dicken Wand aus Mauersteinen und einer davon durch eine Luftschicht getrennten Wand aus hochkantigen Klinkern (Prüf-)

Die Zwischendecken im Kesselhause sind nach demjenigen über dem Aschenkeller, die aus zwischen I-Trägern gestampft ist, aus Tezett-Rost gestellt, so daß sie weder die Beleuchtung noch die Luft behindern. Auch die Kohlenmahlanlage und ein Vorwärmanlage hat Decken aus Tezettrosten, sowie nicht aus konstruktiven Gründen oder damit keine oder dergleichen durchfällt, voll sein mußten.

Zur Beleuchtung der Kesselhäuser dienen Fenster in den Umfassungswänden und der seltene Oberlichtaufbau über dem Mittelgang, Abb. 26, der Jalousien für die Entlüftung der Gebäude enthält.

Für Einbau und Auswechseln schwerer Teile des Kesselhauses an der Dachkonstruktion Laufkatzen angebracht. In allen Decken sind Öffnungen unterhalb freigelassen, damit man schwere Teile von oben in den Keller herablassen kann, um sie von dort auf den trockenen zur Werkstatt zu befördern. An der Kopf jedes Kesselhauses ist im Freien ein Gerüst mit Laufkatze, Abb. 27, zum Verladen der schweren Kesselteile aufgestellt; diese konnten unmittelbar vom Gleis gehoben und auf der Bühne $+5,80 \text{ m}$ auf einem fahrbaren Gleis bis zur Einbaustelle gefahren werden.

Für Ausbesserungen oder für das Auswechseln über dem Dach befindlichen Saugzuggebläse und Motoren ist an jedem Schornstein auf einem leicht zu rüst eine Katzenfahrbahn, Abb. 28, und in der Dach eine Öffnung vorhanden, durch die man Einzelteile in den Keller herablassen kann.

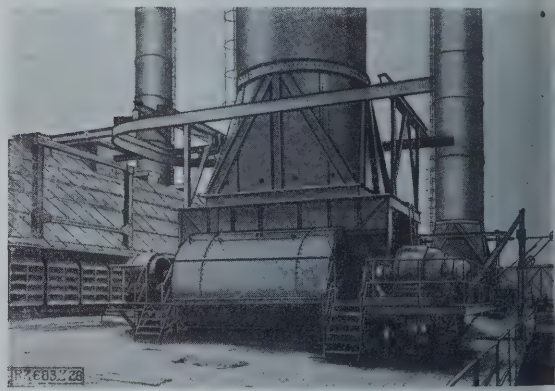
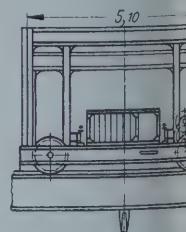
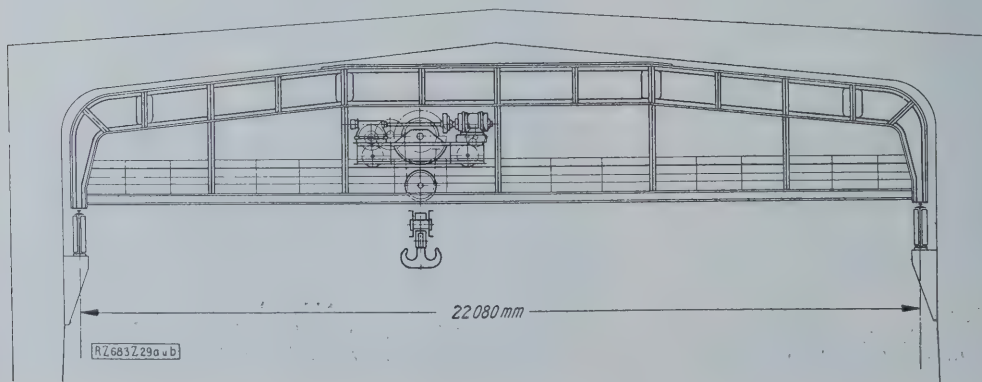


Abb. 28

Laufkatzenbahn für die Aufstellung der Motoren und Saugzuganlage auf dem Dache der Kesselhäuser

Abb. 29 a und
Laufkran des
Turbinenhauses
40 t Tragkraft

Das Maschinenhaus ist an der östlichen Giebel- durch Galerien mit der Haupttreppe am Kesselhaus mit den Personalstockwerken des Hochhauses ver- n. Sowohl nach der Vorwärmanlage wie nach im Vorbau liegenden Umformerräume hin ist es gelassen worden. Am Giebel des Erweiterungs- sind drei Binderfelder als Montagerraum, in den die Kohle hineinführt, freigelassen. Dort wurden die Kohlen gewickelt und die Kondensatoren mit Rohren

an- ge- hängen. Zwei Laufkrane von je 40 t Tragfähigkeit bestreichen das Maschinenhaus in der ganzen Länge. Die Kranträger sind als Stahlfrahmen des Gebäudes angepaßt, Abb. 29 a und als Vierendeel-Träger berechnet.

Unter dem Umformerraum und unter der Warte liegen Verteilräume von geringerer Höhe, für die weit ge- steigte Decken nötig waren. Ihre Trägerkonstruktionen sind beim Umformerraum von Prof. Hort auf- ge- nommen und untersucht, und durch geringfügige Ände- rungen war es möglich, unangenehme Schwingungserschei- nungen auszuschalten.

Die Oberlichter über der Warte und dem Umformer- liegen in der Dachfläche; sie sind als Prismenober- flächen in Betonrahmen mit darunterliegender Staubdecke ange- führt.

Im Gebäude der Kohlenmahlanlage, Abb. 30, ist die Höhe von fast 40 m aus dem Wunsche, den den Kohle über den Bunker und die Trockentrommeln in Mühlen und von hier zu dem Staubbunker mög- lichst zu vereinfachen. Ein Flachbau hätte nochmaliges Aufsteigen der Kohle erfordert, was bei den großen Mengen

die Anordnung weniger einfach und kostspieliger gemacht hätte. Auch hier besteht das ganze Gebäude aus einem Eisengerüst mit Fachwerkwänden wie beim Kesselhaus. Drei Treppenhäuser, davon eines mit Personen- und Lastenaufzug, vermitteln den Verkehr zwischen den Stockwerken.

Die Bunker für Rohkohle, Abb. 31, sind aufgehängte Fachwerkkörper mit Eisenbetonkappen. Die inneren Gleitflächen für die Kohle sind durch Schmelzbasaltplatten oder Duromitputz von 3 cm Dicke geschützt, weil bei leerem Bunker die Kohlenkübelbefüllung, d. s. rd. $9\frac{1}{2}$ m³, aus beträchtlicher Höhe herabfällt und daher die Betonkappen beschädigen könnte. Man hat zwei Arten der inneren Wandbekleidung gewählt, um zu prüfen, welche sich besser bewähren würde. Bis heute hat keine von ihnen Schäd- lichen gezeigt.

Die Entlüftungsschloten der Trockentrommeln, die mit Elektrofiltern versehen sind, sind Schächte von 22 m Höhe; sie sind ebenfalls in Eisen ausgeführt und mit Prüßwand ausgemauert, sowie innen durch eine Kalorit- schicht isoliert, die durch eine Klinkerschicht gegen Ver- zetzungen geschützt ist, Abb. 32.

Die Bunker für den fertig gemahlenen Kohlenstaub, Abb. 33 und 34, bei denen mit einer hohen Temperatur des Staubes gerechnet werden mußte, sind innen mit 7,5 und 5 cm dicken Kaloritsteinen isoliert und mit 2 cm dickem Zementglattstrich gegen Schweißwasserbildung versehen. Zugleich wird dadurch das Mauerwerk vor unzulässigen Erwärmungen bewahrt.

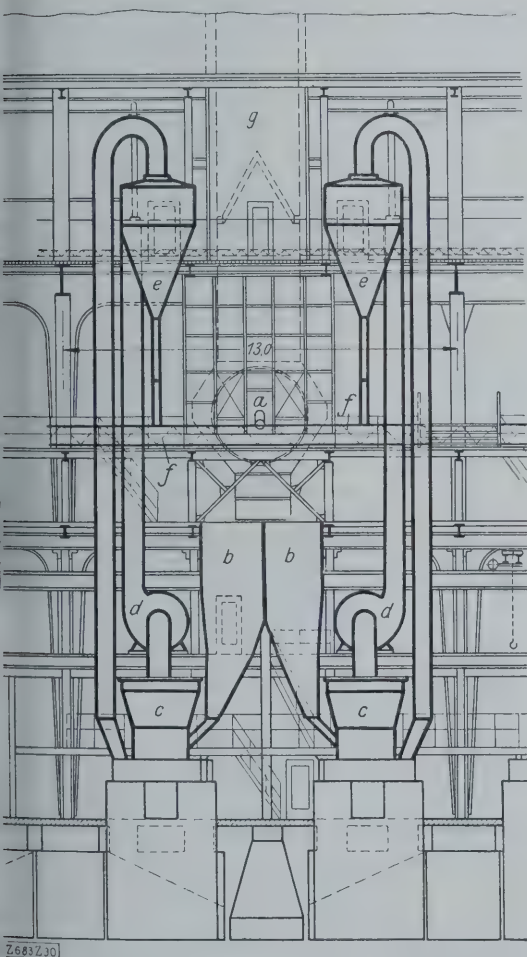


Abb. 30

Kohlenmahlanlage. Längsschnitt durch ein Binderfeld des Gebäudes

- a Trockentrommel
 b Mühlenbunker
 c Mühle
 d Ventilator
 e Zyklon (Staubabscheider)
 f Förderer zum Staubbunker
 g Elektrofilterschlot

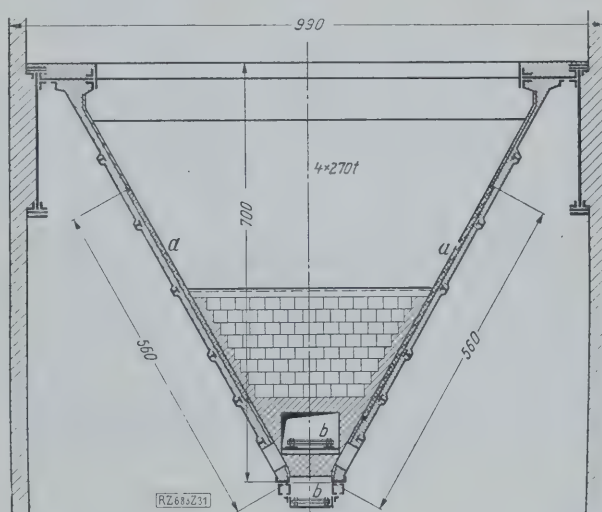


Abb. 31

Rohkohlenbunker (Maße in cm)

- a Verkleidung mit Duromitputz b Abzugsförderband

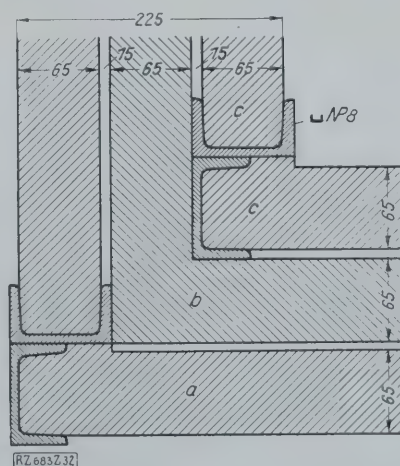
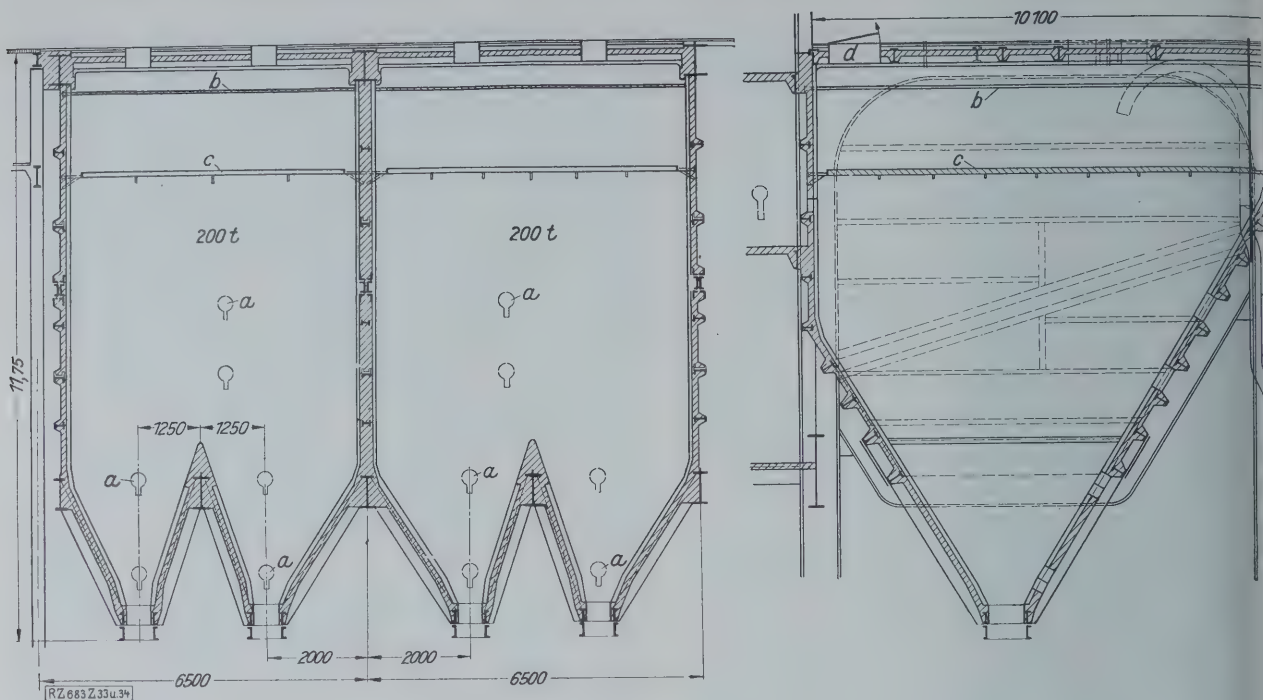


Abb. 32

Teilzeichnung der Ausmauerung der Entlüftungsschloten (Maße in mm)

- a Mauerwerk b Kaloritmauerwerk c Klinkermauerwerk

Abb. 33 und 34
Kohlenstaubbunker

a Staubstandanzeiger

b Handlauf und c Fußlauf für die Besteigung

d Einsteigöffnung mit Klappe

Die Fundamente der Kohlenstaubböden sind von den Gebäudefundamenten getrennt; jede Mühle ruht auf einem Block von $3 \times 3 \text{ m}^2$ Grundfläche und 4 m Höhe. Diese Blöcke haben sich in der ersten Zeit gesenkt, was die Verstärkung der Mühlenfundamente und schließlich auch die Hebung des Gebäudes notwendig machte^{b)}.

Im obersten Stockwerk des Verwaltungsgebäudes sind drei Wasserbehälter von je 75 m^3 Inhalt aufgestellt. Das Hochhaus nimmt im Erdgeschoß außer dem Haupteingang die Geschäftsräume der Krankenkasse und die Unfallstelle auf. Die darauffolgenden drei Stockwerke enthalten die Umkleieräume mit Wascheinrichtungen und Badezellen für drei Schichten der Belegschaft, in den nächsten drei Stockwerken befinden sich die Räume der Betriebsleitung und der Betriebsingenieure, Abb. 35 bis 37. Abb. 38 zeigt die Außenansicht des Verwaltungsgebäudes.

Über den Geschäftsräumen liegt ein Vortragsaal mit Betriebsmuseum für Unterrichtszwecke. Das oberste Geschoß enthält außer dem Raum für die Wasserbehälter einen kleinen Speiseraum.

Für jeden Mann ist ein doppelter Kleiderschrank für Arbeits- und saubere Kleidung vorhanden, daneben ein Waschbecken nach englischem Muster, das unteren Wasserzulauf und Überlauf hat, also stets gefüllt ist. Die Einrichtungen der Wasch-, Bade- und Aborträume sind im ganzen Hause bis zur Betriebsleitung gleich und lassen sich vor allem sehr leicht reinhalten.

Für den Verkehr im Gebäude ist außer einer Haupttreppe, die durch alle Stockwerke läuft, eine Nebentreppe vorhanden, die im sechsten Geschoß einen Notausgang auf das Maschinenhausdach hat. Außerdem sind ein Paternoster- sowie ein Schnellaufzug für Personen vorhanden. Eine besondere Feuerlöschvorrichtung ermöglicht, die Dampfspritze der Feuerwehr im Hof an eine feste Steigleitung anzuschließen. Die Warmwasserheizanlage wird mit Dampf aus dem Kesselhaus betrieben.

Das 30 kV-Schaltheis, Abb. 39, ist als das einzige der ganzen Anlage vollständig aus Mauerwerk auf Betongründung errichtet. Seine Stockwerke haben Eisenbetondecken zwischen Trägerlagen, das Dach hat eine Decke aus Bimsbeton zwischen I-Trägern, weil es die Aussteifung zwischen den Längswänden übernimmt. Die Bimsbetonplatten sollen die Bildung von Schwitzwasser an der Unterseite des Daches verhindern. Die

Trennwände des Gebäudes sind durchweg massiv, nur Teilwände und Schürzen der Schaltanlage bestehen aus Duroplatten.

Die Brücke über die Köpenicker Chaussee, Abb. 40, die die Warte mit dem 30 kV-Schaltheis verbindet, ist als selbständiger Rahmen auf Stützen mit Endauslegern hergestellt, belastet also beiden Gebäude nicht. Auf den Blechrahmen stehen einfache Fachwerkwände mit leichten Dachbindern, ausgemauert und durch Isolierwände an der Innenseite gegen Feuchtigkeit geschützt sind.

Die Brücke nimmt im Untergeschoß die von der Warte zum Schaltheis führenden Betätigungskabel auf, während das Obergeschoß einen Laufgang für die Mannschaft hält. Die Kabel von den Transformatoren zur 30 kV-Schaltanlage liegen unter der Köpenicker Chaussee in Kabelkanälen, die unter dem Grundwasserspiegel ständig abgedichtet sind und außer den Kabeln einen Laufgang in der Mitte enthalten.

Weiter erwies sich über Tag eine 50 m lange Brücke zwischen Kesselhaus und Mahlanlage als notwendig. Abb. 41, die möglichst einfach mit vollwandigen Brüstern auf zwei Stützenpaaren hergestellt wurde, unter dem Untergeschoß alle elektrischen Leitungen, im Obergeschoß die Kohlenstaub- und Dampfleitungen aufnimmt. Das Eisenfachwerk ist ausgemauert, Dach und Fußboden sind als Massivdecken hergestellt, und die Kanäle sind von unten her zugänglich.

Erwähnt sei noch das Werkstatt- und Lagergebäude, Abb. 42; es besteht aus einem ausgemauerten Eisenfachwerkbau mit unterkellertem Vorbau und einer Laderampe. Auf der Rückseite ist eine Gleiseinfahrt in den mittleren Lagerraum vorhanden. Die beiden Seitenflügel haben ebenso wie der Mittelbau Laufkrane für dort einzurichtenden Arbeitsplätze. Eine Dampfleitung vom Kesselhaus speist einen Lufterhitzer für diese Heizeinrichtung.

Kohlenförderanlage

Für die Versorgung des Kraftwerkes mit Kohlen kommen der Wasser- und der Bahnweg in Frage. Die Richtungen hierfür sind: ein Stichkanal von der Schwanen- an den Lagerplatz, eine Entladeeinrichtung für die Kohlenzüge und eine Förderanlage für die Platz- und die Kohlenbeschickung.

Der Stichkanal hat eine Länge von rd. 4 km und eine Breite von 40 m und ist 5,50 m tief unter Gelände.

^{b)} AEG-Mitteilungen 1927 Heft 11.

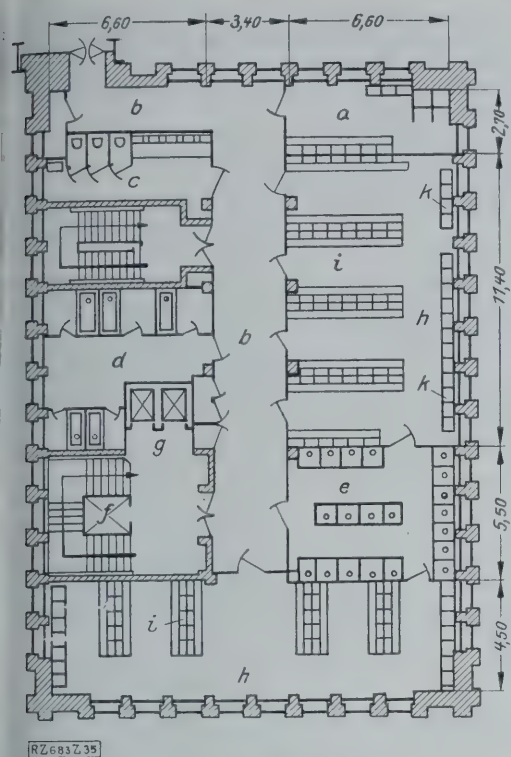


Abb. 35

Verwaltungsgebäude. Grundriß des 3. Obergeschosses.

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| a Raum für Kriegsbeschädigte | f Schnellaufzug |
| b Vorraum | g Paternosteraufzug |
| c Aborte | h Umkleieräume |
| d Wannenbäder | i Mannschaftsschränke |
| e Brausebäder | k Waschbecken |

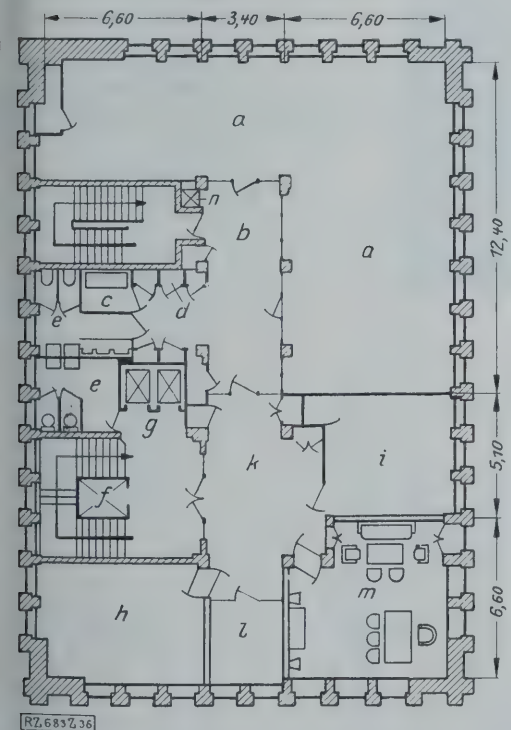


Abb. 36

Verwaltungsgebäude. Grundriß des 5. Obergeschosses.

- | | |
|---------------------|------------------|
| a Kontrollbureau | h Telefonstelle |
| b Flur | i Sekretärzimmer |
| c Bad | k Vorplatz |
| d Schränke | l Wartezimmer |
| e Aborte | m Direktorzimmer |
| f Schnellaufzug | n Aktenaufzug |
| g Paternosteraufzug | |

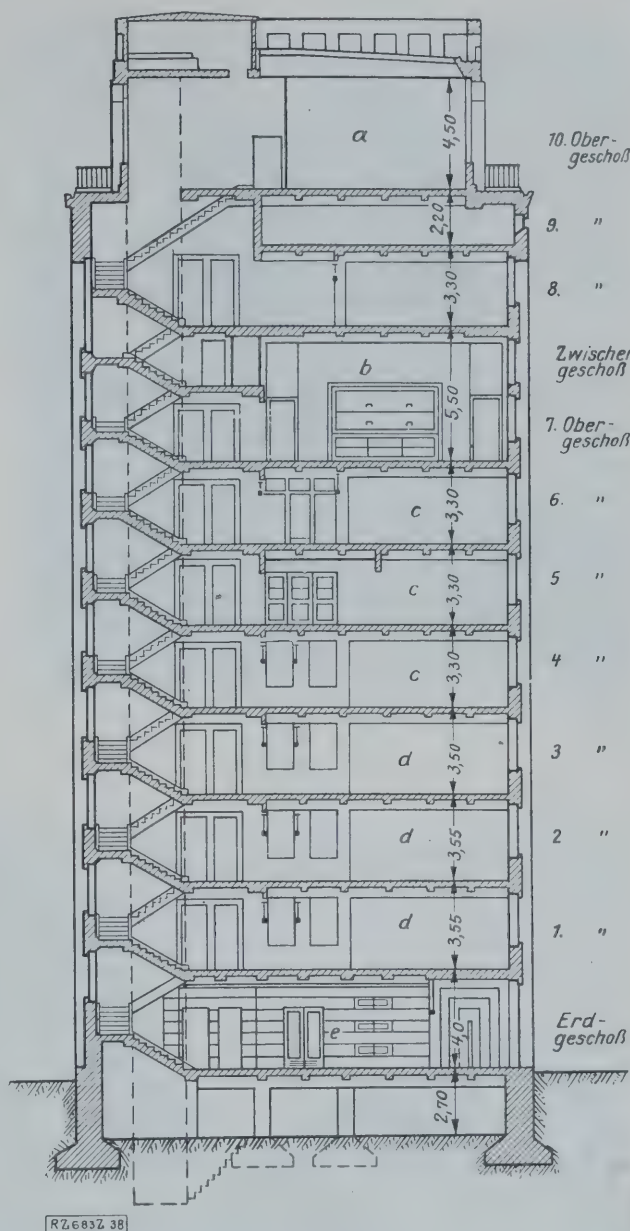


Abb. 37

Verwaltungsgebäude. Schnitt.

- | | |
|-------------------|--------------------|
| a Behälterraum | d Mannschaftsräume |
| b Vortragsaal | e Halle |
| c Betriebsleitung | |

Oberkante. Er wird von einer unter Wasser abgeschnittenen hölzernen Spundwand von 16 cm Dicke eingefasst. Auf dieser Spundwand ruhen Futterwände aus Eisenbeton, die mit dem dahinterliegenden Erdreich verankert sind, Abb. 43. Längs des Kohlenplatzes sind diese Futtermauern an dem Fundament der Lagerplatzbrücke verankert.

Eine Straßenbrücke führt im Zuge der Köpenicker Chaussee über den Stichkanal, Abb. 44 und 45. Vor dem Bau der Brücke waren Verlegungen der im Straßenkörper liegenden Kabel, Wasser-, Abwasser- und Gasleitungen, sowie der Post-, Telegraphen-, Feuerwehr- und Polizeikabel und der Bau einer Notstraße notwendig, da der Verkehr nicht unterbrochen werden durfte.

Für die mit der Eisenbahn in 50 t-Großgüterwagen mit Seitenleerung angefahrne Kohle wurde eine besondere Schüttgrube, Abb. 46 und 47, geschaffen; diese mußte sehr flach sein, damit sie über dem Grundwasserspiegel blieb. Der Zug fährt auf das durch ein Betongerüst unterstützte Gleis, unter dem ein Gang für den die Klappen öffnenden Bedienungsmann vorhanden ist. Mittels eines Handgriffs wird bei jedem Wagen



Abb. 38
Verwaltungsgebäude

der Eisenbahn angefahren wird. Die größte Last der Verladeanlage kam also für das Entladen der Schiffe in Betracht; inzwischen ist es möglich geworden, auch mit der Eisenbahn den ganzen Inhalt heranzubringen.

3. Die Förderung muß also möglich sein:
 - a) vom Flußschiff zum Lagerplatz,
 - b) vom Lager zur Mahlanlage,
 - c) vom Schiff zur Mahlanlage,
 - d) von der Eisenbahnwagen-Entladestelle zur Verladeanlage.
4. Die ganze Anlage war so zu entwerfen, daß stets eine Reserve vorhanden ist, wenn ein Teil der Verladeanlage gestört ist.
5. In der Regel wird Feinkohle gefördert; jedoch ist eine Brechanlage vor der Mahlanlage anzuordnen, falls der Fall, daß keine Feinkohle zu haben ist und Schuttkohle angefahren wird.
6. Die Anlage soll so einfach wie möglich und übersichtlich sein.

Für die Entladung der Schiffe waren Selbstgreifer in Aussicht genommen. Für die Eisenbahnwagen wollte man zunächst Kipper verwenden, während der Bauzeit entschied man sich aber für Großgüterwagen mit Selbstentladung, und die Reichsbahn hat jetzt zwei Züge von 20 Wagen zu 50 t = 1000 t beschafft, die fahrplanmäßig zwischen Grube und Kraftwerk pendeln.

Vom Lagerplatz zur Mahlanlage wird die Kohle nach dem Vorschlage der Demag mittels großer Kübel von 9 m Inhalt befördert. Zum Entladen der Schiffe und Verteilen der Kohle auf dem Lagerplatz dienen zwei Verladebrücken, auf denen Zweischienenkatzen mit 6 m/s Geschwindigkeit laufen. Die Spannweite jeder Brücke beträgt 119 m; dazu kommt eine Ausladung von 26 m auf der Wasserseite und eine Ausladung von 19 m auf der Landseite. Die lichte Höhe der Brücke beträgt 16 m. Unter dem Ausleger der Brücke laufen parallel zur Brückenbahn zwei Standbahnen. Zum Anfahren gehört ein Gerüst, an dem die Greifer über dem ersten oder zweiten Güterwagen mit Hilfe der Selbstgreiferkatze ein- und ausgefüllt werden kann.

Der Wagen kann einen vollen oder einen leeren Kübel aufnehmen. Er



Abb. 39
30 kV-Schaltheis, Verbindungsbrücke über die Köpenicker Chaussee und Hochhaus

die Klappe gelöst, und der Inhalt fällt in die Gruben, deren Form den Kohlgreifern entspricht. Der Boden ist mit I-Trägern bewehrt, damit er von den Greifern nicht beschädigt wird.

Die Grube kann die 1000 t-Ladung eines aus 20 Wagen bestehenden Zuges aufnehmen, der doppelt so lang wie die Grube ist. An jeder Stelle werden also zwei Wagen nacheinander entleert. Nachdem der Zug abgefahren ist, nimmt die Kohlenlagerbrücke mit ihrem Greifer den Inhalt der Gruben bei 140 t/h Leistung in rd. 7 h auf.

Für die Ausbildung der Verladeanlage, Abb. 48 und 49, war grundlegend:

1. Unmittelbar an dem Stichkanal für Flußschiffe ist ein Kohlenlager von 300 m Länge und 119 m Breite, also von 135 000 t bei 5 m Schütthöhe, in Aussicht genommen, das aber durch Stapeln auf 6 m Höhe auf 160 000 t für die Wintermonate erhöht werden kann.
2. Es war angenommen, daß der doppelte Tagesbedarf des Großkraftwerkes in 2 × 8 h vom Schiff auf das Lager gefördert, und daß der halbe Tagesbedarf mit

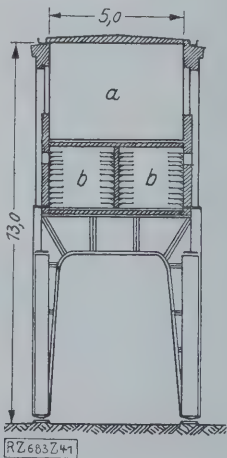


Abb. 40
Querschnitt durch die Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schaltheis

a Laufgang
b Kabelgänge

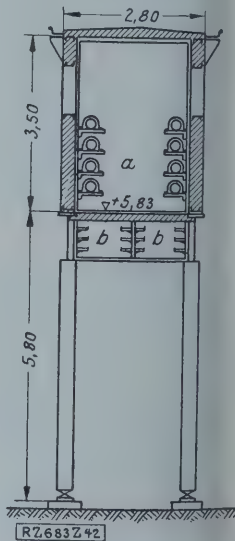


Abb. 41
Verbindungsbrücke zwischen Kesselhaus und Mahlanlage

a Rohrleitungen
b Kabel

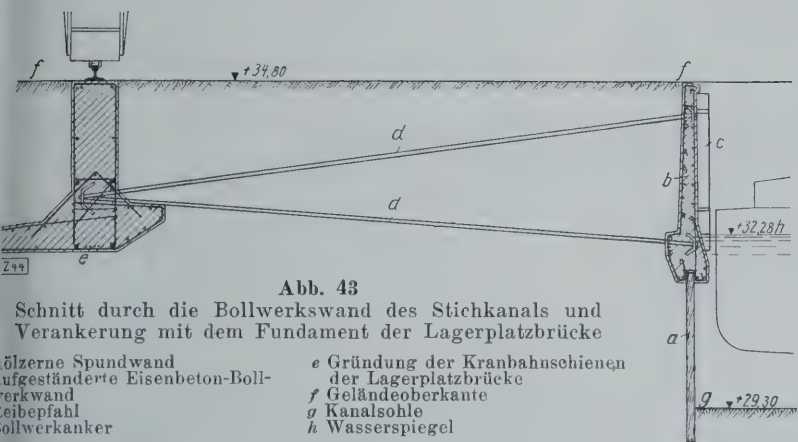


Abb. 43

Schnitt durch die Bollwerkswand des Stichkanals und Verankerung mit dem Fundament der Lagerplatzbrücke

ölzerne Spundwand
aufgeständerte Eisenbeton-Boll-
werkwand
Leibepfahl
Bollwerkanker

e Gründung der Kranbahnschienen
der Lagerplatzbrücke
f Geländeoberkante
g Kanalsohle
h Wasserspiegel

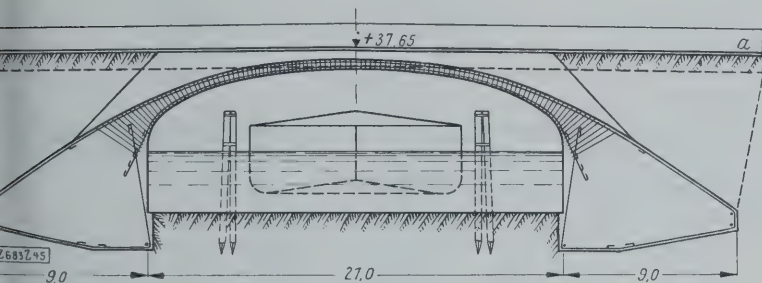


Abb. 44

1888. 11
Straßenbrücke über den Stichkanal im Zuge der Köpenicker
Chaussee, Längsschnitt.

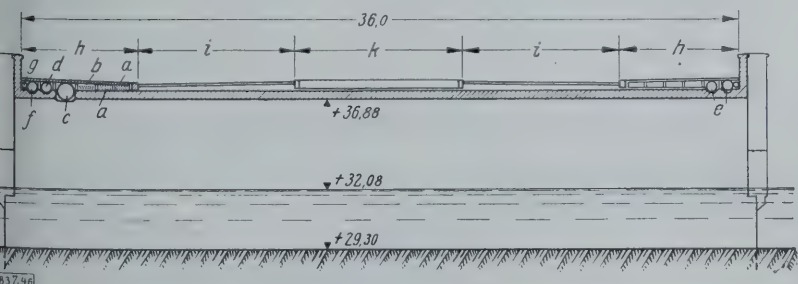
 α : Straßenkante

Abb. 45

Abb. 45
Straßenbrücke. Querschnitt zu Abb. 44.

a bis g öffentliche Versorgungsleitungen *h* Fußwege *i* Fahrdämme
k Gleiskörper für die Straßenbahn

Abb. 42

Werkstatt- und Lagergebäude

- a* Schmiede
- b* Klempnerei und Glaseri
- c* Werkstätten
- d* Rohrbiegerei
- e* Zusammenbau
- f* Laderampe
- g* Kleinlager
- h* Lagerhalle mit 5 t-Kran
- i* Prüflager
- k* Fertiglager
- l* Werkzeugmacherei
- m* Werkzeugausgabe
- n* elektrische Schweißerei
- o* Lager
- p* Ölbehälter
- q* Gleiseinfahrt
- r* Eisenbahnzeis

elektrisch angetrieben und hat die verhältnismäßig hohe Fahrgeschwindigkeit von 280 m/min. Der Kibeltwagen fährt mit einem leeren Kibel unter den Fülltrichter der Brücke, wo der Führer den Kibel füllt, und fährt mit dem gefüllten Kibel unter den Ausleger der Kohlenmahanlage.

Über den Bunkern der Mahlanlage und darüber hinaus verlängert liegen in rd. 40 m Höhe zwei Fahrbahnen für Einschienenkatzen, wovon die eine als Aushilfe für die andere dient. Die Einschienenkatze setzt den entleerten Kübel auf den Kübelwagen ab, hebt einen vollen Kübel empor und fährt ihn über die Bunker der Mahlanlage, in die er mit Hilfe der bekannten Entleervorrichtungen der Selbstgreiferkatze entladen wird. Die Einschienenkatzen haben eichfähige Wiegevorrichtungen, so daß jede Kohlenmenge, die zur Mahlanlage gelangt, gewogen werden kann.

Die Brechanlage für großstückige Kohle umfaßt zwei Hammermühlen von je 140 t/h Leistung, wovon ebenfalls die eine als Ersatz an die Stelle der andern treten kann.

Geschwindigkeiten, Motorgrößen und Leistungen:

1. Verladebrücken.

Brückenfahrgeschwindigkeit 19,5
m/min. Fahrmotor 91,1 PS.

Hubgeschwindigkeit der Katze
66,5 m/min, Hubmotor 177 PS.

Katzfahrgeschwindigkeit 360 m/
min. Katzenfahrmotoren $2 \times 47,6$ PS.

Demag-Zweiseilgreifer.

2. Kübelwagen.

Fahrgeschwindigkeit 280 m/min,
Fahrmotor 25,8 PS.

3. Einschielenkübelkatze über der Mahlanlage.

Hubgeschwindigkeit 360 m/min.

Die höchste Leistung unter der Voraussetzung, daß sich der Greifer gut füllen kann und die Kübel mit rd. 7,5 t mittlerer Füllung arbeiten, beträgt für jede Brücke, jede Einschienenkatze und für jede der beiden Hammermühlen 140 t/h.

Entaschung

Da noch nicht vor auszusehen war, ob die Rückstände in größeren Stücken oder nur als feinkörnige Schlacke anfallen würden, wurden die Schlackentrichter der Kessel mit großen Öffnungen ($1,20 \times 0,90 \text{ m}^2$)

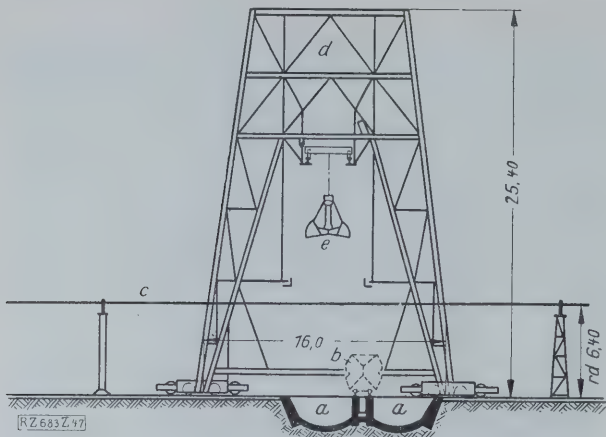


Abb. 46

Querschnitt durch die Kohlenschüttgrube mit Lagerplatzbrücke und Greifer

- a Schüttgrube
- b Großgüterwagen
- c Schleifleitungen für die Standbahn
- d Lagerplatzbrücke
- e Greifer

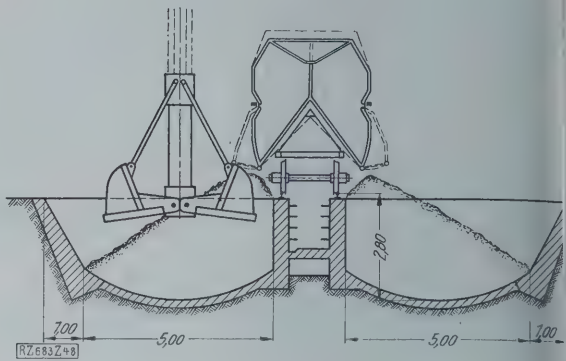


Abb. 47

Einzelheiten der Kohlenschüttgrube

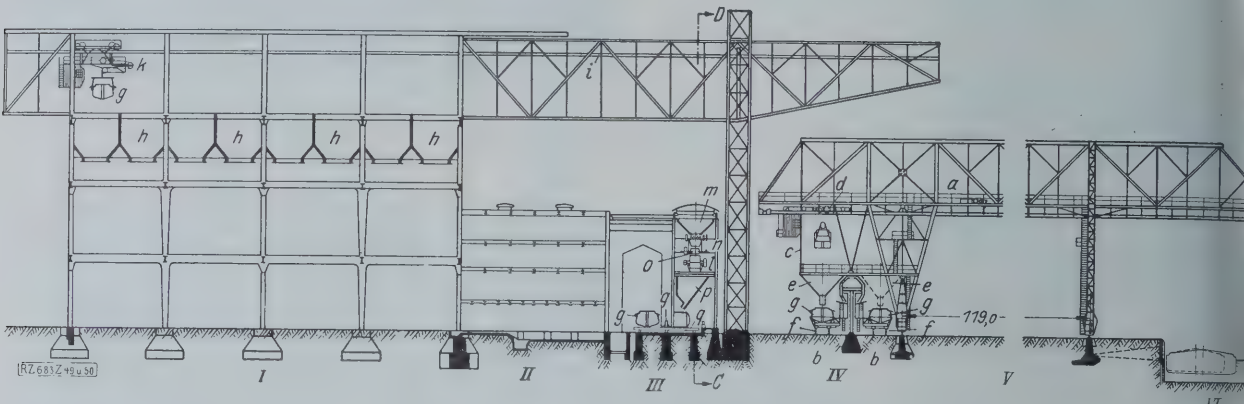


Abb. 48 und 49

Kohlenförderanlage, Längs- und Querschnitt

ausgestattet. In Anbetracht der großen Aschen- und Schlackenmengen und des geringen Raumes zwischen den Fundamenten wurde Spülent- aschung mit Gefällerrinnen verwendet. Diese Anlagen haben sich in Amerika gut bewährt.

Das Aufgeben der Schlacke in diese Rinnen wurde mit Vorrich- tungen der Firma Kosmos, Görlitz, und einer solchen des Betriebsdirek- tors Dr. Wellmann erprobt; später wurden an fast allen Schlackentrich- tern die Wellmannschen Vorrichtungen, Abb. 50 und 51, angebracht. Unter den Flugaschentrichtern sind Vor- richtungen von Rothstein, Leip- zig, angehängt, Abb. 52; hier fällt die Asche in ein Becken, aus dem sie ein Wasserstrahl über ein S-Rohr, in das nochmals Wasser eingeführt wird, hinausspült. Auf diesem Wege wird die Flugasche abgelöscht und ge- nügend durchfeuchtet.

Die Aschenrinnen im Kesselhaus, Abb. 53 und 54, haben 1,5 vH Gefäll und sind mit Schmelzbasaltplatten an der Sohle ausgekleidet und mit Treib- düsen von Rothstein, Leipzig, ver- sehen.

Da klare Erfahrungen über Ab- sitzbecken an anderer Stelle nicht zu

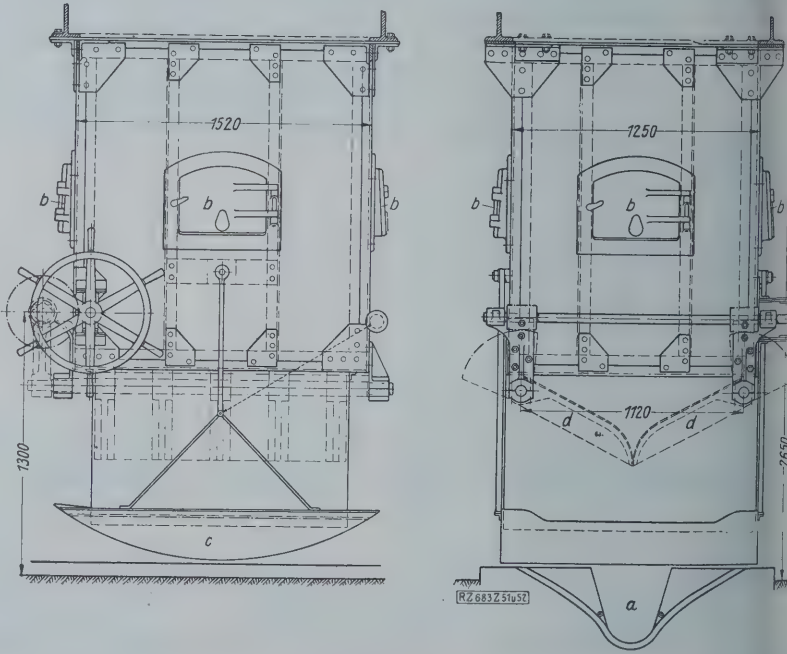
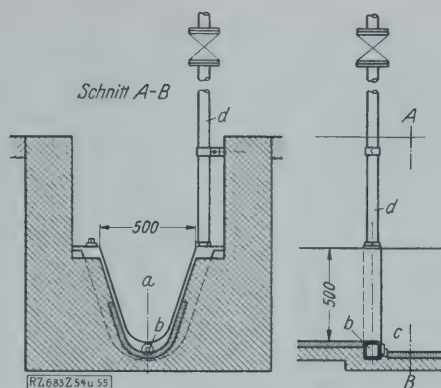
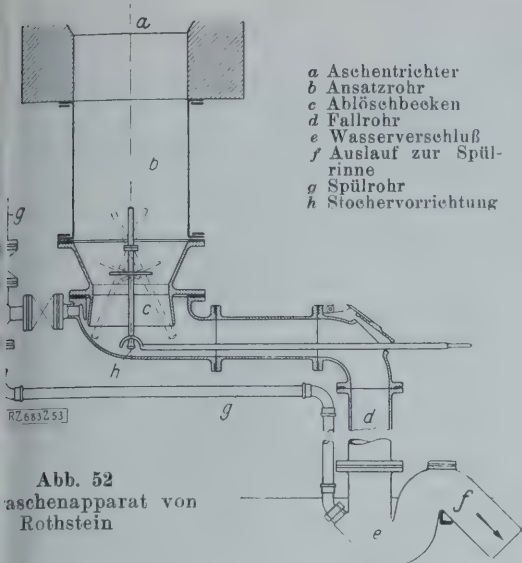


Abb. 50 und 51

Wellmannscher Schlackenfänger, Außenansichten

- a Spülrinne
- b Überwachungs- und Stoehertüren
- c Schwingeschale mit Wasserverschluß
- d aufklappbarer Boden, von dem die Schlacke nach der vorher zur Seite gezogenen Schwingeschale in den Aschen- kanal fällt und dort durch Spülwasser entfernt wird



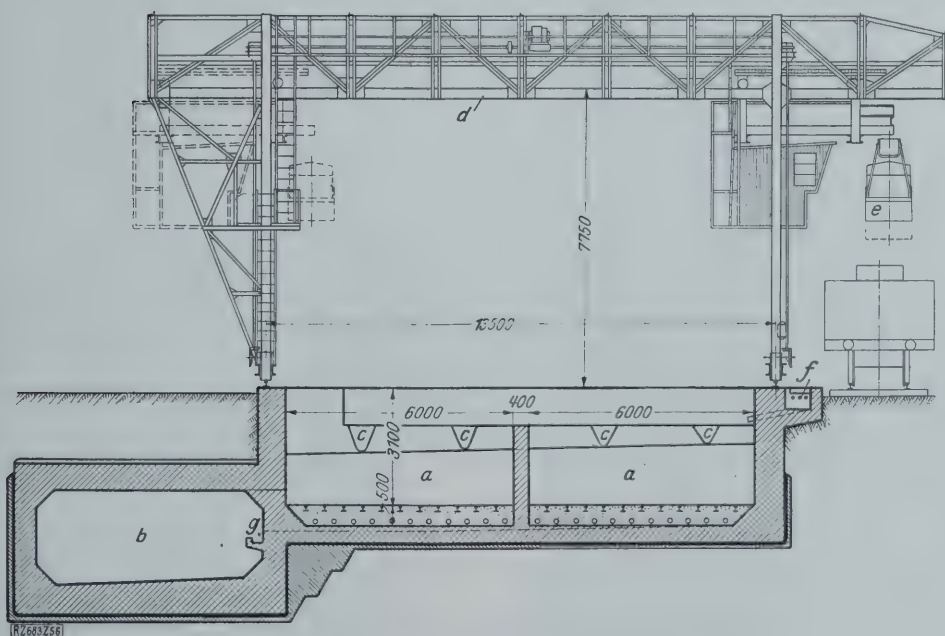
erlangen waren, Erfahrungen mit der Asche und Schlacke von Kohlenstaub nicht vorlagen und die Feinheit dieser Abfälle nicht vorausszusehen war, wurde vorläufig ein zweiteiliges Becken vor dem Kesselhaus angelegt, Abb. 55, das zu Versuchen dienen soll. Über dem Becken ist ein Greiferkran zum Verladen der Asche in Bahnwagen aufgestellt.

Zur Kennzeichnung der

Leistungen bei der Ausführung

dieses Baues seien einige Zahlen angeführt:

Auszuschachtende Masse	405 000 m ³
Betonverbrauch	72 000 „
Mauerwerk	21 000 „
Gewicht der Eisenkonstruktionen rd.	18 000 t
Zur Baustelle rollten im ganzen 9000 Eisenbahnwagen mit	133 000 t
Umbauter Raum aller Gebäude	502 550 m ³
davon Kesselhäuser	197 300 m ³
Vorwärmanlage	42 700 „
Maschinenhaus	91 550 „
Vorbau am Maschinenhaus	39 150 „
30 kV-Schaltheis	56 700 „
Verwaltungsgebäude	16 400 „
Kohlenmahanlage	44 600 „
Werkstatt- und Lagergebäude	14 200 „
Insgesamt bebaute Fläche	20 716 m ² .



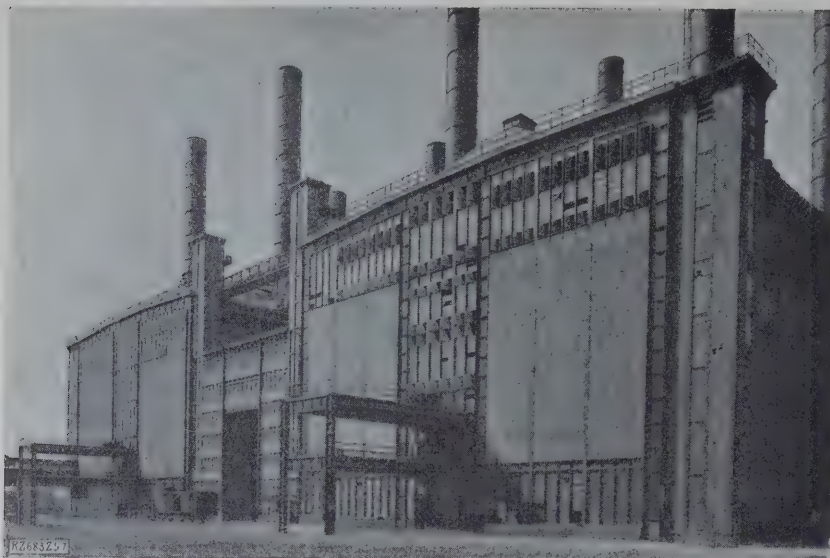


Abb. 56
Ansicht der Kesselhäuser und der
Vorwärmanlage

An die Baupolizei und sonstige Behörden wurden insgesamt 217 Baugenehmigungs-Gesuche mit 660 Blatt Zeichnungen, meist in dreifacher, zum Teil auch in vierfacher Ausfertigung eingereicht.

Architektur

Der nach betriebspraktischen und technischen Forderungen bearbeitete Grundriß ergab eine Baumassee, an die der Architekt gebunden war. Veränderungen konnten nur aus dem Gesichtspunkt der praktischen Aus-

nutzung der Gebäude oder der Billigung eintreten; dem Architekten waren also viele Möglichkeiten für die Ausgestaltung des Baues genommen.

Trotzdem darf behauptet werden, daß die Architekten Dr.-Ing. W. Klingenberg und Werner Issel, die die Lichterfelde, eine hervorragend künstlerische Lösung gefunden haben, weder gesucht moderne Formen angewendet, noch an veralteten Überlieferungen hängt, sondern dem Zeitgeist feinfühlig folgt. Das ist nicht zuletzt die Folge der jahrzehntelangen Zusammenarbeit der AEG mit den Architekten, die sich auch in die Maschinen- und elektrotechnischen Einrichtungen eingearbeitet haben⁹⁾.

Die Architekten wurden schon von den ersten Entwurfsarbeiten her zugezogen und konnten nicht nur bei Einzelheiten, sondern auch bei der ge-



Abb. 57
Ansicht der Gebäude vom
Kohlenlagerplatz aus



Abb. 58. Ansicht der Kohlenmahanlage

Verteilung der Massen ihren Eingetend machen. Abb. 56 bis 58 wie das Titelbild auf S. 1841 machen die Gesamtwirkung der Anlage Genüge ersichtlich. Für die Außenflächen sind durchweg gemischtfarbenes Ilseklinker verwendet. Die Gliederung der Eisenbauten ist nirgends durch Architektur verdeckt, sondern zu einem harmonischen Zusammenbau verwendet worden. Auch das Muster der Fassade ergab sich durch die auf S. 1 erwähnten, aus Ersparnisgründen eingesetzten hochkantigen Prüßwände.

⁹⁾ Siehe das Architekturwerk: G. Laube, „Das Großkraftwerk Klingenberg“. Berlin: Ernst Wasmuth.

Laube: Die Bauanlagen des Großkraftwerkes Klingenberg



Abb. 14
Aufstellung des ersten Binders des Turbinenhausbaues

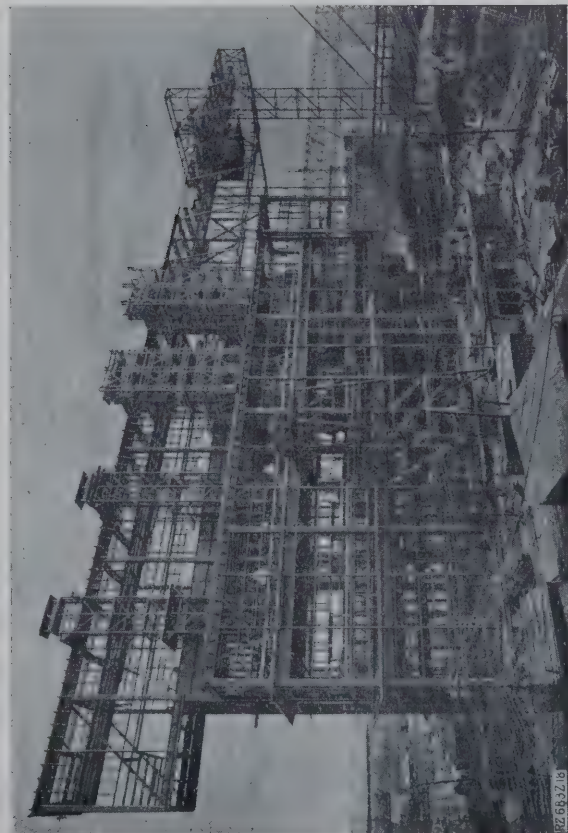


Abb. 18
Eisenkonstruktion der Kohlenmahlanlage

Zu Abb. 16
Die Außen-
front der
unteren
drei Stock-
werke ist
bereits aus-
gemauert,
bei fünf
Stockwer-
ken ist die
Beton-
decke
fertig

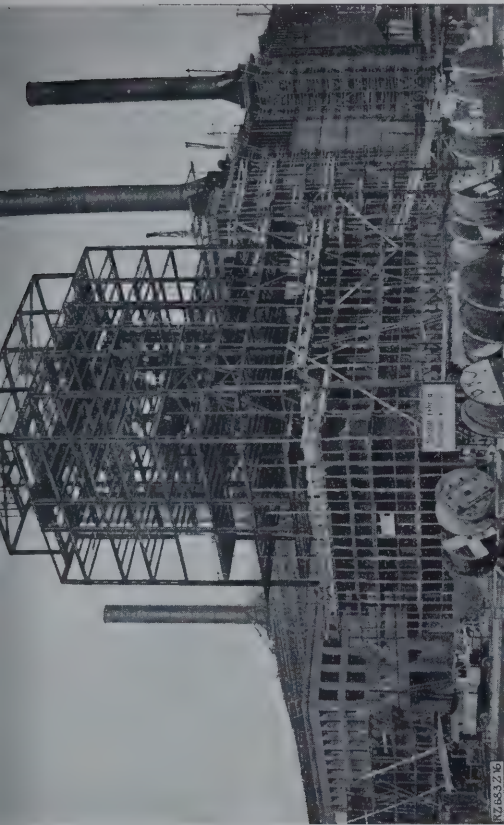


Abb. 16
Aufstellung der Eisenkonstruktion des Verwaltungsgebäudes



Abb. 24
Pfählfundamente der Hauptturbinenfundamente

Zu Abb. 24
a einge-
rammte
Pfähle-
blech-
hilfen
b ausbe-
tonierte
Pfähle
mit
Eisenbe-
wehrung
zum An-
schluß
an die
Beton-
funda-
ment-
platte
der
Turbine
c Wasser-
haltung
d Gieß-
turm für
Beton

Münzinger: Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg

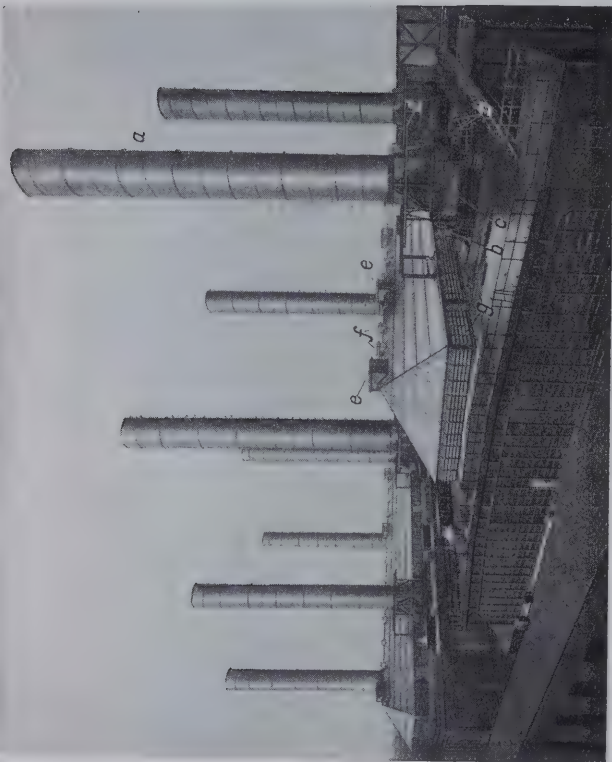


Abb. 40. Blick auf das Kesselhausdach
a Schornstein b Saugzugmotoren c Ventilatoren d Gleis zum Auswechseln
e Explosionshaube f Belüftung g Belüftung

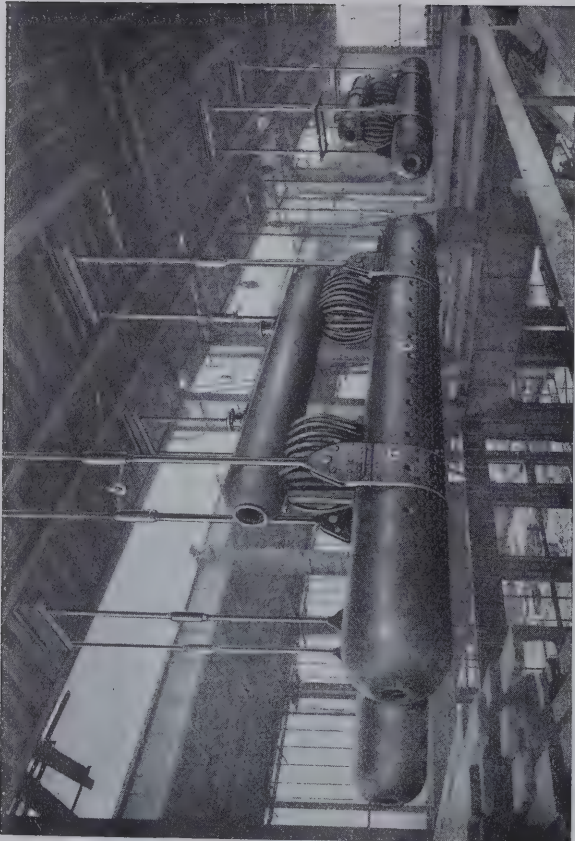
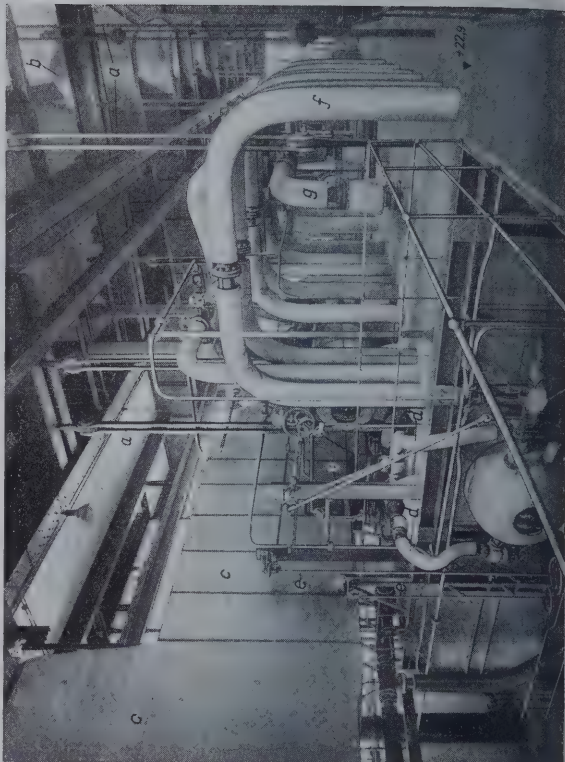
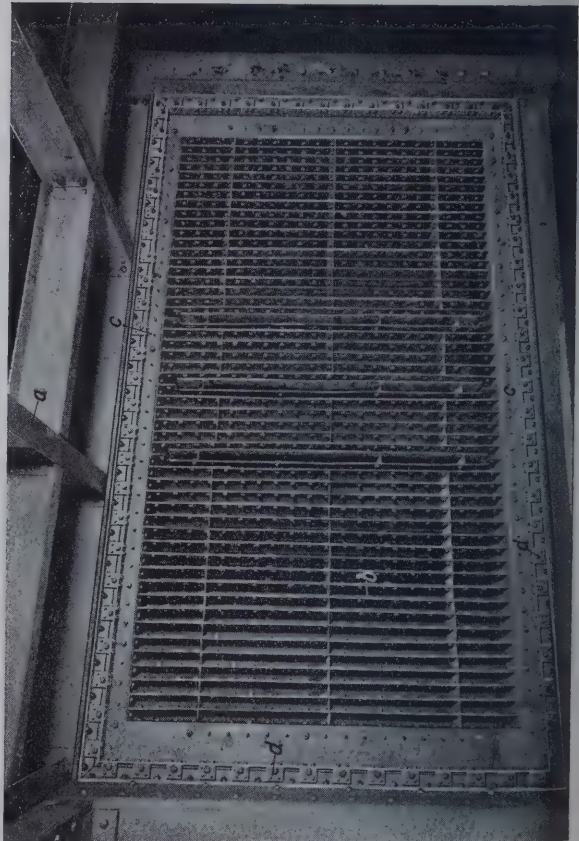


Abb. 27. Aufhängung der Obertrommeln des Rotakessels am Dach
a Tragbänder b Spannschlösser c Anschluß der Steigrohre des Kühlrohres



Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg

Von Friedrich Münzinger, Berlin

(Hierzu Tafel 9 und Textblatt 34)

Ergebnis der Ausschreibungen — Bemessung der Kesselgröße — Begründung des AEG-Entwurfes — Vergebung der Aufträge — Ausführung der Einzelheiten — Verbindung zwischen Kessel und Kesselhaus — Anordnung der Saugzuganlagen — Meßvorrichtungen — Aufbereitung und Förderung des Kohlenstaubes

Die Lage der deutschen Dampfkesselindustrie war Anfang 1925 wegen Streikgefahr, Kapitalmangel und Arbeitslosigkeit sehr schwierig. Die Material- und Preisverhältnisse für Dampfkessel befanden sich in der Höhe. Die für Bau und Aufstellung der Kessel erforderliche Zeit war außerordentlich kurz. Erfahrungen im Temperaturverlauf der Rauchgase in großen Kesseln mit Kohlenstaubfeuerung, über den Betrieb mit vorgewärmter Verbrennungsluft und über hohe Wasservorwärmung nach dem Regenerativverfahren lagen kaum vor. Deutsche Vorbilder für Kessel mit 2000 bis 2000 m² Heizfläche gab es nicht, und der Dampfdruck von 40 at war in Großkesseln noch nicht erprobt. Besonders merkwürdig wirkte aber, daß das Großkraftwerk Klingenberg ausschließlich in Deutschland gleichfalls wenig mit Staubfeuerung eingestellt werden sollte.

Man mußte daher nicht nur billig und rasch Ausnutzung der letzten Fortschritte, sondern auch mit großer Sorgfalt vorgegangen und gebaut werden, es bedurfte zahlreicher, vorwiegend technischer Maßnahmen, um mit der kurzen Bauzeit auszukommen und reibende Gemeinschaftsarbeit der zahlreichen Lieferfirmen zu erzielen. Zunächst mußte weder die Art der Feuerung, noch die Größe, Leistung und Bauart des Kessels fest. Sicher war nur, daß die Heizfläche von 500 bis 700 m² reichen würde und zumindest auf 2000 m² übergangen werden müsse.

Die erste Ausschreibung

Die AEG schrieb daher erstmals im November 1924 Kessel von rd. 2000 m² Heizfläche mit Wanderrosten oder Staubfeuerung für folgende Betriebsverhältnisse aus:

Dampfherzeugung	70 bis 100 t/h
Dampfdruck	37 at
Temperaturen:	
Speisewasser	140 °C
Dampf	420 „
Verbrennungsluft	150 „

Die Ausschreibung ging sehr verschiedenartige Entwürfe ein, von denen hier nur einige besonders kennzeichnende besprochen seien.

Die Hanomag bot unter anderem einen Dreitrommelkessel mit darüber liegendem Ekonomiser und Luftvorwärmer an, bei dem die Warmluft durch seitliche, schräge Schächte innerhalb des glatten Kesselblockes Feuererraum strömt, Abb. 1. Luftvorwärmer und Ekonomiser sind liegend angeordnet. Die Ventilatoren für Verbrennungsluftzufuhr und die Saugzuganlage sind auf dem Dach und werden ebenso wie der Schornstein und der Kessel von einem einzigen Gerüst getragen. Der Kessel besteht aus zwei voneinander unabhängigen Rohrbündeln mit sehr stark gebogenen Röhren, Abb. 2. Der untere der Hitze ausgesetzte Teil der ersten Rohrbündel ist nur wenig geneigt, der obere gegen Berührung der Rauchgase geschützt, damit die langen Röhren

nicht durch zu große Wärmeaufnahme überlastet werden. Erstes und zweites Rohrbündel haben getrennten Wasserrundlauf. Der Luftvorwärmer ist liegend angeordnet, die Heißluft wird durch die hohlen Seitenwände des Feuererraumes zugeführt.

Auch der Kessel der Rota-Werke besteht aus mehreren unabhängigen Zweitrommelbündeln mit sehr stark gekrümmten Röhren, die aber im Gegensatz zum Steinmüller-Kessel nicht übereinander, sondern symmetrisch zur Kesselmittelebene angeordnet sind, Abb. 4. Er ist ein ausgesprochener Doppelenderkessel mit zwei voneinander durch den Kessel getrennten Heizerständen. Die Saugzuganlage ist auf das oben schräg zusammengezogene Kesselgerüst aufgesetzt.

Schon der Vergleich dieser Angebote zeigt, daß es nicht möglich gewesen wäre, derart verschiedene Kessel einigermaßen organisch in ein und dasselbe Kesselhaus einzugliedern. Hierauf mußte aber entscheidender Wert gelegt werden, weil man wegen der großen Arbeitslosigkeit, und um bei Streik oder Kapitalschwierigkeiten bei der einen oder der anderen Firma wenigstens einige Kessel beizeiten zu erhalten, mindestens 5 bis 6 Fabriken zur Lieferung heranziehen wollte. Schließlich war bei einer so bedeutenden und neuartigen Anlage die Zuziehung mehrerer Firmen auch deshalb erwünscht, weil man so möglichst vielseitige Erfahrungen nutzbar machen konnte.

Doppelenderkessel mit getrennten Heizerständen schieden aus, weil dies die Aufstellung der Schornsteine, die Unterbringung der Bunker und einige andere Dinge wesentlich erschwert oder verteuert hätte, und weil Kessel mit einem einzigen Heizerstand einfacher bedienbar sind. Auch wollte man mit der lichten Feuerraumbreite nicht über 9 m gehen, weil sonst das Gewicht der Feuerraumdecke und der Kesselstirnwand zu hoch und gegebenenfalls die Zufuhr der Sekundärluft nicht über die ganze Feuerraumbreite gleichmäßig geworden wäre. Nach dem Stande der Feuerungstechnik zu Anfang 1925 betrug bei 9 m Feuerraumbreite die größte Dampfherzeugung eines Kessels etwa 65 bis 75 t/h.

Die größte Heizflächenbelastung wurde auf rd. 45 kg/m²h, entsprechend

einer Gesamtheizfläche von 1700 bis 1800 m² festgesetzt, da man sonst, wenn die Abgastemperaturen wesentlich höher als angenommen sein sollten, bei der hohen Speisewassertemperatur von 140 ° durch späteren Einbau eines Ekonomisers nur noch wenig ändern konnte, und da man ferner damit rechnen mußte, daß auch ohne Ekonomiser die Abgastemperaturen so niedrig werden, daß sich ein Ekonomiser vielleicht nicht mehr recht lohnen würde.

Ein weiterer Grund für die Wahl einer verhältnismäßig niedrigen Heizflächenbelastung war die Hoffnung, mit fortschreitender Verbesserung der Brenner und der andern Feuerungseinrichtungen in vielleicht naher Zeit eine erheblich höhere Leistung aus der Brennkammer herausholen zu können, als angenommen worden war. In diesem Fall, der bereits eingetreten ist, war es aber erwünscht, auch bei hoher Kesselleistung günstigen Wirkungsgrad zu erzielen; dann aber durfte die Rauch-

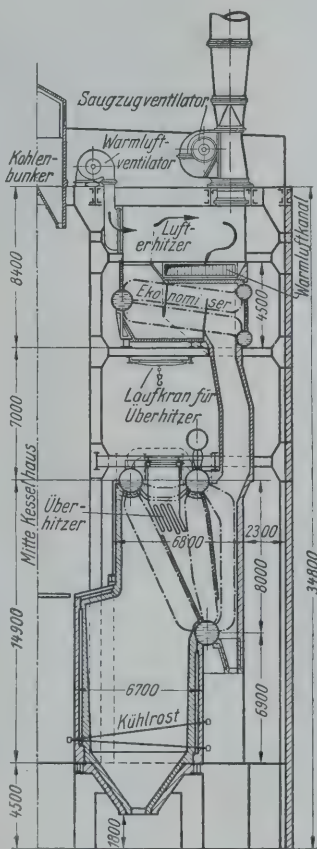


Abb. 1
Hanomag-Steilrohrkessel von 2000 m² Heizfläche mit Kohlenstaubfeuerung und Trommel-Ekonomiser (Entwurf)

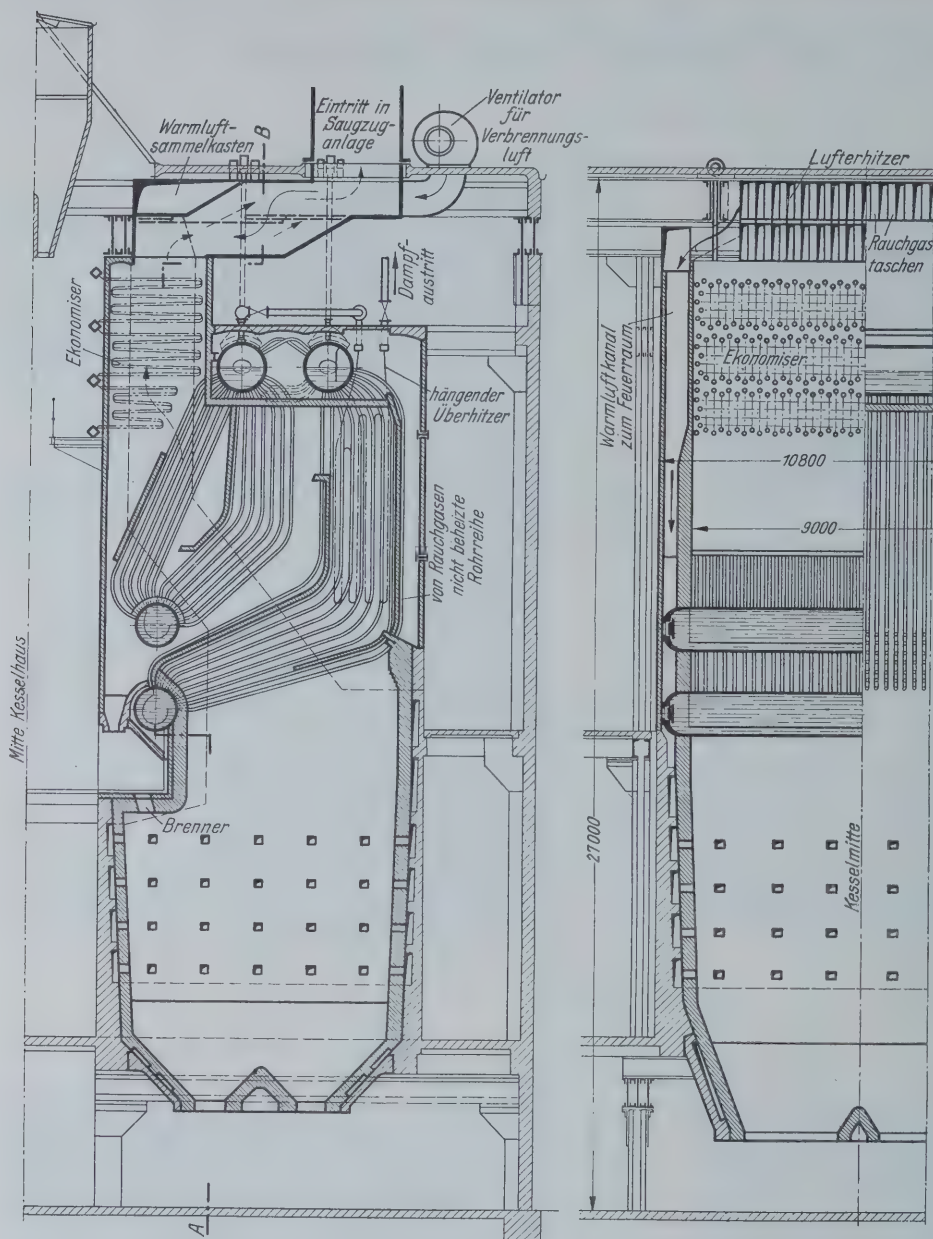


Abb. 2 und 3

Steinmüller-Steilrohrkessel von 1800 m² Heizfläche mit schmiedeisernem Ekonomiser und wagerechtem Luftvorwärmer (Entwurf)

gastemperatur am Eintritt des Luftvorwärmers nicht so hoch sein, daß die Wärmelufttemperatur viel höher als für die Anlage geeignet war.

Der neue Entwurf

Die Besprechungen mit den Kesselfirmen hatten ergeben, daß bei 83 mm äußerem Durchmesser am stärksten beheizte Wasserrohre von 9600 mm größter Länge noch unbedenklich zulässig waren. Bei 1500 mm äußerem Trommeldurchmesser und 185 mm axialer Rohrteilung, unter die wegen der Möglichkeit des Zuwachsens der Rohrgassen durch Flugasche nicht gegangen werden sollte, ließen sich 1700 bis 1800 m² Heizfläche noch bequem in einem Dreitrommelkessel unterbringen. Von einem Kessel mit vier oder mehr Trommeln konnte unter diesen Umständen um so leichter abgesehen werden, als ausgedehnte eigene und fremde Erfahrungen überzeugend gezeigt hatten, daß richtig gebaute Dreitrommelkessel auch den höchsten Anforderungen genügen.

Da nur gebogene Rohre zugelassen und die Untertrommel in zwei gleichachsige Trommeln von etwa halber Länge aufgeteilt wurden, war der Kessel trotz seiner großen Breite sehr elastisch. Die Kesselheizfläche wurde daher, einschließlich der Kühlfläche im Feuerraum, auf

Schornstein angeschlossen werden können; einen Schornstein für jeden Kessel aufzustellen, war aber zu teuer. Die Schornsteine unmittelbar über den Kesseln aufzustellen wollte man gleichfalls nicht der hohen Kosten der Befürchtung wegen, daß die Genehmigung der Bauweise gar nicht oder erst nach langwierigen Verhandlungen erreicht werden würde.

Vor allem aber mußte man, um die Kessellieferung unter mehrere Firmen verteilen zu können, eine Gesamtsanordnung finden, die nahezu gleiche äußere Abmessungen des Kesselblocks ergab, gleichgültig, welche Firma später die Kessel lieferte. Es hätte übrigens auch die Herstellung der Eisenkonstruktion des Gebäudes sehr schwer und verhängnisvolle Irrtümer bei ihrer Ausführung herbeiführen können, wenn die einzelnen Felder des Kesselhauses verschieden bemessen worden wären.

Der AEG kam nun sehr zustatten, daß sie sich bereits seit 1920 mit dem Entwurf von Großkesseln mit Staubfeuerung eingehend beschäftigt, im Zusammenhang mit eigenen Versuchen an Staubfeuerungen aufgenommen und schon sehr frühzeitig, als noch die Verwendung hochvorgewärmter Verbrennungsluft in Deutschland kein Interesse fand, gemeinsam mit einer Sonderfirma einen geeigneten Luftvorwärmer entwickelt hatte.

1750 m², die lichte Feuerbreite auf 8600 mm und die Außenbreite des Kesselblocks auf 10 600 mm festgesetzt.

Auf die Weiterbearbeitung der Rostfeuerungen wurden sorgfältigen wirtschaftlichen Überlegungen frühzeitig zugezogen. Maßgebend hierfür war auch, daß die verschiedensten Brennstoffe verfeuert werden mußten, daß die Verwendung hochvorgewärmter Luft bei Rostfeuerungen voraussetzte größere Schwierigkeiten bereitet hätte und daß die Verwendung eines Kessels mit hoher Dampfleistung mit Stauerung sicherer erreichbar war.

Hinsichtlich der Gesamtanordnung von Kessel, Ekonomiser und Luftvorwärmer wurde keine der eingegangenen Vorschläge teilweise sehr eigenartigen Würde voll. Teils war die Gesamthöhe unerwünscht, teils die Zugänglichkeit und die Austauschbarkeit von Teilen mangelhaft. Senkrechte Anordnung von Kessel, Ekonomiser und Luftvorwärmer über einander ergab wohl kleine Grundfläche und gedrängten Gesamtaufbau, aber schwierige Reinigung und Reinhaltung der hochliegenden Teile. Die Baukonstruktion des Gebäudes, das Kesselgerüst wären in der großen Höhe sehr teuer geworden und der Ersatz solcher Luftvorwärmer hätte Schwierigkeiten bereitet.

Auch die in einigen Anordnungen vorgeschlagene Zugänge von Wärmeluft zum Feuerraum befriedigte nicht. Freiliegende Blechkanäle, die einige Firmen hierfür vorgesehen hatten, verschlechterten die Zugänglichkeit, bedingten eine teure empfindliche Isolierung und vergrößerten die Wärmeverluste. Einige der angeordneten Doppelerkessel hätten nicht paarweise an einen

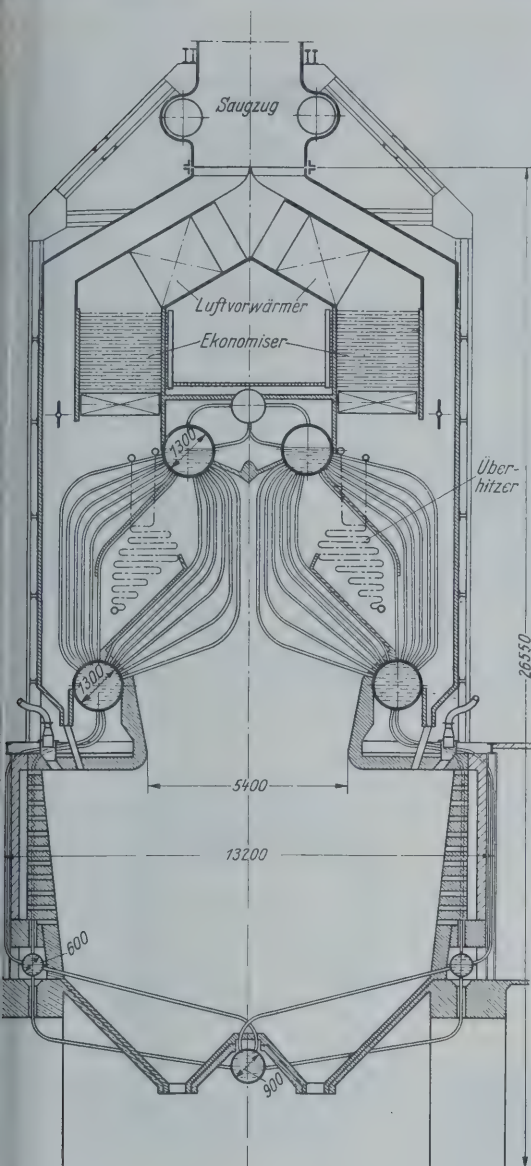


Abb. 4

Steilrohrkessel der Rota-Werke von 1800 m² Heizfläche mit schmiedeisernem Ekonomiser und im Winkel zueinander angeordneten Luftvorwärmern (Entwurf)

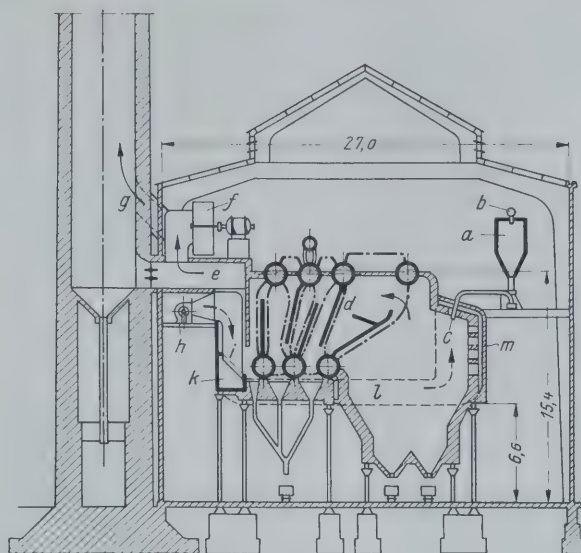
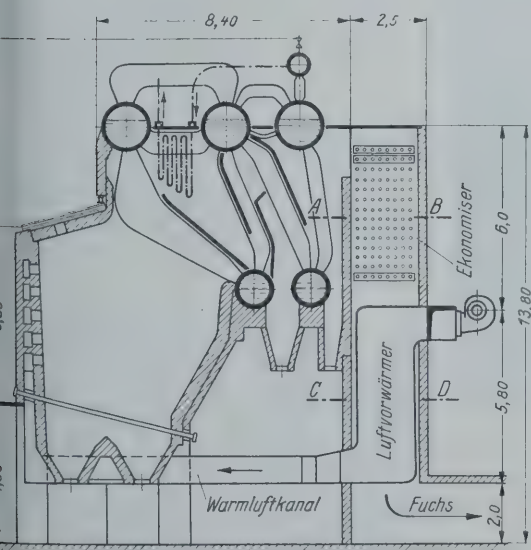


Abb. 5

AEG-Entwurf eines Großkessels mit Kohlenstaubfeuerung und Luftvorwärmer vom Frühjahr 1924

- | | | |
|------------------|--------------------|-----------------------------|
| a Staubbunker | e Fuchs | i Luftvorwärmer |
| b Staubzuführung | f Ventilator | k Warmluftkammer |
| c Brenner | g Schornstein | l Warmluftkanal |
| d Kessel | h Ventilator für i | m Vorderwand des Feuerraums |

Von den dabei entstandenen Entwürfen betrifft der aus dem Frühjahr 1924 stammende, Abb. 5, einen Fünftrommelkessel und einen Zweitrommel-Ekonomiser, der auch als Dampferzeuger arbeiten kann. Die unteren Enden der Taschen des an die Kesselrückwand angebauten Luftvorwärmers sind an einen Blechkasten mit schräger Decke angeschlossen. Da die Kesselbauvorschriften keine Schornsteine über den Kesseln zuließen, sollten 3 bis 6 Kessel an einen gemauerten Kamin *g* angeschlossen und der Zug bei hoher Last durch Gebläse *f* erzeugt werden. Die Warmluft wird durch Kanäle *l* in den Seitenwänden des Kessels nach dem Feuerraum geleitet.

Auch der Entwurf vom Sommer 1924 hatte noch gemauerte Schornsteine und gemauerte, im Aschenkeller liegende Sammelfüchse, Abb. 6 und 7. Die in zwei Hälften geteilten Ekonomiser und Luftvorwärmer sind an der Rückseite des Fünftrommelkessels übereinander angeordnet. Der Luftvorwärmer liegt in Höhe des Feuerraums, dem die Warmluft durch Kanäle zwischen den Schlacken-trichtern zuströmt. Dieser Entwurf hatte vor allem den Mangel, daß die Luft nicht im Gegenstrom durch den Vorwärmer fließt, der daher sehr groß geworden wäre und bei niedriger Abgastemperatur keine hohen Lufttemperaturen geliefert hätte.

Die Durcharbeitung dieser Entwürfe hatte aber deutlich gezeigt, daß ein Großkraftwerk ohne Verlegung der Saugzuganlagen und der Schornsteine auf das Kesselhausdach nicht billig gebaut werden und neuzeitlichen Anforderungen entsprechen kann. Die AEG arbeitete daher im Frühjahr 1925 einen neuen Entwurf aus, Abb. 8 bis 10, der zur Ausführung bestimmt wurde. Die der Ausfüh-

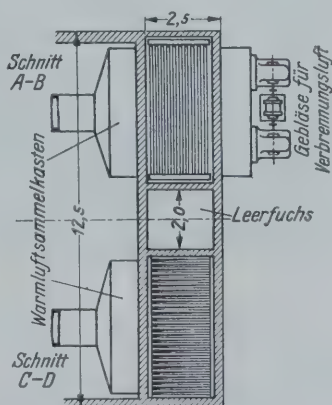


Abb. 6 und 7
AEG-Entwurf eines Großkessels mit Kohlenstaubfeuerung, Ekonomiser und Luftvorwärmer vom Sommer 1924

zung zu Grunde gelegte Bauart ist aus Abb. 11 bis 16, Taf. 9, zu ersehen. Ekonomiser und Luftvorwärmer sind ähnlich wie in Abb. 6 und 7 an der Rückseite des Kessels angeordnet. Die Luft umspült vor ihrem Eintritt in den Vorwärmer durch den sie im Gegenstrom zu den Rauchgasen fließt, die Schlacken-trichter der Feuerkammer, um sie zu kühlen und um Wärmeverluste an ihren ausgedehnten Flächen und die dadurch verursachte Erwärmung der Luft im Aschenkeller zu vermeiden.

Vom Vorwärmer gelangt die Luft in eine zwischen Vorwärmer und die Feuerkammer eingebaute Warmluftkammer und von dort durch die hohlen Seitenwände nach der Vorderseite des Feuerraums, in den sie durch zahlreiche Schlitz e eintritt. Jedes zweite Rohr der ersten Rohrreihe des Kessels tritt aus der Ebene der übrigen Rohre hervor, damit keine Brücken durch Flugasche gebildet werden. Die Einmauerung des Kessels ist von der der Verbrennungskammer getrennt, damit sich beide ungestört ausdehnen können. Die Kesseltrommeln hängen am Dach; Kesselgerüst und Ausmauerung stehen unabhängig davon auf einem eisernen Tragrost unter völliger Vermeidung von Fundamenten aus Eisenbeton oder Mauerwerk.

Bei dieser Anordnung wird die Mantelfläche des Kesselblockes außerordentlich klein und die Gesamthöhe nicht größer als der Kessel selber. Freiliegende Heißluftkanäle sind völlig vermieden. Die Überhitzer können ohne Beschädigung der Kesselummantelung als Ganzes nach oben

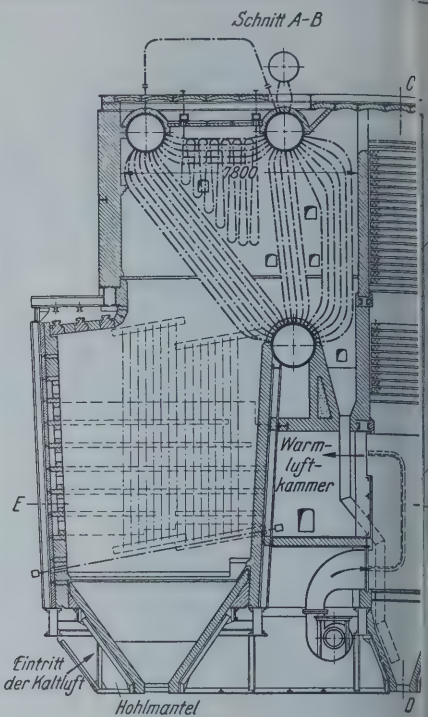
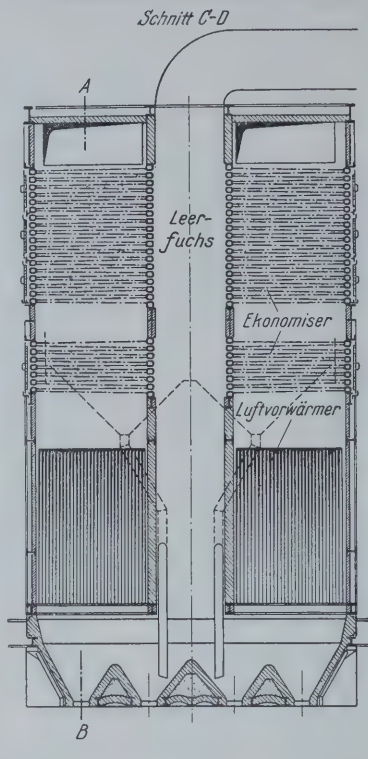


Abb. 8 bis 10
Entwurf eines 1750 m²-Kessels mit
Ekonomiser und Luftvorwärmer
vom Frühjahr 1925
Gesamtanordnung: Bauart AEG-
Münzinger (Abb. 11 bis 16,
s. Tafel 9)

- a Kaltlufteintritt
- b Hohlmantel
- c Warmluftkammer
- d Luftvorwärmer
- e Ekonomiser
- f Leerfuchs

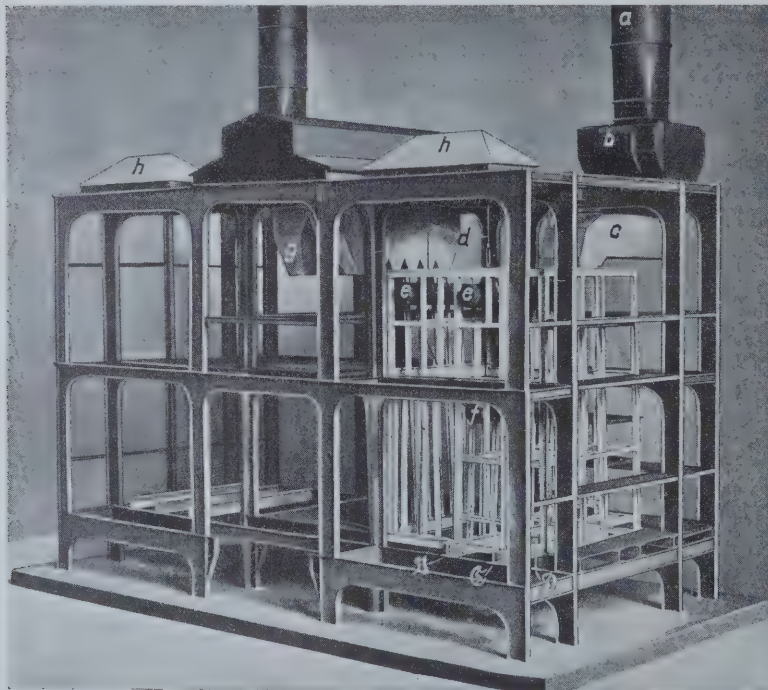
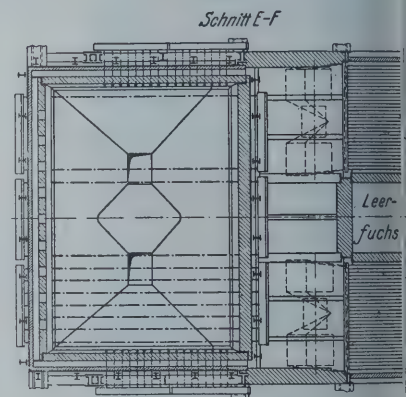


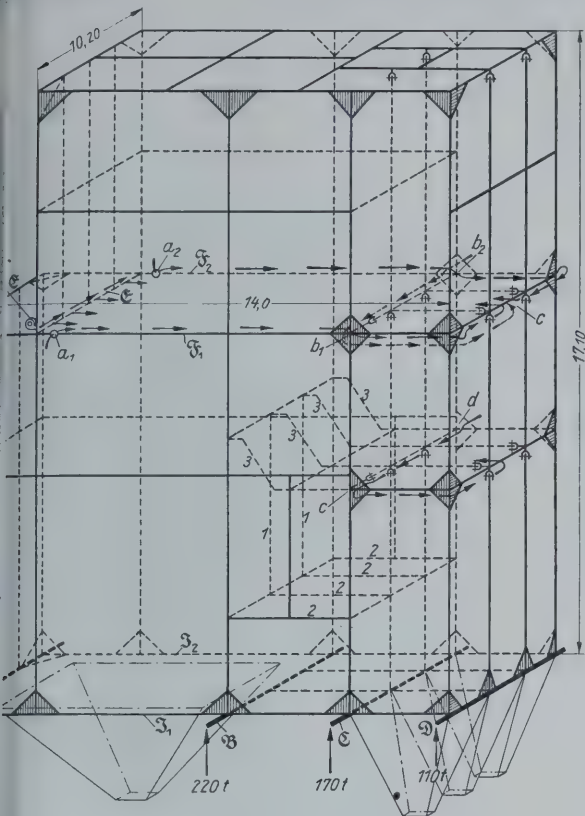
Abb. 17
Modell zum Erproben des vorteilhaftesten Zusammenbaues
des Kessels mit der Eisenkonstruktion des Kesselhauses

- a Schornstein
- b Saugzugventilator
- c Fuchs
- d Stangen zum Anhängen des Kessels
- e Obertrommeln
- f Untertrommel
- g Oberlicht
- h Staubbunker
- h, c, d Tragrostteile des Kessels

ausgebaut werden, die Ekonomiserschlange nach der Seite, die Luftvorwärmer nach hinten. Um die Zweckmäßigkeit gewählten Anordnungen überprüfen und vorteilhafteste Verbindung zwischen Kessel und Gebäude erproben zu können, wurde ein Pappmodell, Abb. 17, des Einbaues gefertigt, das vorzügliche Dienste geleistet hat. Zwischen je zwei 6,3 m voneinander entfernten Kesseln stehen in 4,4 m Entfernung zwei Binder des Gebäudes, auf eine für zwei Kessel gemeinsame Saugzuganlage b und der Schornstein a gesetzt sind. Der Kessel hängt mit Stangen d am Kesselhausdach, sein Gewicht und die Einmauerung ruhen auf dem den Trägern A, B, C und D bestehende Tragrost, der mit den Kesselhausbinder verbunden ist.

Ausführung der Kesselbauten

Sofort nach Fertigstellung ihres Auftrages richtete die AEG ein Gesuch an das Preußische Handelsministerium um Genehmigung der Kesselaufhängung am Dach der Aufstellung der 70 m hohen Schornsteine und Saugzuganlagen über einen Kesselblock; diesem Gesuche wurde bereits zwei Tage später, dank dem verständnisvollen Entgegenkommen von Rat Dr. Ulrich, entsprochen.



Verbindung mit Langloch → wagerechte Verbindung mit Langloch
Leitung

Abb. 18

Entwurf der AEG für das Kesselgerüst

U, D, S₁, S₂ Tragrost
Rückwand
Decken
Decke der Warmluftkammer
Eintritt von Kühlluft in die
hohlen Träger S₁, S₂

→ Weg der Kühlluft
b₁, b₂, c, d Träger
e Träger der Kesselstirnwand
und Feuerraumdecke

Wahl der Kesselfirmen wurde dann gebeten, auf Grund dieses Entwurfes neue Angebote einzureichen. Die dazu erforderliche Zeit betrug für die AEG, Vorschläge für das Kesselgerüst, Abb. 18, Warmluftkammer, die Kesselaufhängung am Dach, Abb. 19 bis 22, und die Einmauerung durchzuführen, so wie sie kurz nach Auftragserteilung weitgehend durchgezeichnete Zeichnungen dieser Teile den Kesselfirmen übergeben konnte. Die BEWAG hatte den Wunsch, auch für Teilkammerkessel eigene Erfahrungen zu sammeln, indem die deutschen Babcock-Werke den Nachweis erbrachten, daß sich in den Hauptabmessungen des Entwurfes auch ein solcher Kessel unterbringen und entsprechende Kesselhausfeld mit dem Tragrost genau

so wie für die Dreitrommel-Steilrohrkessel ausführen lassen würde, Abb. 23 und 24. Die Aufträge wurden daher folgendermaßen verteilt:

Berliner Firmen:

A. Borsig: 3 Steilrohr- und
3 Teilkammerkessel,
Rota-Werke: 4 Steilrohrkessel.

Auswärtige Firmen:

Babcock
Dürr
Hanomag
Linke-Hofmann
Piedboeuf
Steinmüller
je 1 Steilrohrkessel.

Die Kohlen-Scheidungs-Gesellschaft erhielt 12 und die AEG 4 Feuerungen in Auftrag. Zur Wahrung der Einheitlichkeit und des besseren Zusammenarbeitens wurde bestimmt, daß Kessel und Staubfeuerung womöglich von derselben Firma eingemauert werden sollten.

Parallel zu den Verhandlungen mit den Kesselfirmen führte die AEG Verhandlungen mit einigen Hüttenwerken über Herstellung und Abnahme der Kesseltrommeln. Damit nämlich die Kessel zur vorgeschriebenen Zeit fertiggestellt werden konnten, mußten die Kesseltrommeln wegen ihrer langen Lieferfrist bereits in Auftrag gegeben sein, bevor die Kesselfirmen die Aufträge auf die Kessel erhalten hatten. Die AEG traf daher mit der August-Thyssen-Hütte, der Firma Fried. Krupp A.-G. und dem Preß- und Walzwerk Reisholz Abkommen, wonach sie bei jeder dieser drei Firmen eine bestimmte Anzahl von Trommeln bestellte mit der Verpflichtung, sie in Reihen zu bestimmten, durch hohe Vertragsstrafen gesicherten Terminen zu liefern.

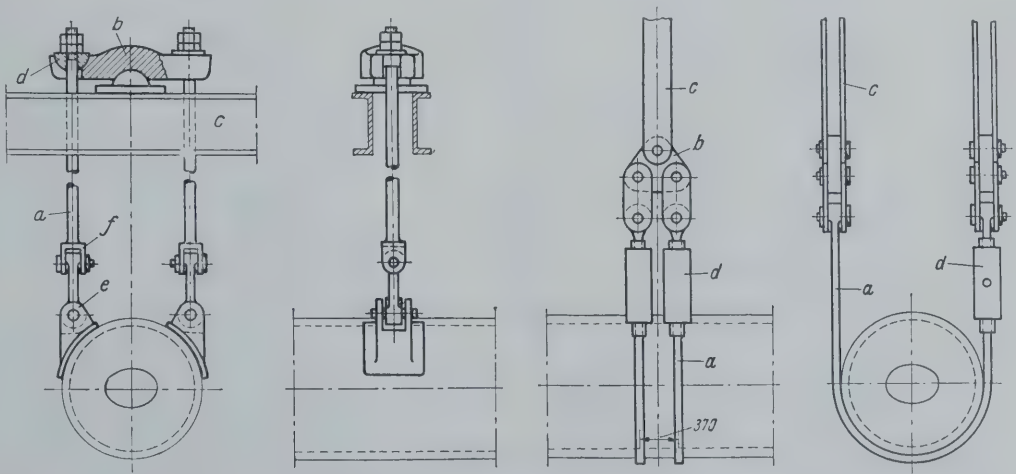
Auch sämtliche Werkstoff- und Garantievorschriften wurden bereits vor Bestellung der Kessel einheitlich zwischen der AEG und den Walzwerken vereinbart, was sich außerordentlich bewährt hat. Streit wegen der Lieferfristen oder der Einhaltung der Garantien ist nicht vorgekommen, und sämtliche Trommeln konnten zur richtigen Zeit den Kesselfabriken übergeben werden. Hätte man ausschließlich geschmiedete Trommeln verwenden wollen, so wären die Kessel nicht früh genug fertig geworden, weil die Firma Krupp auf Grund des Friedensvertrages zahlreiche dafür geeignete Einrichtungen hätte zerstören müssen. Mit aus diesem Grunde wurden für die Dampfsammler und die Untertrommeln geschweißte Hochsicherheitstrommeln von Thyssen verwendet.

Zunächst werden nur zwei Kessel mit Ekonomisern ausgerüstet, weil die Angaben der Kesselfirmen über die erforderliche Ekonomisergröße um mehr als 100 vH voneinander abwichen. Es war daher einfacher, zunächst im Betriebe die zweckmäßigste Ekonomisergröße zu erproben, die Kessel aber so zu bauen, daß man später Ekonomiser ohne weiteres einbauen konnte. Die Luftvorwärmer wurden reichlich bemessen, damit sie die vorgeschriebene Lufttemperatur

Abb. 19 bis 22
Vorschläge der AEG für
Aufhängung der Ober-
trommeln am Dach des
Kesselhauses

Entwurf zu Abb. 19 und 20
Dampfsammler
Dampfsammler-
konstruktion
Dampfsammler-
konstruktion
Dampfsammler-
konstruktion

Entwurf zu Abb. 21 und 22
Dampfsammler-
gleichgelenk
Dampfsammler-
gleichgelenk
Dampfsammler-
gleichgelenk



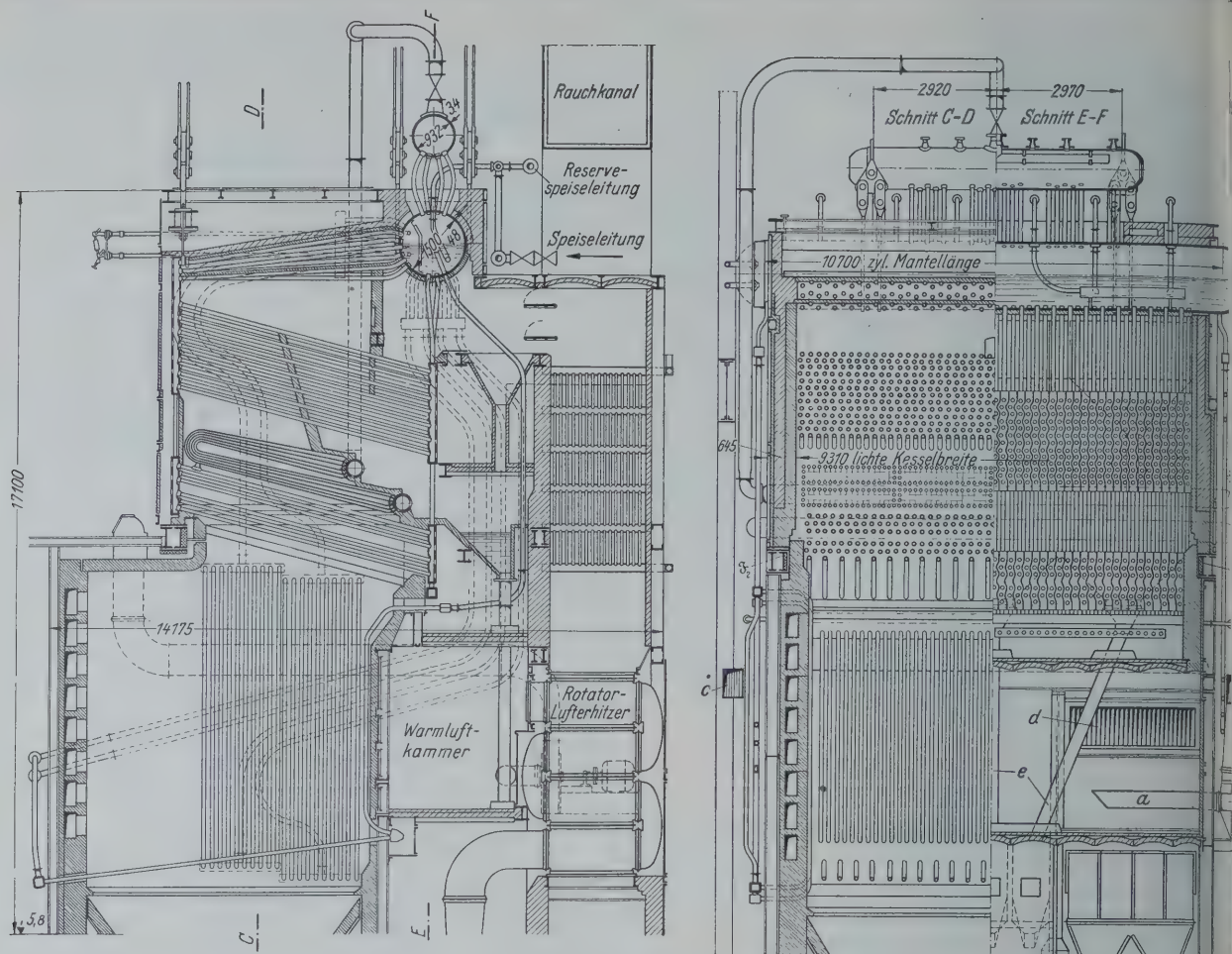


Abb. 23 und 24

Teilkammerkessel mit Ekonomiser und Luftvorwärmer, von Babcock und Borsig fast gleich ausgeführt.

von 150° auch dann ergeben, wenn es sich später als zweckmäßig erweisen sollte, Ekonomiser für eine etwas höhere Endtemperatur des Wassers, als ursprünglich vorgesehen, einzubauen, Abb. 25.

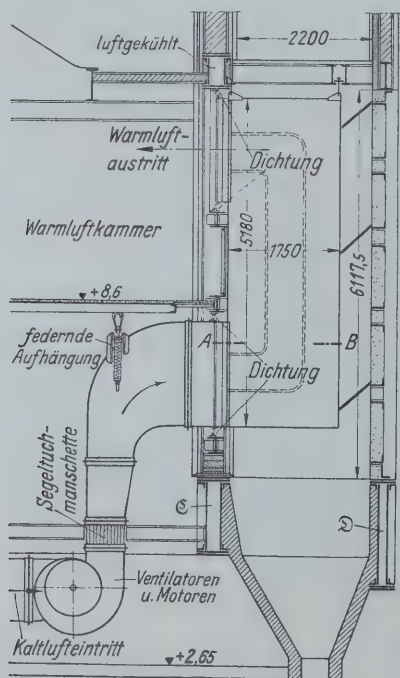


Abb. 25

Luftvorwärmer von R. Otto Meyer, Hamburg
C, D Träger des Kesseltragrostes

Ober- und Untertrommeln haben keinerlei Nietn ihre Böden sind angekümpelt. Über die gesetzlichen schriften hinaus schrieb die AEG vor, daß bei der Bemessung der Wanddicken die auftretenden Biegebbeanspruchungen berücksichtigt werden und daß, bezogen auf Streckgrenze bei 250°, die Obertrommeln 1,9fache Sicherheit und die Untertrommeln 1,8fache Sicherheit gegen Formänderung haben sollten. Die Wasserrohre haben in allen Kesseln den gleichen Krümmungshalbmesser. Dadurch, wo die gekümpelten Untertrommeln gegeneinander stoßen, keine Lücken in der Rohrtteilung entsteht ist ein Teil der Kümpelung mit Rohren besetzt, die auf zwei Ebenen gebogen sind. Die zweckmäßigste Teil dieser Rohre wurde an einem maßstäblich ausgeführten Modell erprobt.

Sämtliche Untertrommeln sind durch Formsteine, der Feuerraumseite noch durch Diatomitsteine abgedeckt. Die Obertrommeln wurden nach einem Vorschlag der AEG durch Torkretieren geschützt, Abb. 26. Die AEG schlug weiter vor, die Kesseltrommeln auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ ihrer Länge mittels Pratzen oder um die Trommel geschlungener Ketten aufzuhängen, damit tunlichst geringe Biegebbeanspruchungen auftreten. Die richtige Lage dieser Kettenhängungen wird bei Einbau der Kessel mit Hilfe von Spannschlössern eingestellt, vergl. Abb. 19 bis 22. Abb. 27, Textbl. 34. Gleichmäßige Belastung sämtlicher Tragbänder wird durch Aufhängung der Tragbänder an Wippen erzielt.

Die Überhitzer wurden sehr reichlich bemessen und nach dem Vorschlag der AEG in der Breite und Teilung die Kessel in mehrere Abschnitte geteilt, Abb. 28. Zwischen der vorderen und hinteren Überhitzerhälfte je Kessels wurden leicht verstellbare Zugscheidewände aus Gußeisen eingehängt, womit man die gewünschte Überhitzung leicht regeln kann, falls sich die Überhitzer zu groß erweisen sollten. Das Kesselhausdach liegt

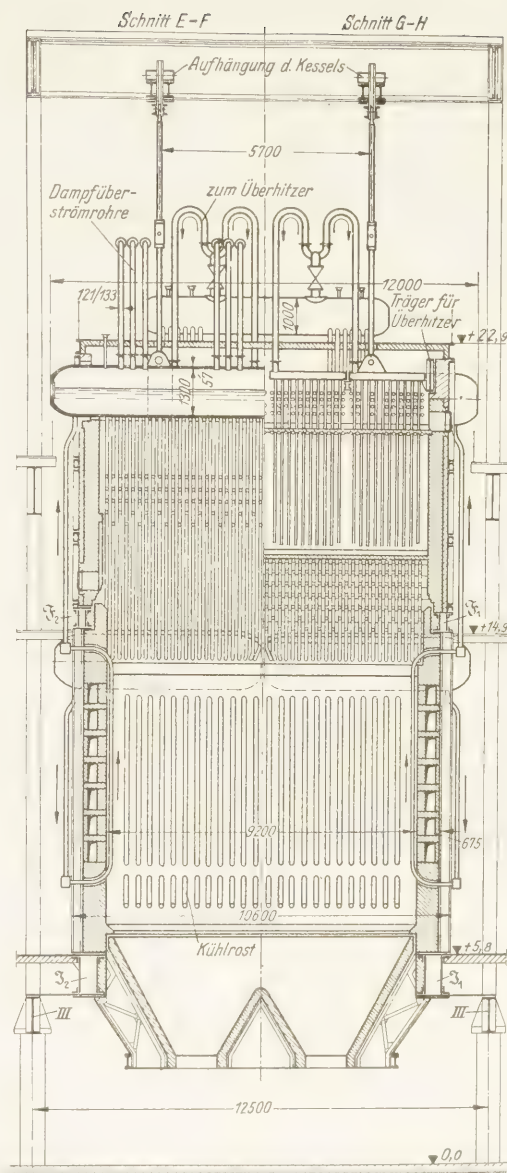


Abb. 13

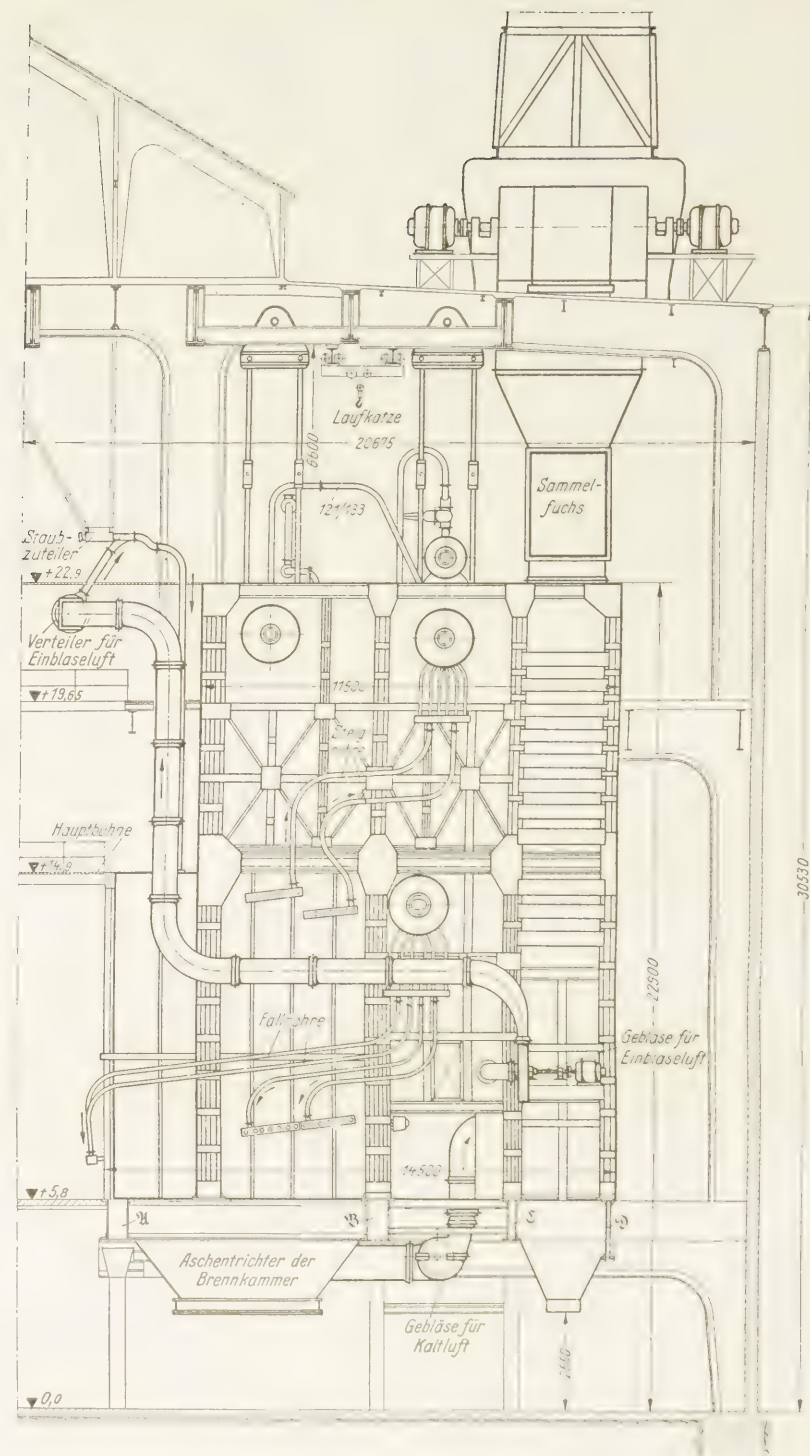


Abb. 15

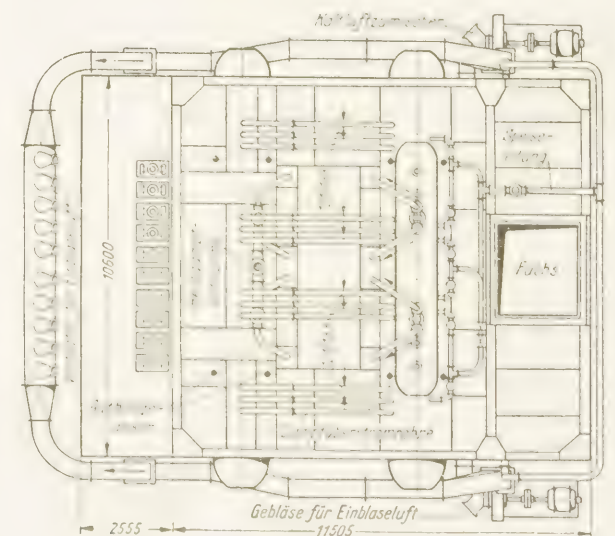


Abb. 16

Münzinger: Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg

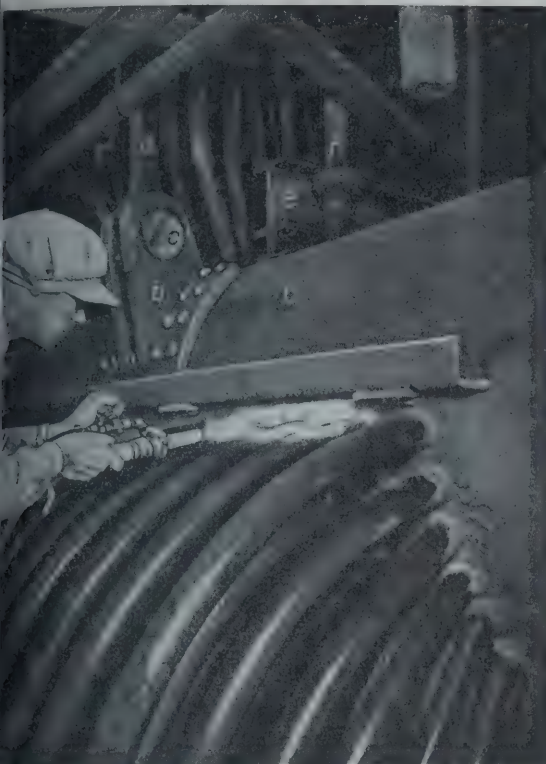


Abb. 26.

orkretieren der Obertrommel eines Steilrohrkessels
 (Abb. 27 s. Textbl. 34)

Obertrommel
 agspratzen
 lzen
 angstange

e Träger zum Aufhängen des
 Überhitzers
 f Dampfüberströmrohr zur
 zweiten Obertrommel

über der Kesseldecke, damit die Überhitzer im
 nach oben ausgebaut werden können und das
 lhaus gut belichtet und belüftet wird, Abb. 29. Beim
 lzen werden die Überhitzer durch Sattdampf aus
 in Betrieb befindlichen Kessel gekühlt und vor
 ennen geschützt.

Die Ekonomiser bestehen aus mehreren an den Sei-
 inden des Kesselblockes gelagerten Sammelkästen,
 hen die haarnadelförmig gebogene Stahlrohre ein-
 en sind. Sie sind so angeordnet, daß man ihre
 läche leicht vergrößern kann, und sind in mehrere
 nitte geteilt, die aus parallel geschalteten Schlangen
 enigen Windungen bestehen; diese Schlangen kann
 leicht auswechseln und außerdem haben die in einer
 nge gebildeten Dampfblasen nur einen kurzen Weg
 um nächsten Sammelkasten zurückzulegen.

ierzehn Kessel wurden mit Luftvorwärmern von
 Meyer, Hamburg, Abb. 25 und 30, Textbl. 34,
 mit Rotator - Luftvorwärmern ausgestattet,
 bb. 23. Die Warmluftkammer zwischen Feuer-
 rückwand und Luftvorwärmer war nicht leicht
 bilden, da die Wärmedehnungen ihrer Begrenzungs-
 e verschieden sind. Die beiden Seitenwände dehnen
 raum aus, während sich die als vordere Begrenzung
 de Feuerraumrückwand in der Höhe und Breite
 und beträchtlich stärker als die Rückwand aus-
 . Auf die Durchbildung der Dichtungen wurde da-
 ehr große Sorgfalt verwendet.

ede Feuerung hat 10 Brenner, Abb. 31 und 32, denen
 taub durch Schnecken zugeteilt wird, Abb. 33. Die
 aseluft für den Kohlenstaub wird unter Beimischung
 Kaltluft der Warmluftkammer entnommen und durch
 Gebläse in ein Sammelrohr gedrückt, an das die
 ecken angeschlossen sind. Jeder Brenner ist für sich
 haltbar, Abb. 33. Sämtliche Feuerungen haben Kühl-
 und Seitenwand- und Rückwandkühlung, Abb. 34.
 ein Teil der Seitenwände wurde mit Kühlflächen
 tzt, weil auch magere Kohle verfeuert werden soll;
 es wurde Vorsorge getroffen, später leicht zusätz-
 Kühlflächen einbauen zu können.

Die Kesselhäuser

Das Kesselgerüst muß wegen seiner Höhe, der
 großen auflagernden Lasten und der beträchtlichen
 Wärmedehnungen sehr hohen Ansprüchen genügen. Es
 steht völlig unabhängig vom Kesselkörper auf einem
 Tragrost aus den Trägern A, B, C, D, zwischen dem die
 Träger \mathfrak{J}_1 und \mathfrak{J}_2 eingezogen sind, vergl. Abb. 18 und 35.
 Abb. 18 zeigt, welche Ecken versteift und wo nachgiebige
 Verbindungen angebracht sind. Um den fast 10 m langen
 schweren Träger in der Kesselstirnwand und über der
 Feuerraumdecke vor Erwärmung und unzulässiger Aus-
 dehnung zu schützen, wurde er besonders sorgfältig iso-
 liert und durch Luft gekühlt. An einem Ende des durch
 Wände l geteilten Trägers C führt ein kleines Gebläse g
 Kühlluft zu, Abb. 36 und 37, die aus den einzelnen Abtei-
 lungen des Trägers durch die von außen einstellbaren
 Rohre r nach dem Feuerraum strömt; sie legt sich dort
 schleierartig vor den Träger und kühlt gleichzeitig die
 Aufhängeisen für die Mauerwerkschürze. Auch die
 seitlichen Träger \mathfrak{J}_1 und \mathfrak{J}_2 werden vor unzulässiger Er-
 wärmung durch Kühlluft geschützt, Abb. 18 und 37, die
 der Schornsteinzug ansaugt.

Die Kessel sollten ursprünglich nur mit einer Blech-
 haut mit dünnem, wärmedichtem Futter um-
 mantelt werden. Schon bei der Durcharbeitung der Ein-
 mauerung ergab sich aber, daß dies, wenigstens bei den
 Steilrohrkesseln, unzweckmäßig ist, und die Kesselfirmen
 schlossen sich dieser Ansicht an. Ein solcher Mantel er-
 gibt nämlich keinen guten Übergang zwischen Feuer-
 kammer und Kesselmauerung, wenn die Standfestigkeit
 des Kesselmauerwerks nicht leiden soll. Die ganze Ein-
 mauerung wurde daher mit einer Isolierschicht bekleidet,
 um das Kesselgerüst vor zu hoher Erwärmung zu
 schützen und die Wärmeverluste niedrig zu erhalten.
 Diese Isolierschicht liegt unmittelbar hinter der Blech-
 ummantelung und ist nicht mit dem Mauerwerk im Ver-

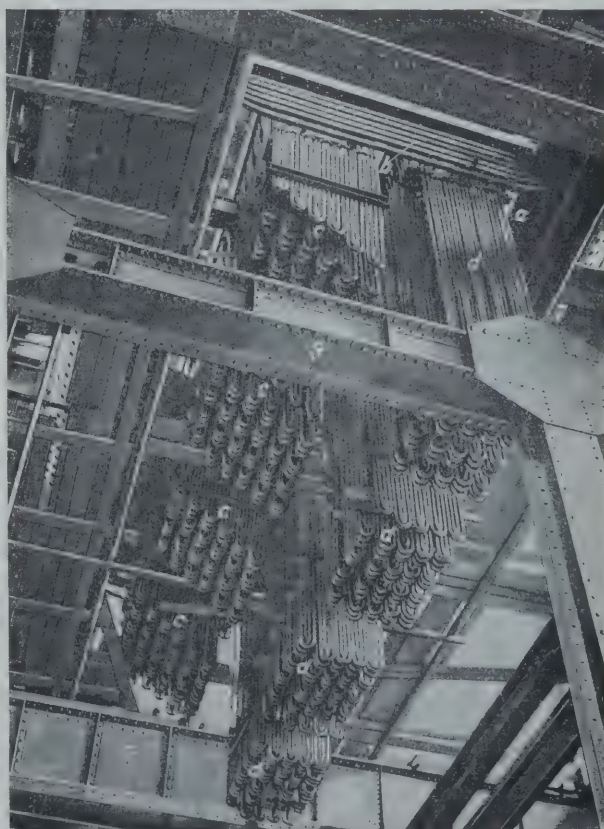


Abb. 28

Überhitzer für einen Kessel

a Hintere Obertrommel
 b Verbindungsrohr zwischen den Obertrommeln
 c vordere Überhitzerhälfte d hintere Überhitzerhälfte
 f Unterstützungsträger der Kesselummauerung

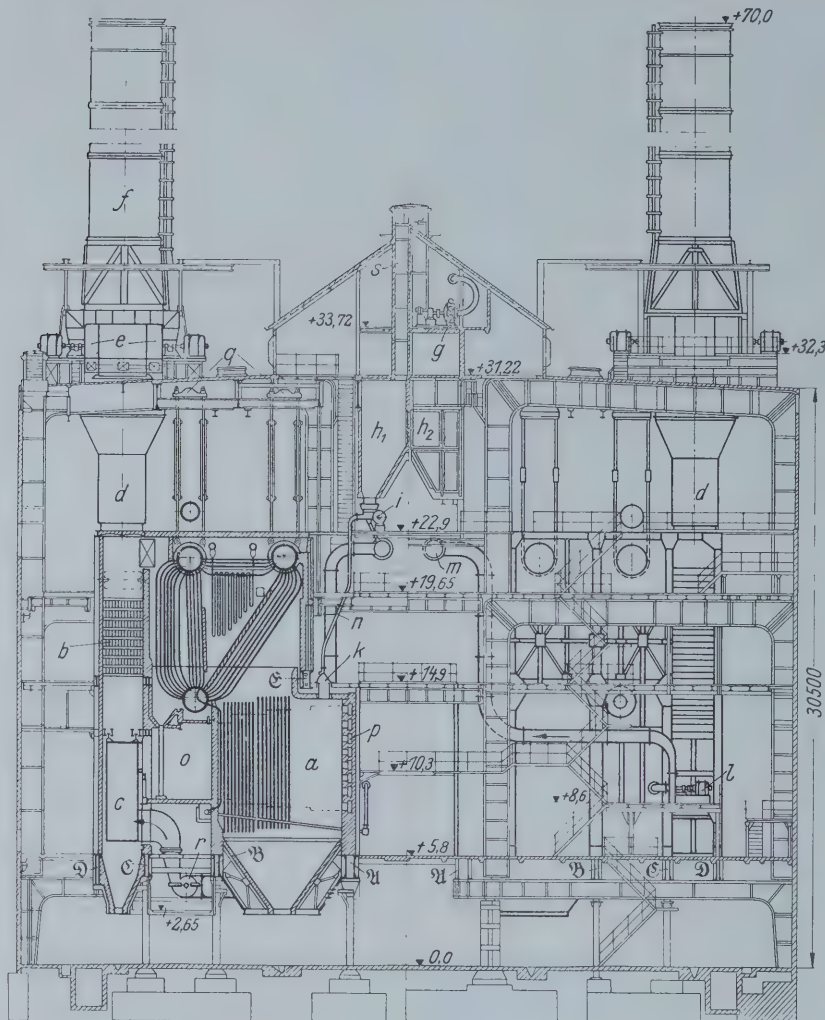


Abb. 29

Schnitt durch das Kesselhaus (Abb. 30 s. Textbl. 34)

- | | |
|---|---------------------------------|
| a Brennkammer | n Staubleitungen zwischen |
| b Ekonomiser | k und m |
| c Luftvorwärmer | o Warmluftkammer |
| d Fuchs | p hohle Stirnwand |
| e Saugzuganlage | q Aufhängevorrichtung für die |
| f Schornstein | r Kesseltrommeln am Dach |
| g Kohlenstaubverteiler | s Zweitluftventilatoren |
| h ₁ , h ₂ Kohlenstaubbunker | t Explosionschlot für die Koh- |
| i Antrieb f. d. Zuteilschnecken | u, v, c, d Tragrost für Kessel- |
| d Brenner | gerüst |
| k Brennerdüsen | g Träger der Kesselstirnwand |
| l Ventilator für Einblasluft | und der Feuerraumdecke |
| (Erstluft) | |
| m Sammelrohr für Einblasluft | |
| zum Anschluß der einzelnen | |
| Brenner | |

band vermauert, da sonst der Verband zwischen Schamottesteinen und Ziegeln hätte gestört werden müssen und keine so gute Isolierwirkung erzielt worden wäre.

Das eiserne Traggerüst der Feuerraumdecke hängt mit den dem Feuerraum zugekehrten Enden an dem Träger *g*, Abb. 36 bis 39. Die AEG-Feuerung hat eine Doppeldecke. Die oberen Steine hängen an Stahlgußträgern, die an einem Ende mit einer Nase den unteren Flansch des Trägers *g* umfassen, während ihr anderes Ende pendelnd an dem Eisengerüst oberhalb der Decke hängt. Die übrigen Stahlgußteile der Deckenaufhängung werden gleichfalls von Pendeln, die allseitig etwas ausschlagen können, getragen. Die unteren, der Hitze ausgesetzten Steine greifen in die Doppelfalze der oberen ein. Selbst bei Schadhafwerden mehrerer beheizter Steine bleibt eine geschlossene, feuerfeste Decke erhalten. Die KSG-Feuerungen haben eine Einsteindecke, deren Steine mittels nutenförmiger Schlitze an dem Gerüst aufgehängt sind.

Wasserrohre, Bleche und fertige Trommeln wurden sehr sorgfältig abgenommen. Da innerhalb weniger Monate über 20 000 Wasserrohre, 64 Bleche, 32 ge-

schmiedete und 36 geschweißte Trommeln zu prüfen waren, wurden mehrere kessel-Überwachungsvereine, die über ausgedehnte Abnahmeerfahrungen verfügten, zugezogen. Die Bleche und die geschweißten Trommeln wurden dem Schweißen untersucht. Nach der Herstellung der Längsschweißnaht wurden Probenringe abgestochen, zusammen mit der Trommel den verschiedenen Prüfprozessen unterworfen und dann falls untersucht. Außerdem wurden fertig geschweißten Trommeln ein dreifachen Betriebsdruck mit Wasser gedrückt und nach dem bekannten sensiblen Verfahren nochmals geprüf.

An den Blechen wurde die genannte kleine Studienprobe durchgeführt. Die Streckgrenze bei 250° im allgemeinen bei den Chargen bestimmt und lediglich durch Stichproben an den fertigen Trommeln nachgeprüft. Die geschmiedeten Trommeln wurden vor Verlassen des Werkes auf den 1,5fachen Betriebsdruck (55 at) abgedrückt.

Die Wasser- und Überhitzer wurden nach den Vorschriften des abgenommen, die mit denen der Vergütung der Großkesselbesitzer weit übereinstimmen, aber durch einige weitere Bestimmungen ergänzt sind. In auf den Walzwerken wurden 7 vorgelegten Rohre als nicht entsprechend zurückgewiesen. An diesem hohen teil der ungeeigneten Rohre war fast ausschließlich zu geringer Wanddicke und nicht mangelhafte Herstellung, weil einige Kesselfabriken Lieferwerken nicht zeitig genug die ergänzten Vorschriften mitgeteilt hatten. Auf der Baustelle wurden die durch Beamte der AEG vor und dem Einwalzen nochmals geprüft. Von insgesamt untersuchten Rohren wurden wegen zu geringer Wanddicke 0,54 vH ausgeschieden. Nach oder beim Einwalzen wurden weitere 2,9 vH wegen unzulässiger Unru-

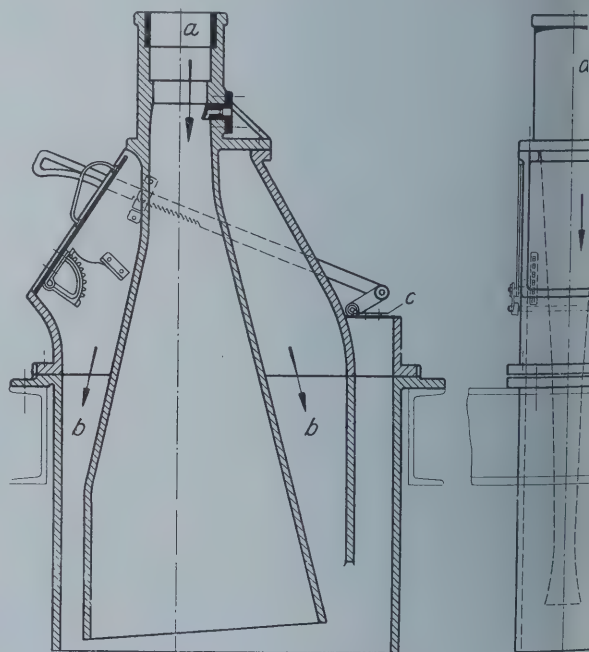


Abb. 31 und 32

Kohlenstaubbrenner der Kohlen-Scheidungs-gesellschaft
a Eintritt des Kohlenstaubes b Luftmantel

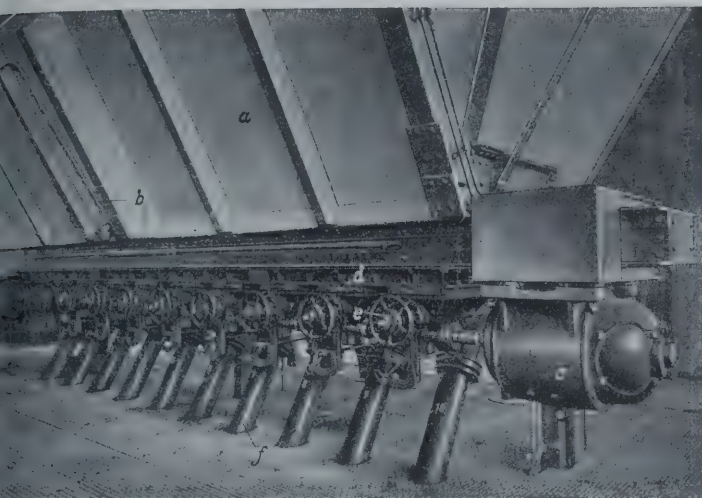


Abb. 33. AEG-Staubzuteiler mit Antrieb

- a Staubbunker
b Staubauflockerungsleitung
c Motor
d Staubabsperreschieber
e Kupplung für die einzelnen Brenner
f Rohre zu den Brennern

in Biegungen, wofür sehr enge Toleranzen vorgegeben waren, wegen Beschädigungen beim Einwalzen wegen organischer Mängel zurückgewiesen.

Die zwei Kessel sind mit einem gemeinsamen Blech an einen Schornstein von 3750 mm oberem Lichtdurchmesser angeschlossen, dessen Mündung 70 m Gelände liegt, Abb. 40, Textbl. 34. Für den späteren Bau von Flugaschenfängern wurde über den Kesseln gelassen, Abb. 41, Textbl. 34, und das Kesselblech wurde so kräftig ausgeführt, daß es ein beliebiges Mehrgewicht tragen kann. Unter 70 m Schornsteinhöhe wollte die AEG nicht gehen, um, so lange preiswerter und brauchbarer Aschenfänger auf dem Markt war, Belästigungen durch Flugaschen möglichst zu vermeiden.

Saugzuggebläse und Schornsteine sind organisch zusammengebaut. Jede Saugzuganlage hat zwei Gebläse, die die Firma Fröhlich freiliegend aufkeilt und mit ihren einander zugekehrten Ansaugenden an einen zwischen ihnen befindlichen Saugkanal anschließt. Bei der Anlage der Gesellschaft für Ventilatorzug saugen die Räder, die mit ihren blinden Enden auf einer durchgehenden Welle gegeneinander geschoben sind, aus zwei getrennten Kanälen an. Bei beiden Firmen kann jede Saugzuganlage wahlweise an einen der zwei angeschlossenen Kessel angeschlossen werden. Die Firma Fröhlich stellte den Schornstein auf ein Portal, unter dem die Saugzuganlage vom Schornsteingewicht entlastet steht. Die Gesellschaft für Ventilatorzug setzte den Schornstein auf das verstärkte Gehäuse der Saugzuganlage.

Da die Angaben der Firmen über die erforderliche Zugstärke weit voneinander abwichen, wurden die Gebläse reichlich bemessen und doppelseitig durch Motoren angetrieben. Die Leistung dieser Motoren, die

auf den Wellenenden sitzen, wurde so gewählt, daß bei Betrieb mit beiden Motoren jeder Kessel rd. 90 t/h Dampf erzeugen kann, und daß ein Motor noch für eine Leistung von 70 bis 75 t/h ausreicht, wenn sich später erweist, daß der Zugbedarf nicht höher als der veranschlagte ist. In diesem Fall könnte später, wenigstens im Sommer, wenn die hohe Spitze wegfällt, ein Motor abgeschaltet und als Reserve verwendet werden.

Die Kesselanlage wurde mit Meßgeräten reichlich ausgestattet, die für jeden Kessel auf einer Tafel vereinigt sind. Da ein Kesselwärter vier Kessel bedient, sind zwischen dem ersten und zweiten und dem dritten und vierten Kessel jeder Reihe die Gerätetafeln einmal rechts und einmal links vom zugehörigen Kessel angeordnet, so daß sie symmetrisch zum Platze des Kesselwärters liegen

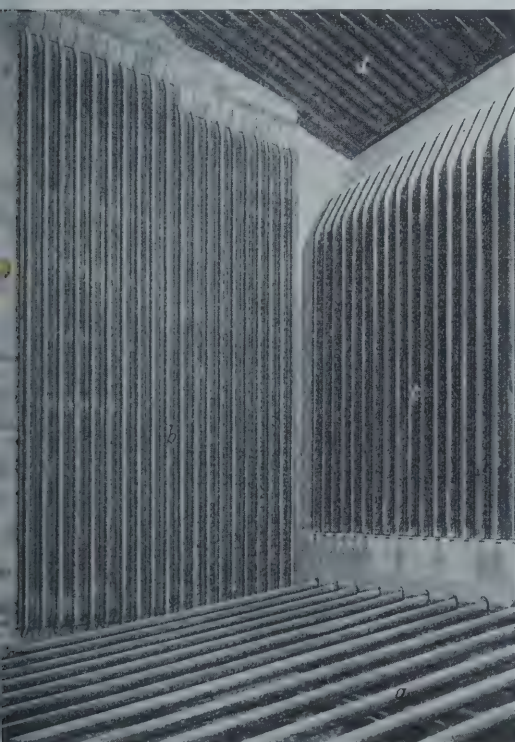


Abb. 34

Kühlheizfläche in einer Feuerkammer

- a Kühlrost
b Seitenwandkühlung
c Rückwandkühlung
d Kesselrohrbündel

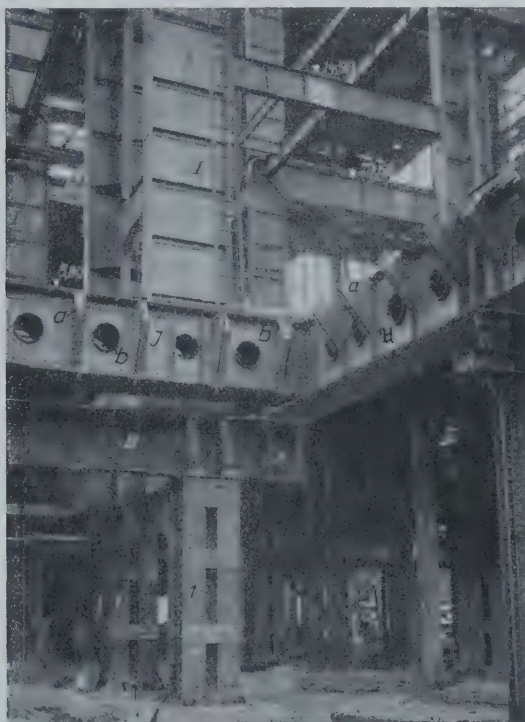


Abb. 35

Tragrost des Kessels

- a Anschluß der Tragkonstruktion für die Aschentrichter
b Öffnungen für Kühlluft
c Mittelstütze unter Träger II
d Vorkragung des Rahmens
I, II Tragrostträger
1 Vorderste Pendelstütze unter dem 1. Rahmen
1 Füße der 2. Rahmen.
III Holm des 1. Rahmens

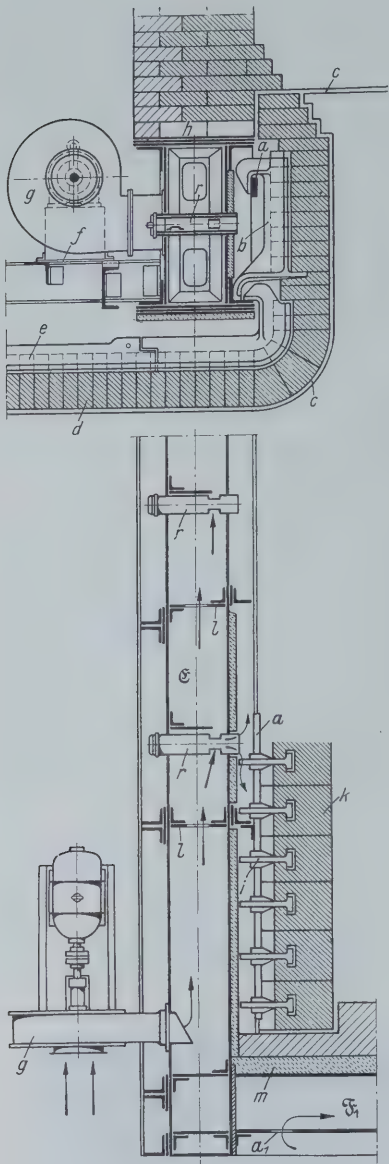


Abb. 36 und 37
Entwurf der AEG für
den Träger 3 in der
Kesselstirnwand und
über der Feuerraum-
decke

a Stange zum Halten
der Hängeeisen
b, b Hängeeisen für die
Mauerwerk-
schürze k
c Ausdehnungsfuge
d Feuerraumdecke
e Hängeeisen für d
f Heizerbühne
g Ventilator
h Luftschlitze in der
Stirnwand
i Halteeisen für die
Mauerwerkschürze
k, k Mauerwerkschürze
l Trennwand
m Sterchamolsteine
r Kühlluftaustritts-
rohre
a₁ Kühlluft Eintritt für
Träger 3₁

Aufbereitung und Vermahlen der Kohle

Auch für die Kohlentrocken- und Mahlanlage gab es keine deutschen Vorbilder. Sogenannte Einheitsmühlen, die den Staub unmittelbar in den Feuerraum einblasen, waren im Jahre 1925 noch nicht für größere Kessel entwickelt. Da man jedem Kessel mindestens zwei solche Mühlen hätte zuordnen müssen, wäre die Anlage mit 32 Einzelmühlen recht vielgliedrig geworden; auch eine später beabsichtigte selbsttätige Feuerregelung hätte dabei nur unvollkommen durchführen lassen. Bei einer zentralen Mahlanlage kam man aber im ersten Ausb. mit 6 bis 8 Mühlen aus und brauchte beim Ausfall einer Mühle nicht unter Umständen einen ganzen Kessel stillzulegen. Eine solche Anlage empfahl sich auch deshalb, weil darin außer den verschiedenartigsten deutschen und englischen Steinkohlen auch getrocknete Braunkohle und Schmelzkoks vermahlen werden konnten.

Schließlich war noch vorgeschrieben, daß die Anlage Kohle mahlen sollte, die bis zu 12 vH Wasser enthält. Bis 1925 kannte man für Steinkohle in Deutschland nur Trockner mit Feuergas-Beheizung, die sich aber wegen ihres großen Platzbedarfes und wegen ihres unsauberen Betriebes für ein Großkraftwerk nicht eignen. Klingenberg schlug vor, die für Braunkohle bewährten umlaufenden Dampftrockner den Anforderungen für

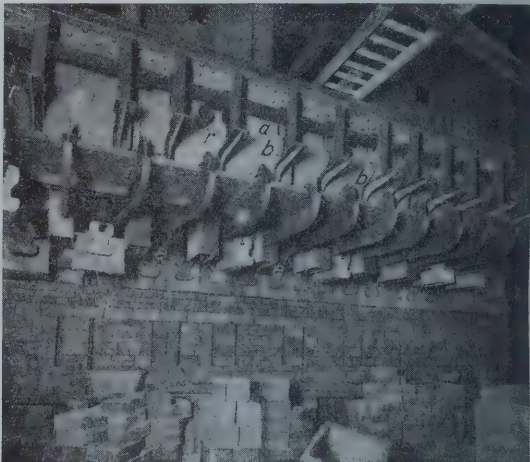


Abb. 38
Tragkonstruktion und Hängeeisen der Feuerraum-
decke der AEG-Feuerung

3 Träger für die Kesselstirnwand und Feuerraumdecke
a Stange zum Halten d. Hängeeisen
b Hängeeisen
d Steine der Doppeldecke
e Hängeeisen für Feuerraumdecke
r Kühlluftaustrittsrohr

und von ihm leicht überblickt werden können, Abb. 42. Die Geräte sind auf senkrechten Tafeln angebracht, vor denen kleine Schaltpulte mit sämtlichen Motorenschaltern angeordnet sind. Über den Schaltern sind die zugehörigen Stromzeiger angeordnet.

Die Anlasser der Motoren für die Saugzug-, die Verbrennungsluft- und die Einblaseluftventilatoren und die Zuteilschnecken der Brenner werden vom Schaltpult aus elektrisch ferngesteuert. Links auf jeder Gerätetafel sitzen die Zug- und Druckmesser, acht in einem Rahmen vereinigte Meßgeräte, rechts die ebenso angeordneten Temperaturanzeiger. Im Mittelfeld sind unten der Dampfmesser, darüber die Anzeiger für den CO- und CO₂-Gehalt der Rauchgase und den Kesseldruck untergebracht. Die gespeiste Wasser- und die erzeugte Dampfmenge werden mit Venturirohren gemessen und auf einem fortlaufenden Band aufgezeichnet. Die Dampfmesser haben Ferngeber, die die Anzeige auf die Geräte der Kessel-tafeln, auf ein Hauptgerät an der an das Maschinenhaus angrenzenden Stirnwand des Kesselhauses, Abb. 42, und auf ein Gerät in der dampftechnischen Warte übertragen, von wo aus die Befehle einheitlich nach dem ganzen Kraftwerk erteilt werden.

Seitlich von den Gerätetafeln und den Schaltpulten der Kessel befinden sich die Handräder zum Betätigen der Drosselklappe im Leerfuchs, der Klappen in den Saugstutzen der Unterwindgebläse, der Klappen in den Leitungen für die Einblaseluft, der Mischklappen in den gleichen Leitungen und der Klappen in den Kanälen.

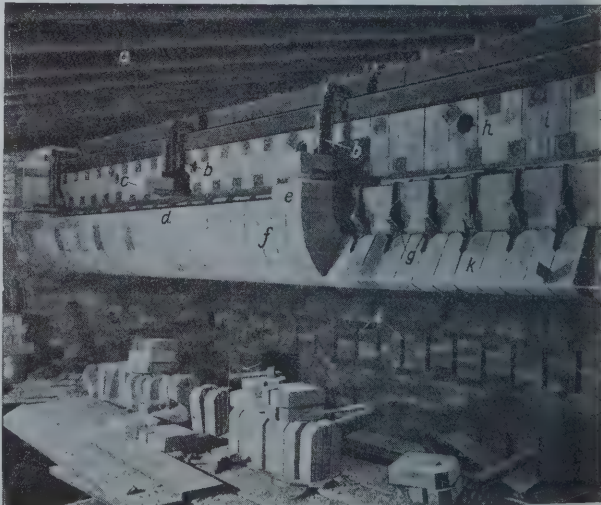


Abb. 39
Ansicht der Feuerraumdecke der AEG-Feuerung
(Abb. 40 und 41, s. Textbl. 34)

rechnen von Steinkohle anzusehen. Zu diesem Zweck führte AEG an einem Braunkohlenkühner eingehende Versuche Steinkohle durch, die zeigen, in welcher Weise die Trocknung umgebaut werden müssen, empfahl der Bewag auf Grund der günstigen Ergebnisse seiner Versuche, solche Trockner aufzustellen.

Ähnlich wie die ungefügen Trommeltrockner mit Feuergasheizung schieden auch die gesamläufigen Kugelmöhlen wegen ihres Platzbedarfes und anderen triftigen Gründen. Schnellaufende Möhlen waren aber Anfang 1925 in Deutschland nur bis rd. 5 t/h Leistung bekannt. Die günstigen Einblicke während der amerikanischen Studienreise des Verfassers veranlaßten die AEG, die Aufstellung von 6 Raymond-Penmöhlen von je 12 t/h Leistung anzuschlagen, von denen je zwei einem Dampftrockner von 24 t/h Leistung zugeordnet wurden.

Die in einigen amerikanischen Kraftwerken gewählte Aufstellung der Aufbereitungsanlage an einer Längswand des Kesselhauses schien unzweckmäßig, da an Baukosten kaum gespart, und dem Kesselhaus Licht und Luft genommen worden wäre. Außerdem wäre man bei der Aufstellung weiterer Kesselhäuser in unangenehmer Weise festgelegt gewesen. Man stellte daher die Aufbereitungsanlage etwa 50 m von den Stirnseiten der Kesselhäuser entfernt auf.

Hierfür bestanden zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten, je nachdem, ob man die Trockner oberhalb oder neben den Möhlen aufstellte. Im ersten Fall wurde das Gebäude verhältnismäßig hoch, die Kohle konnte in dauerndem Fall von den hochgelegenen Rohkohlenbunkern durch die Trockner und durch die Möhlen fließen. Man braucht daher kein besonderes Fördermittel zwischen Trocknern und Möhlen. Im zweiten Fall wurde das Gebäude erheblich niedriger und breiter, die Trockner mußte aber durch Becherwerke in die Einlauftrichter der Möhlen gehoben werden.

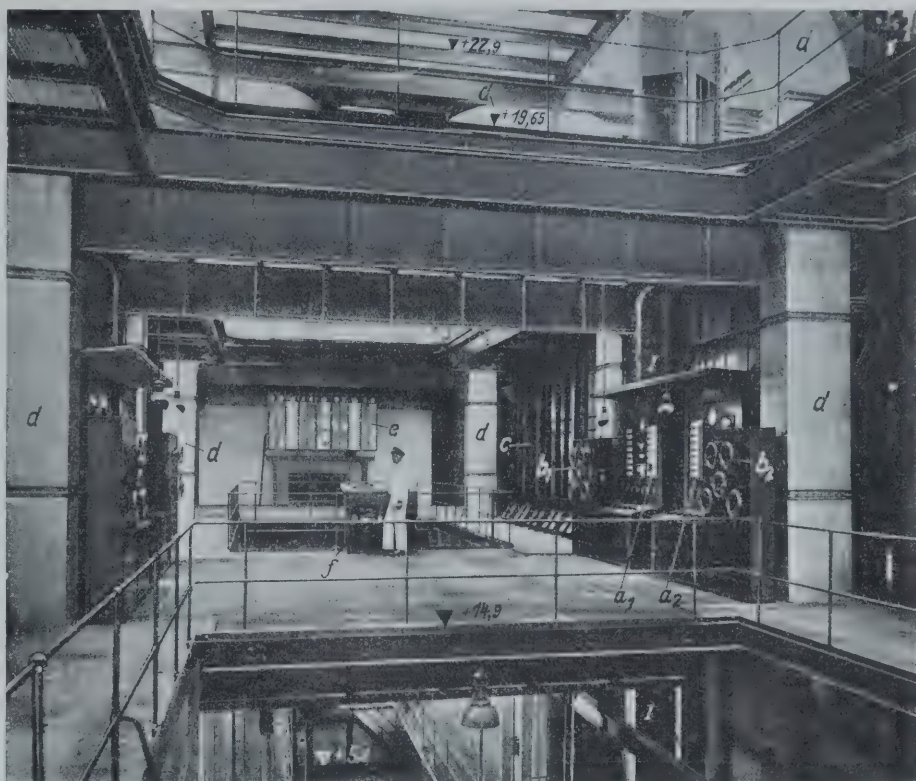


Abb. 42
Blick auf den Stand des Kesselwärters (Bühne + 14,9)

- a_1, a_2 Tafeln für Geräte und elektr. Schalter für Kessel I u. II
 b_1, b_2 Tafeln für Betätigungshandräder für Kessel I u. II
 c Kohlenstaub-Einblasleitungen
 d Einblasluftleitungen zwischen Gebläsen und Sammelrohren für die Brenneranschlüsse
 e Befehls- und Gerätetafel zum Anzeigen der Dampferzeugung in den acht Kesseln eines Kesselhauses
 f Schreibpult und Fernsprecher

Da überwiegend mit feuchter Rohkohle zu rechnen war, die erst nach Trocknung gemahlen werden kann, gab man der Aufstellung der Trockner über den Möhlen den Vorzug, Abb. 43, um an Kraftbedarf und Ausbesserungen der Zwischenförderer zu sparen und mit tunlichst wenigen Fördermitteln auszukommen. Die Kohle wird in Kübeln von rd. 9,5 m³ Inhalt von einer der beiden Kübelkatzen hochgehoben und in die Rohkohlenbunker g geworfen, die lange schlitzförmige Ausläufe haben und bei mäßiger Bunkerhöhe ein großes Fassungsvermögen ergeben. Die Bunker werden durch Kratzbänder unter ihren Auslaufschlitten entleert. Die Kohle gelangt dann über Magnetwalzen zu den Trommeltrocknern k . Genügend trockene Rohkohle wird unter Umgehung der

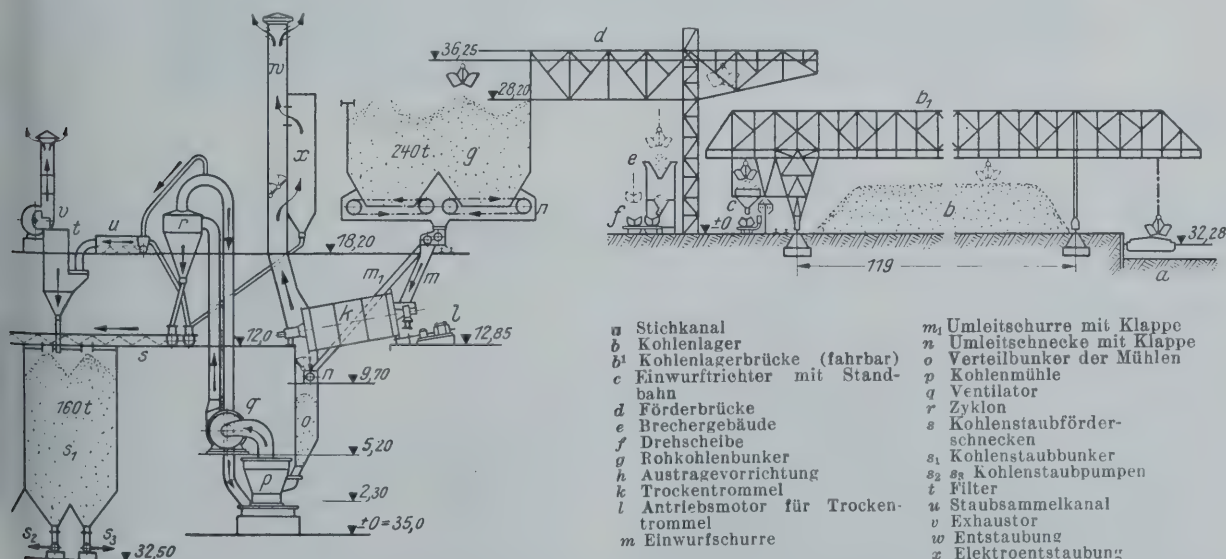


Abb. 43. Weg der Kohle durch die Kohlaufbereitung

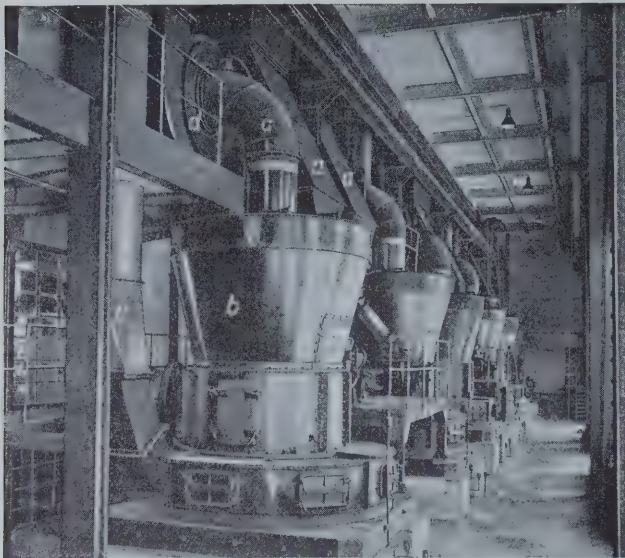


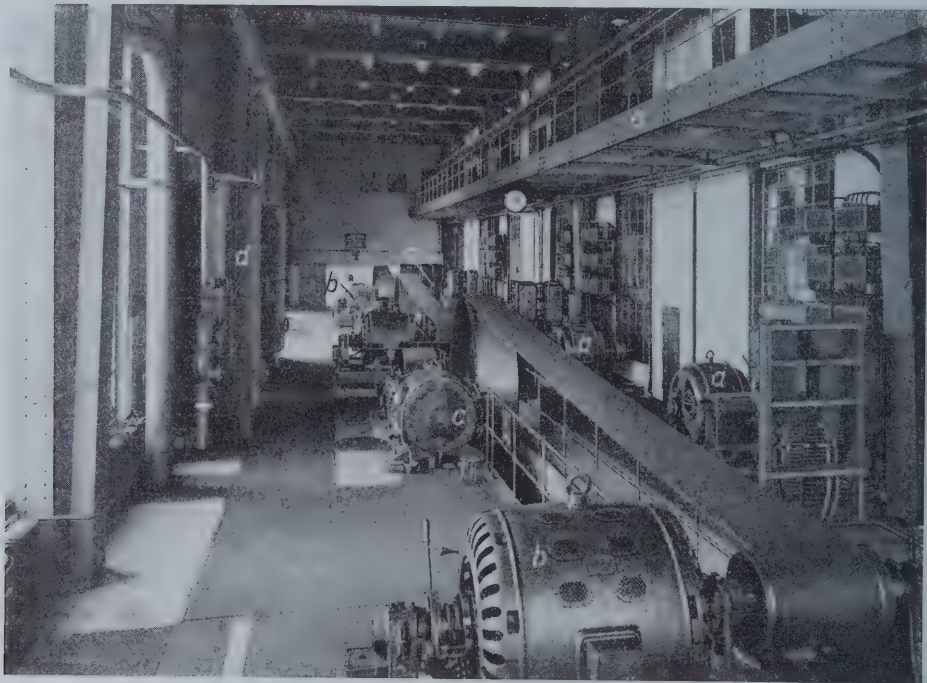
Abb. 44
Mühlenraum im Gebäude der Aufbereitanlage
a Trockenkohlenbunker der Mühlen
b Windsichter
c Mühlenabluft zum Gebläse
d Gebläse
e Mühlenzuluft vom Zyklon

Trockner durch Schurren *m* unmittelbar den Schnecken zugeleitet, mit denen sie jeder beliebigen Mühle zugeführt werden kann.

Ein Trockner kann also nicht nur die beiden ihm nachbarten, sondern auch andre Mühlen versorgen, durch die Betriebsicherheit der Anlage wesentlich erhöht wird. Die Brüden der Trockner werden in Elektrofiltern *x* entstaubt. Genügend ausgemahlener Staub wird von den über den Mühlen sitzenden Windsichtern in den Umlauftrichter über Gebläse *q* zu den Zyklonen *r* geführt, wo er sich abscheidet. Dann bringen ihn Schnecken zum Vorratsbunker über den Kohlenstaubbumpen *s*, und die ihn nach den Kesselbunkern drücken. Auch der Elektrofilter abgeschiedene Staub fällt den Schnecken zu. Sämtliche staubführenden Vorrichtungen und Leitungen stehen unter einem geringen Unterdruck, damit kein Staub ins Freie treten kann. Die zu diesem Zweck erfordernd abgesaugte Luft wird in Beth-Schlauchfiltern *y* entstaubt.

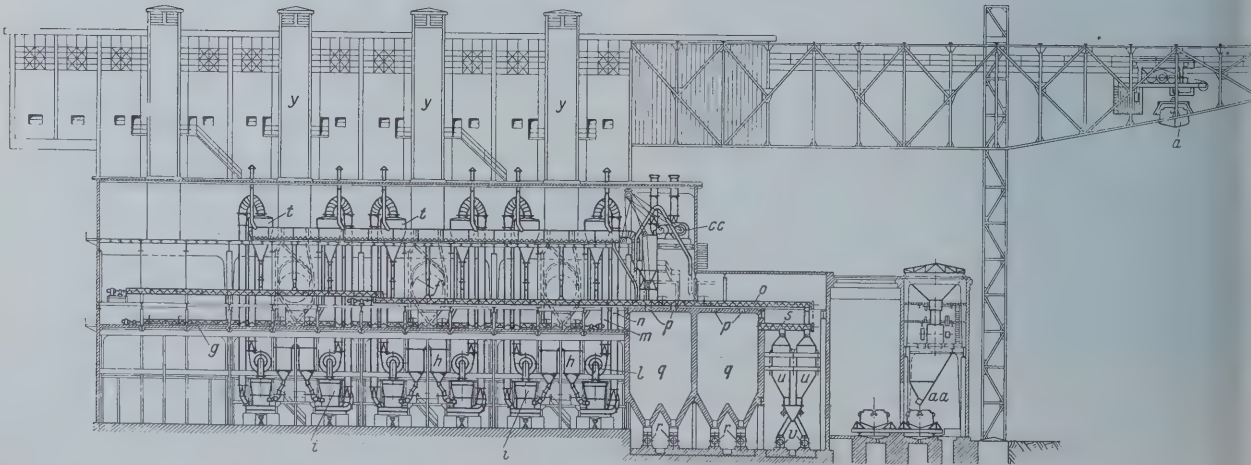
Der Mühlenraum, Abb. 44, ist von dem Raum, in dem die Mühlenmotoren, die Kompressoren für die Versorgung der Kohlenstaubbumpen mit Druckluft und die Motoren für die Mühlengebläse aufgestellt sind, Abb. 45, durch eine Wand getrennt, damit kein Kohlenstaub eindringen kann.

Grobstückige Kohle wird, bevor sie den Rohkohlenbunkern über den Trocknern zugeführt wird, in einer Brechanlage an der Stirnseite der Mahlanlage, Abb. 46, zerkleinert.



a Motoren für Mühlen
b Motoren für Kompressor
c Kompressor
d Windkessel
e Galerie für Motoren der Mühlengebläse

Abb. 45 Kompressorenraum im Gebäude der Aufbereitanlage



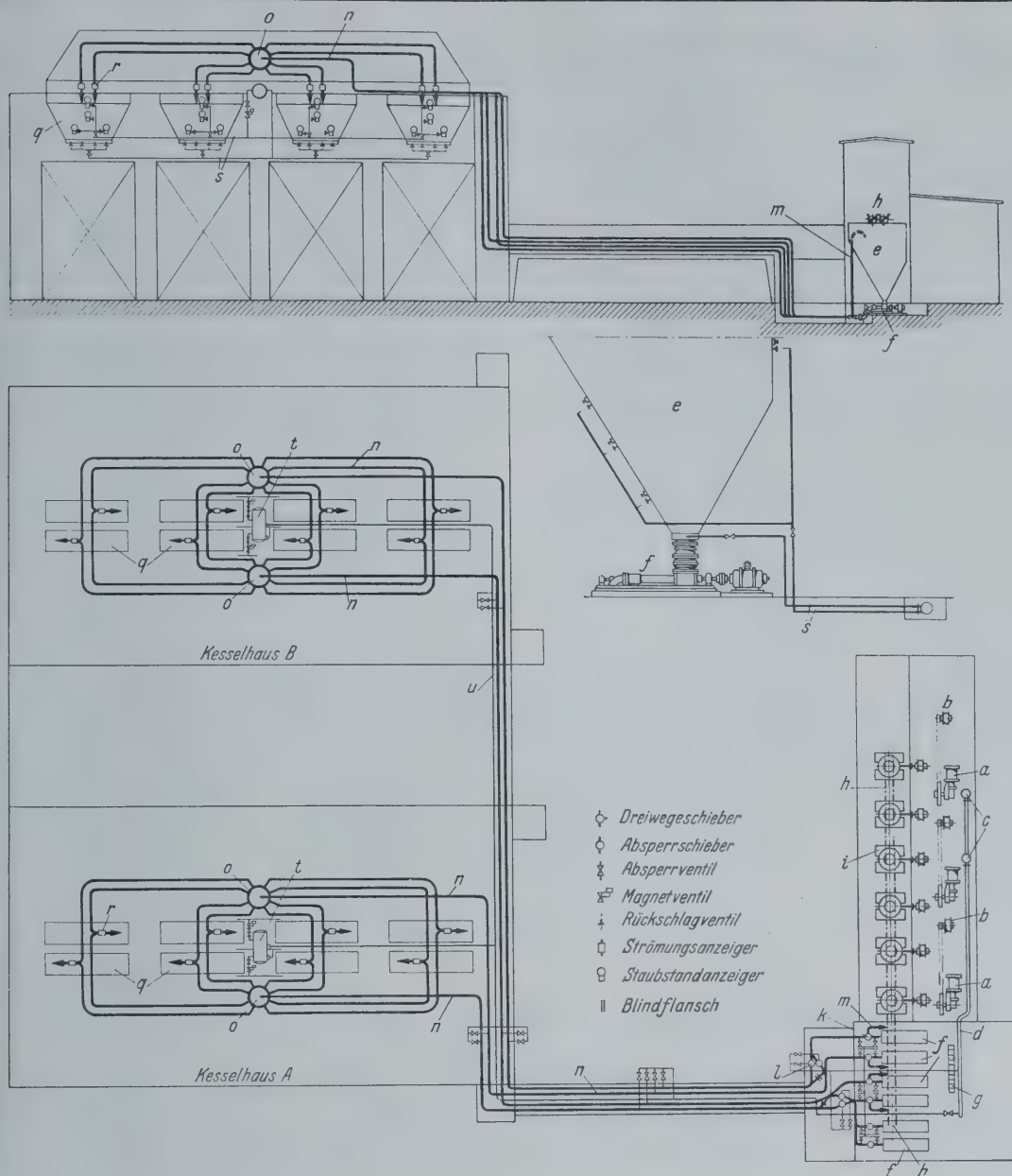


Abb. 48 bis 50
Plan der Kohlenstaubförderanlage

a Kompressoren
b Laufbahn für a
c Windkessel
d Druckluftleitung
e Staubbunker

f Staubbumpen
g Verteilschalttafel
h Staubförderschnecken
i Mühlen
k Anfahrtschieber

l Absperrschieber
m Anfahrlleitung
n Staubförderleitungen
o Achtewegeschieber
q Staubbunker im Kesselhaus

r Strömungsanzeiger
s Staubauflockerleitungen
t Luftwindkessel
u Preßluftleitung für Luftwindkessel

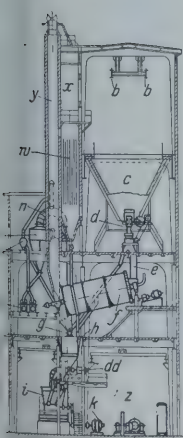


Abb. 46 und 47
Schnitte durch die Kohlenstaub-
Aufbereitanlage

a Kübelkatze
b Laufbahn für a
c Rohkohlenbunker
d Bunkerentleerung
e Kohlenzulauf zum Trockner
f Trockner
g Schnecken für Trockenkohle
h Mühlenbunker
i Mühlen
k Motoren für i
l Mühlegebläse
m Luftleitung zum Zyklon
n Luftleitung vom Zyklon
o Schnecken für Kohlenstaub
p Einwurf von o in Pumpenbunker
q Pumpenbunker
r Rückführschnecke zum Pumpenbunker
s Zyklon
t Wiegebunker
u Wiegebumpen unter dem Wiegebunker
v Elektrofilter
w Schlot des Elektrofilters
x Umgehungsschlot
y Kompressorenraum
aa Brecheranlage
bb Entstaubungs-Sammelkanal
cc Schlauchfilter
dd Motoren für Mühlegebläse

und 47, vorgebrochen. Sämtliche Kohlenmengen werden während der Förderung mit der Kübelkatze auf einer selbsttätigen Schreibwaage gewogen.

Der Kohlenstaub gelangt von den Mühlen zu den zwei in ihrer Achse gelegenen Vorratbunkern q, Abb. 46, von je 160 m³ Inhalt, an deren Ausläufen je zwei AEG-Kohlenstaubbumpen r von je 50 t/h Leistung angeordnet sind. Neben den Vorratbunkern sind zwei Wiegebunker u von je 20 m³ aufgestellt, die gleichfalls in zwei Pumpen v von der gleichen Leistung münden und bis zu 100 t/h Staub verwiegen können. Zu jedem Kesselhaus führen zwei Leitungen n von 250 mm l. W., Abb. 48 bis 50, die so geschaltet sind, daß jede Pumpe in jedes Kesselhaus speisen kann. Z. B. kann eine zum Kesselhaus A führende oder eine zum Kesselhaus B führende Leitung mit jeder der Pumpen verbunden werden. Auch die Pumpen der Wiegevorrichtung können in je einen der Stränge fördern, die zu den Kesselhäusern A und B führen.

Die Staubleitungen sind über eine überdeckte Brücke nach der freien Ecke des Kesselhauses A verlegt, wo sie im Treppenhaus emporgeführt werden. Zwei Leitungen

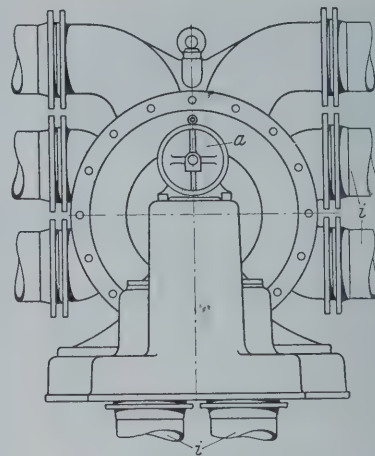
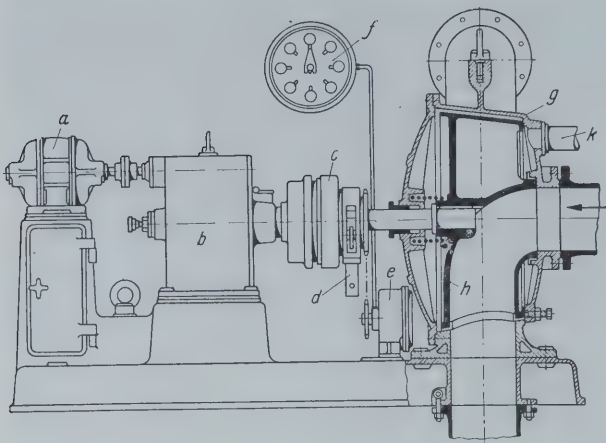


Abb. 51 und 52
AEG-Achtwegeschieber
für Kohlenstaub

- Verstellmotor
- b Zahnradgetriebe
- c Kupplung
- d Verstellvorrichtung für antrieb
- e Ferngeber zur Verteilungstafel im Aufbereitungsgebäude
- f Stellanzeiger im Aufbereitungsgebäude
- g Schiebergehäuse
- h Schieber
- i zu den Kesselbunkern
- k Anschluß für Ausblase

führen dann unmittelbar in die Laterne des Kesselhauses A, die beiden übrigen gelangen über eine die Dächer der beiden Kesselhäuser verbindende Brücke zur Laterne von Kesselhaus B. Der längste Förderweg beträgt rd. 350 m.

In den Kesselhäusern münden die Staubleitungen axial in Achtwegeschieber, Abb. 51 u. 52, die dazu dienen, die Leitungen mit den acht Kesselbunkern zu verbinden. Den Anschluß an einen bestimmten Bunker vermittelt eine

die Signallampen der Strömungsanzeiger, der Standanzeiger an den Bunkern in den Kesselhäusern über den Staubbumpen, der elektrischen Temperaturanzeiger in den Bunkern usw., sind mit den zugehörigen Betätigungsschaltern und Handrädern übersichtlich auf einer großen Schalttafel im Pumpenraum veranordnet. Abb. 53 und 54, von der aus die ganze Anlage von einem einzigen Mann überwacht und bedient werden kann.

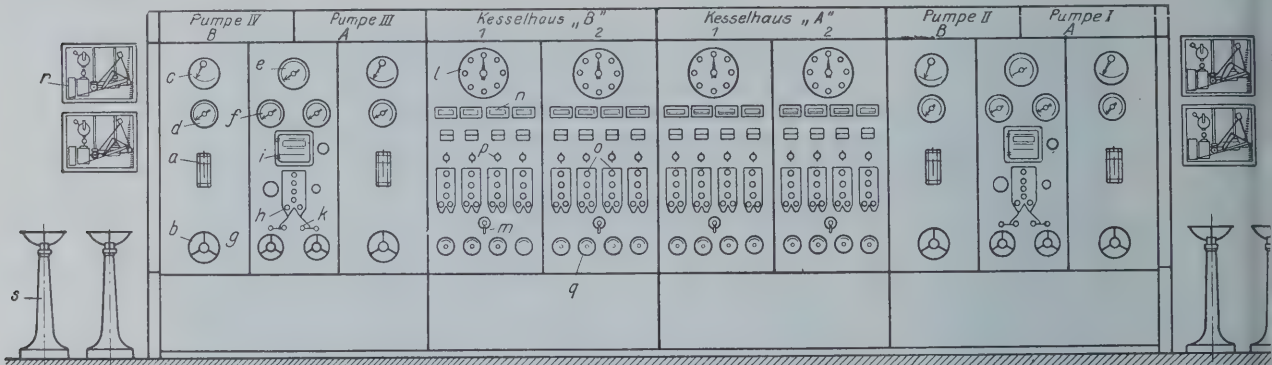


Abb. 53
Schalttafel der Staubbörderanlage

- a Pumpenmotorschalter
- b Pumpenmotoranlasser
- c Pumpenmotor-Stromzeiger
- d Druck der Förderleitung
- e Kompressordruck
- f Einblaseluftventile
- h Staubstand im Pumpenbunker
- i Temperatur im Pumpenbunker
- k Stellanzeiger für Anfahrtschieber
- l Stellanzeiger für Achtwegeschieber
- m Schalter f. Achtwegeschieber
- n Temperatur im Kesselbunker
- o Staubstand im Kesselbunker
- p Strömungsanzeiger
- q Überlaufrelais für Kesselbunker
- r Luftmengenmesser
- s Betätigung für Dreiwegeschieber

im Gehäuse g drehbare Trommel h, die vom Pumpenraum im Mahlgebäude aus elektrisch verstellt wird. Vor den Eintrittstellen der Staubleitungen in die Kesselbunker sitzen Strömungsanzeiger, die durch Lichtsignale erkennen lassen, ob die Staubbförderung richtig arbeitet. Sie bestehen aus kleinen in den Staubleitungsstrom tauchenden Löffeln, die gegen die Spannung von Federn durch den Staubstrom niedergedrückt werden und einen Stromkreis schließen, in den Signallampen auf der Schalttafel im Pumpenraum eingeschaltet sind.

In verschiedener Höhe der Staubbunker angebrachte, gleichfalls elektrisch betätigte Staubstandanzeiger lassen erkennen, wie hoch die Bunker gefüllt sind. In die Luftleitungen zu den Kohlenstaubbumpen sind Preßluftmesser mit Quecksilberkontakten eingebaut, die den Pumpenmotor stromlos machen, sobald die Luftmenge unter einen Mindestwert sinkt. Dadurch werden Verstopfungen der Pumpen verhindert.

Sämtliche Fernzeigergeräte der Kohlenstaub-Förderanlage, wie die für den Stand der Achtwegeschieber in den Kesselhäusern,

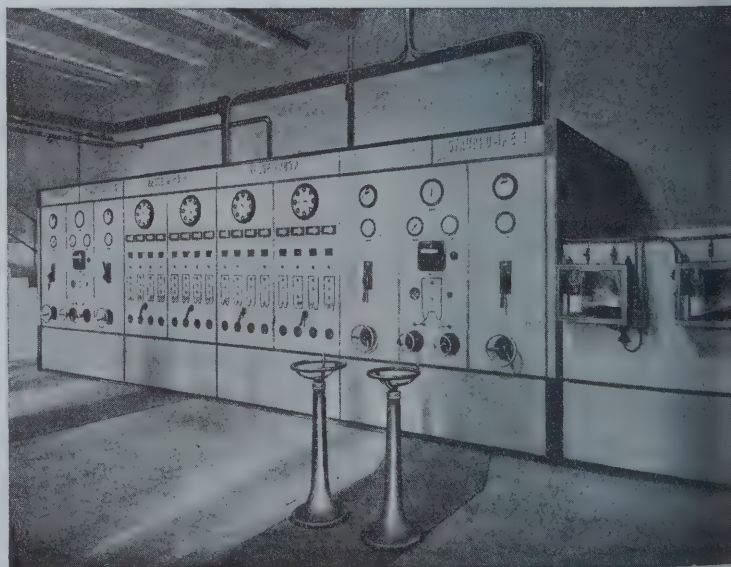


Abb. 54
Schalttafel der Kohlenstaub-Förderanlage

Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg

Von E. A. Kraft, Berlin

(Hierzu Tafel 10 und Textblatt 35 und 36)

Entwurf und Bau der Hauptturbinen von 80 000 kW, bei 1500 Uml./min. Konstruktive Durchbildung der Vorwärmurbinen von 10 000 kW bei 3000 Uml./min und der Antriebturbinen von 650 kW bei 6000/1470 Uml./min für die Kesselspeisepumpen mit Dampftrieb.

Die Hauptturbinen

Die Hauptturbinen ergaben die einleitenden Untersuchungen günstigste Werte bei der Aufteilung der Gesamtleistung des Kraftwerkes auf drei Dreifachexpansionsturbinen von je 80 000 kW Leistung mit gleichlastverteilung auf zwei Wellen und der gemeinsamen Drehzahl von 1500 Uml./min. Die vier Teilturbinen Maschinensatzes wurden so angeordnet, daß HD- und Turbine einen, die beiden ND-Turbinen den zweiten vollkommen gleich ausgeführten Stromerzeuger an, Abb. 1 bis 4.

Die HD-Turbine, Abb. 5, Taf. 10, besteht aus einem einkränzigen Geschwindigkeitsrad von 1000 mm mittlerem Durchmesser und 14 einkränzigen Gleichdruckstufen vom

gleichen Durchmesser. Der Dampf strömt mit 33,5 at abs, 400° zu und verläßt den HD-Teil mit etwa 14 at abs.

In der MD-Turbine verarbeiten 16 einkränzige Gleichdruckstufen von 1400 mm Dmr. den Dampf weiter bis auf etwa 2,3 at abs. Mit diesem Druck wird er in einem weiten Überströmrohr zu den beiden ND-Turbinen, Abb. 6, Taf. 10, geleitet, von denen jede aus 24 Überdruck-Trommelstufen mit 1360 mm bis 2900 mm Dmr. besteht und dem Dampf seine bei der restlichen Entspannung bis auf 96 vH Luftleere frei werdende Energie entzieht. Der Dampf strömt durch die HD- und MD-Turbinen ebenso wie durch die beiden ND-Turbinen in entgegengesetzten Richtungen, so daß sich die Axialschübe im HD-Drucklager nahezu, im ND-Drucklager vollkommen aufheben.

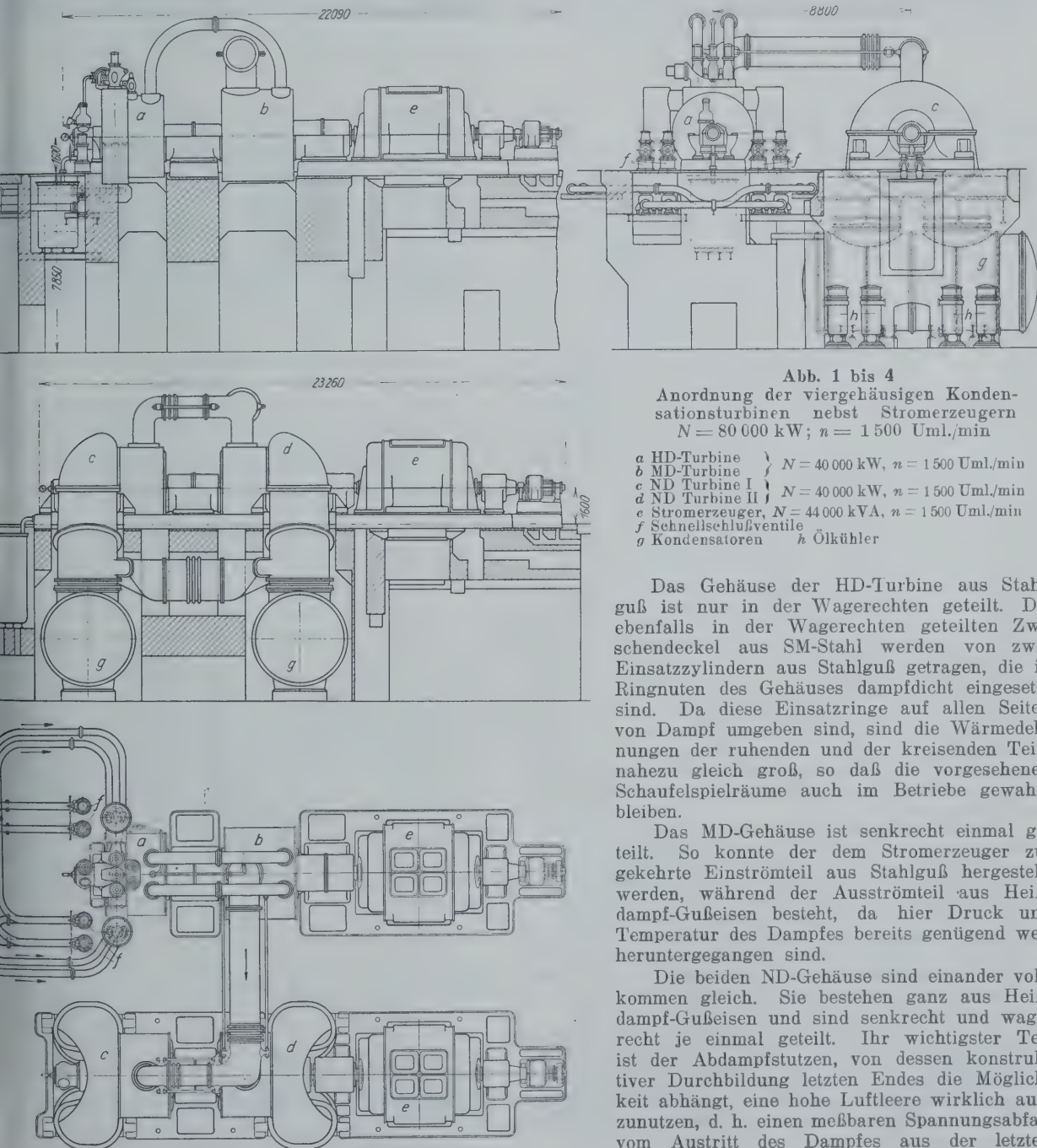


Abb. 1 bis 4

Anordnung der viergehäusigen Kondensationsturbinen nebst Stromerzeugern
 $N = 80\,000\text{ kW}$; $n = 1500\text{ Uml./min}$

- | | |
|------------------------|--|
| a HD-Turbine | } $N = 40\,000\text{ kW}$, $n = 1500\text{ Uml./min}$ |
| b MD-Turbine | |
| c ND Turbine I | } $N = 40\,000\text{ kW}$, $n = 1500\text{ Uml./min}$ |
| d ND Turbine II | |
| e Stromerzeuger | $N = 44\,000\text{ kVA}$, $n = 1500\text{ Uml./min}$ |
| f Schnellschlußventile | |
| g Kondensatoren | h Ölkühler |

Das Gehäuse der HD-Turbine aus Stahlguß ist nur in der Wagerechten geteilt. Die ebenfalls in der Wagerechten geteilten Zwischendeckel aus SM-Stahl werden von zwei Einsatzzylindern aus Stahlguß getragen, die in Ringnuten des Gehäuses dampfdicht eingesetzt sind. Da diese Einsatzzylinder auf allen Seiten von Dampf umgeben sind, sind die Wärmedehnungen der ruhenden und der kreisenden Teile nahezu gleich groß, so daß die vorgesehenen Schaufelspielräume auch im Betriebe gewahrt bleiben.

Das MD-Gehäuse ist senkrecht einmal geteilt. So konnte der dem Stromerzeuger zugekehrte Einströmteil aus Stahlguß hergestellt werden, während der Ausströmteil aus Heißdampf-Gußeisen besteht, da hier Druck und Temperatur des Dampfes bereits genügend weit heruntergegangen sind.

Die beiden ND-Gehäuse sind einander vollkommen gleich. Sie bestehen ganz aus Heißdampf-Gußeisen und sind senkrecht und wagerecht je einmal geteilt. Ihr wichtigster Teil ist der Abdampfstopfen, von dessen konstruktiver Durchbildung letzten Endes die Möglichkeit abhängt, eine hohe Luftleere wirklich auszunutzen, d. h. einen meßbaren Spannungsabfall vom Austritt des Dampfes aus der letzten

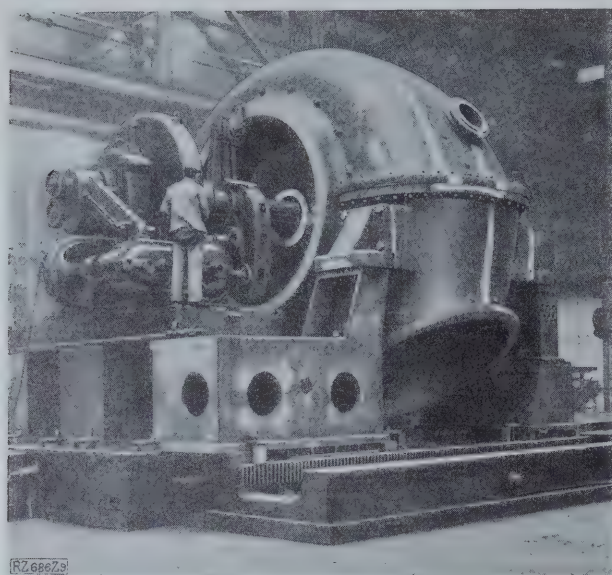


Abb. 8
Abdampfgehäuse während der Bearbeitung

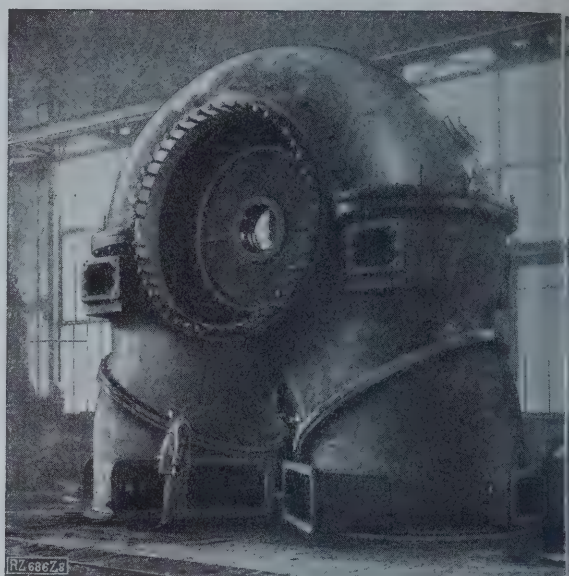


Abb. 9
Abdampfgehäuse der Kondensationsturbine

Schaufelreihe bis zu seinem Eintritt in den Kondensator durch stetige Querschnittserweiterung und Diffusorwände zu vermeiden. Angesichts der riesigen Abmessungen bei der nur etwa 60 mm im Mittel betragenden Wanddicke des Abdampfstutzens war die nötige Steifigkeit des Abdampfgehäuses nur durch Versteifung mittels Stehbolzen zu erzielen. Beides, die Diffusorwände und die Versteifungsbolzen, sind in Abb. 7¹⁾ zu erkennen. Die Größenverhältnisse eines solchen rd. 80 t schweren, in der Teilfuge rd. 6,5 m breiten Abdampfstutzens zeigen auch Abb. 8 und 9.

Alle vier Turbinenläufer sind unterkritisch ausgebildet und ruhen in je zwei Lagern. Der HD-Läufer, Abb. 5, ist mit seinen Gleichdruckscheiben aus einem einzigen Schmiedeblock hergestellt; infolgedessen konnte der Abstand der einzelnen Stufen voneinander auf ein Mindestmaß beschränkt und die Baulänge des Läufers zwischen den Lagern sehr klein bemessen werden. Nur das Rad der ersten, zweikränzigen Geschwindigkeitstufe ist mittels einer kegelförmigen Ringbüchse auf die Welle aufgezogen.

Die große Arbeitsdampfmenge führte trotz des im HD-Teil noch geringen spezifischen Dampfvolumens auch schon hier zu reichlichen Schauffellängen, die bekanntlich eine der wesentlichsten Voraussetzungen für einen guten Wirkungsgrad bilden. Die Schauffellänge im HD-Teil nimmt von der ersten bis zur letzten Gleichdruckstufe von 77 mm bis auf 126 mm zu, Abb. 10 bis 15. Schauffelbaustoff für die HD-Turbine ist durchweg, auch für die Deckbleche, nichtrostender Stahl.

Die Räder der MD-Turbine wurden einzeln auf die Welle aufgezogen und mit Büchsen darauf befestigt. Die Schaufeln der ersten MD-Stufen bestehen aus nichtrostendem Stahl, die der folgenden Stufen aus Stahl mit niedrigem Nickelgehalt. Über die Schauffellängen geben Abb. 16 bis 21 Auskunft.

Die 24 Überdruckstufen jeder der beiden ND-Turbinen sind in zwei Gruppen auf einer Trommel mit abschließendem Stern angeordnet. Alle Teile dieser Trommel sind aus geschmiedetem SM-Stahl hergestellt und in der Achse durchbohrt. Einen zusammengefügt und fertig beschauften ND-Läufer zeigt Abb. 28¹⁾. Auch hier ist auf unbedingt stetige Zunahme der Dampfquerschnitte, die in den Schauffellängen zum Ausdruck kommen, besonders geachtet. Die Laufschaufeln der letzten Stufe, Abb. 25 bis 27 haben 610 mm freie Länge bei 2890 mm mittlerem Stufendurchmesser. Die ersten Leit- und Laufschaufeln der ND-Turbinen, Abb. 22 bis 24, bestehen aus Stahl mit niedrigem Nickelgehalt, die letzten aus nichtrostendem Stahl, die Schauffeldeckbänder aus Messing, Monelmetall oder aus nichtrostendem Stahl.

¹⁾ Textbl. 35.

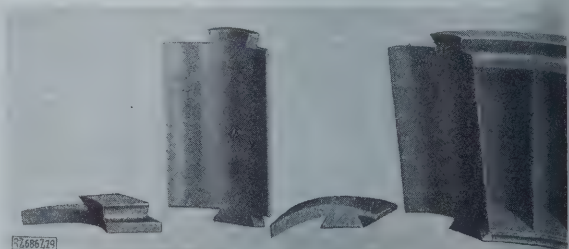


Abb. 29
Allseitig bearbeitete Dampfdüsen aus dem HD-Teil

In der HD-Turbine bestehen die Zwischendeckel aus Stahlguß; die in sie einzeln eingesetzten Düsen sind schließlich aus Stahl hergestellt und allseitig bearbeitet, Abb. 29. In der MD-Turbine sind die gußeisernen Zwischendeckel unmittelbar in das Turbinengehäuse eingesetzt. Das Dampfvolumen und damit die radialen Düsenhöhen sind hier schon genügend groß, so daß die Stahlbleche, die die Düsen bilden, unmittel-

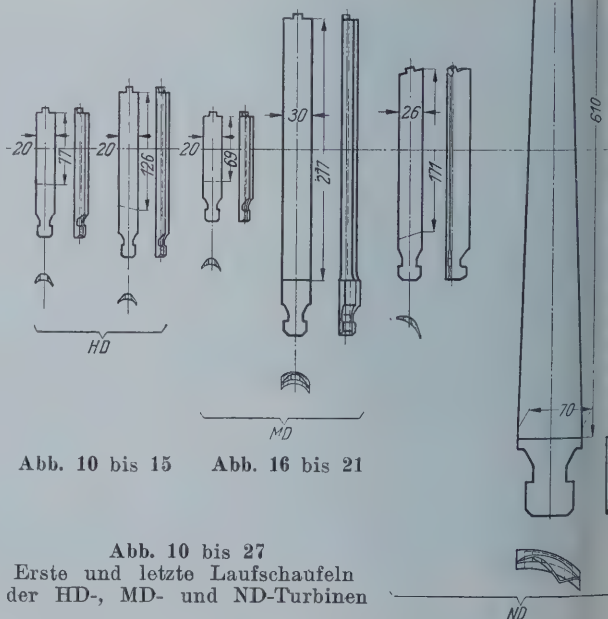


Abb. 10 bis 15 Abb. 16 bis 21

Abb. 10 bis 27
Erste und letzte Laufschaufeln der HD-, MD- und ND-Turbinen

Abb. 22 bis 27

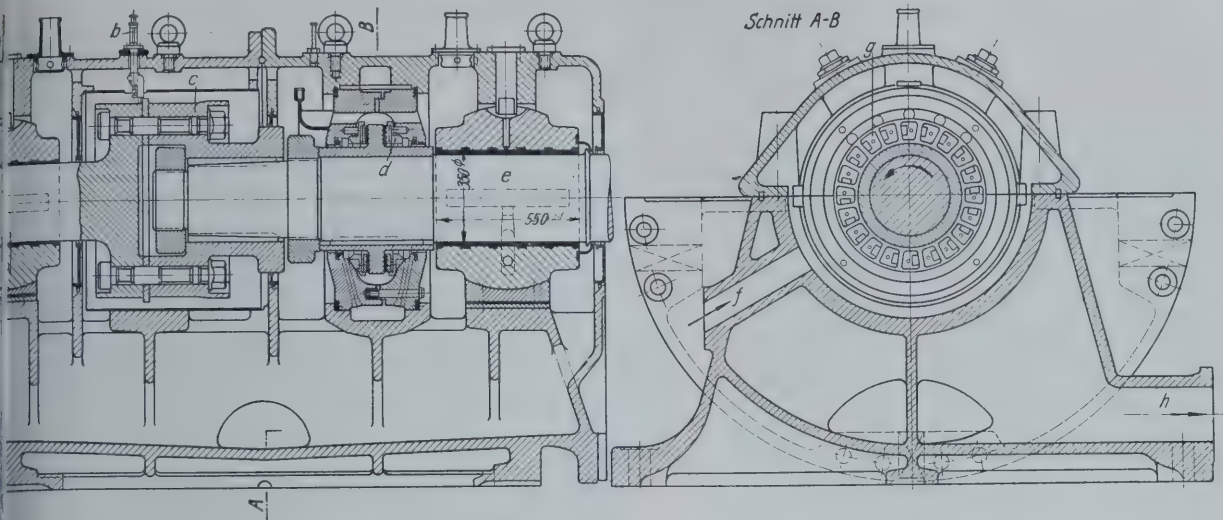


Abb. 30 und 31

Lagerbock zwischen HD- und MD-Turbine

- a hinteres Lauflager der HD-Turbine
b Axialspiellanzeiger
c starre Kupplung
d gemeinsames Drucklager der HD- und der MD-Turbine
e hinteres Lauflager der MD-Turbine
f Öleintritt
g Druckklötze
h Ölaustritt

in die Zwischendeckel eingegossen werden

der Dampfdruck hinter der ersten Stufe bei der häufigsten Belastung 27 at abs beträgt, am Ende der HD-Turbine noch hoch ist, stellte diese Abdichtung des HD-Gehäuses besondere Anforderungen. Es wurden zunächst Dampf labyrinth-Stopfbüchsen in der Ausführung eingebaut, gleichzeitig wurde auch die Möglichkeit vorgesehen, Stopfbüchsen mit mehreren radial hintereinandergeschalteten Ringgruppen an ihre Stelle zu setzen.

Die beiden Lauflager und das Drucklager zwischen den Turbinen jedes Wellenstranges sind je in gemeinsamen Lagerböcken, Abb. 30 und 31, angeordnet, die beiden Lauflager zwischen der MD-Turbine und dem zugehörigen Stromerzeuger. Das hintere Lager der MD-Turbine dagegen stützt sich auf das Abdampfgewicht, so daß der eigentliche Lagerbock zwischen der MD-Turbine und dem Stromerzeuger nur die Wellenkupplung und das Lager des Stromerzeugers einschließt.

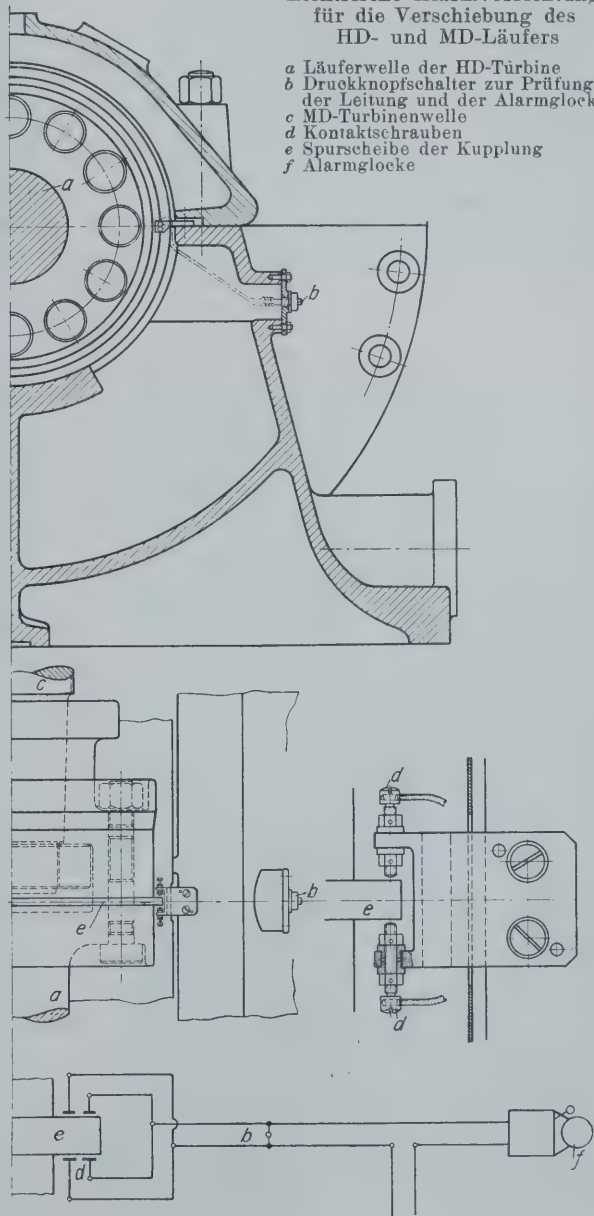
Die Lagerschalen sind mit Weißmetall ausgegossen und auf der Außenseite kugelig ausgebildet, damit sie leicht einzustellen. Die Drucklager sind einseitige Einringlager mit beweglichen Druckklötzen aus Bronze, die an den Tragflächen mit Weißmetall versehen sind. Bei etwa vorkommender Verformung der Druckklötze wird eine unzulässige Verformung der Wellen, die eine Beschädigung der Turbinenlaufschalen zur Folge haben könnte, durch eine Vorrichtung, Abb. 32 bis 35, angezeigt. Überdies kann das jeweilige Axialspiel auch während des Betriebes an dem besonderen Gerät abgelesen werden, so daß die genaue Lage der Turbinenläufer gegenüber den Gehäusen ständig festgestellt werden kann.

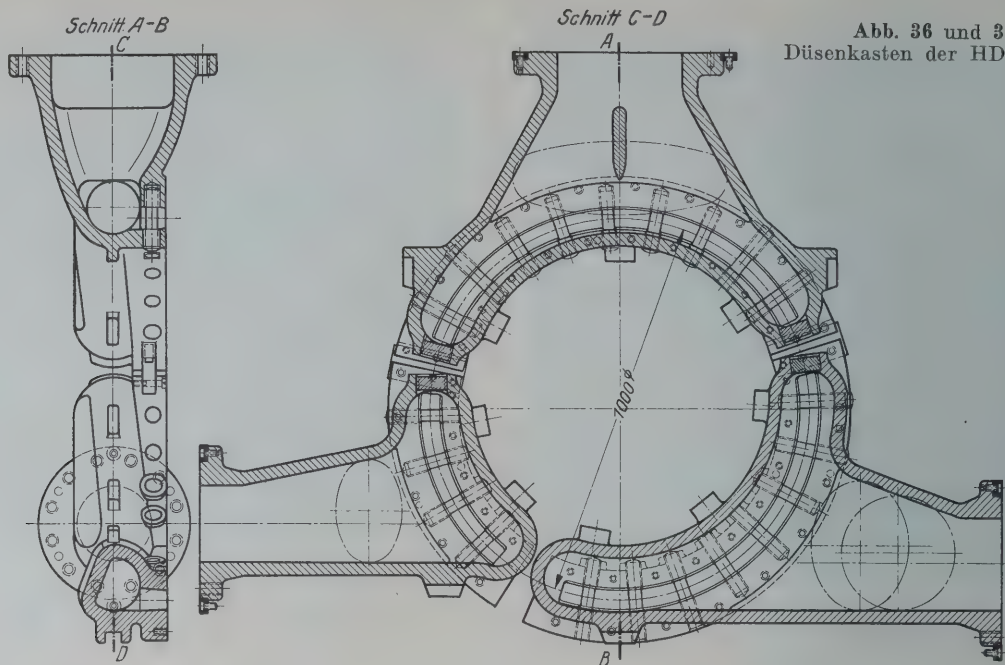
Die beiden Wellenstränge der Hauptturbinen sind nicht nur dampfseitig, sondern auch elektrisch gekuppelt; es daher nur eine gemeinsame Regelung der Frischdampfströmung an der HD-Turbine. Der Druck vor dem HD-Teil ist dabei so gewählt, daß das Nutzgefälle in beiden Wellensträngen und damit auch ihre Leistungen bei normaler Belastung und normalen Dampfverhältnissen gleich sind. Auf die Durchbildung aller Teile sowie auf die Sicherheitsvorrichtungen mußte bei den riesigen Abmessungen, die sich für eine Anlage von 1000 kW ergeben, besondere Aufmerksamkeit verwendet werden.

Die Regelung wurde so entworfen, daß bis zur Halboffenstellung des Ventils, bis zur Dreiviertellast zwei und bis zur vollen Last drei Ventile öffnen und Dampf durch drei Düsen-, Abb. 36 und 37, zu den drei, einen vollen Kranz bilden, die Düsengruppen strömen lassen. Für Über-

Abb. 32 bis 35
Elektrische Alarmvorrichtung für die Verschiebung des HD- und MD-Läufers

- a Lauferwelle der HD-Turbine
b Druckknopfschalter zur Prüfung der Leitung und der Alarmglocke
c MD-Turbinenwelle
d Kontaktschrauben
e Spurscheibe der Kupplung
f Alarmglocke



Abb. 36 und 37
Düsenkasten der HD-Turbine

last sind zwei Einlaßventile vorgesehen, von denen das erste den Frischdampf vor besondere Düsen der achten Stufe der HD-Turbine leitet und das zweite gedrosselten Frischdampf in die Überströmleitung zwischen HD- und MD-Turbine einströmen läßt. Diese beiden Überlastventile sind nicht nur dazu bestimmt, bei normalen Dampfverhältnissen, aber besserem $\cos \varphi$, die Leistung der Anlage bis zur Grenze zu steigern, sondern sie sollen vor allem auch bei geringerem Kesseldampfdruck und bei einer durch wärmeres Kühlwasser verschlechterten Luftleere noch die volle Leistung sichern. Die drei Hauptdüsenventile sind auf dem vorderen Ende der HD-Turbine nebeneinander in einem Einströmkasten zusammengefaßt, während die beiden Überlastventile hinter ihnen angeordnet sind, damit sie die Breite der ganzen Maschine nicht vergrößern.

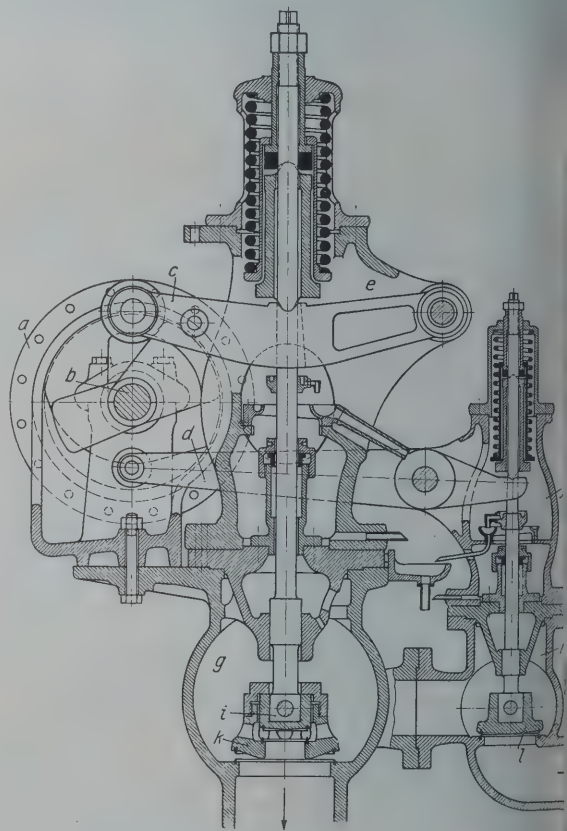
Das erste und größte Düsenventil ist zur Entlastung der Regelteile als Tellerventil mit Vorhubkegel ausgebildet, Abb. 38; für die übrigen Ventile konnte ein Vorhubventil entbehrt werden, da der Druck in der ersten Stufe bei zunehmender Belastung ansteigt. Alle fünf Ventile werden von einer gemeinsamen Steuerwelle aus betätigt, deren Nocken so ausgebildet sind, daß sich die Belastung der Turbine nach kurzem Regelspiel dem Hub des Geschwindigkeitsreglers verhältnismäßig ändert.

Gegen Durchgehen ist die Maschine wie üblich in zweifacher Weise geschützt: einmal kann der Drehzahlregler, Abb. 39 und 40, sämtliche Ventile abschließen, ferner sind an der HD- und an der vorderen ND-Turbine Schnellschlußvorrichtungen vorhanden, die beim Überschreiten der höchsten zulässigen Drehzahl die Hauptabsperrrventile zum Schließen bringen. Da die Turbinen für ununterbrochenen Dauerbetrieb bestimmt sind, ist auch die Möglichkeit vorgesehen, die Sicherheitsregler und die Gestänge und Ventile der Schnellschlußvorrichtungen während des Betriebes zu erproben.

Sollte durch irgendeinen Zufall die Kondensation versagen, die Luftleere also sinken, so würden die ND-Turbinen und Kondensatoren einer ungünstig hohen Temperaturbeanspruchung ausgesetzt werden. Um dies zu verhüten, sind an die ND-Turbine ein Druckregler, der unmittelbaren Einfluß auf den Servomotor der Frischdampf-Regelventile hat, und an die Abdampfleitungen ein selbsttätiges Auspuffventil angeschlossen, durch das der Abdampf aus den Turbinen ohne unzulässige Drucksteigerung ins Freie entweichen kann.

Der gesamte Ölbedarf der Steuerung und der Lagerstellen wird von vier Zahnradölpumpen gedeckt, von denen je zwei in den vorderen Lagerböcken der HD-Turbine und der vorderen ND-Turbine angeordnet sind.

Drei davon fördern Öl von rd. 5 at Überdruck für Steuerung, die vierte hat nur 0,5 at Überdruck für Lagerschmierung. Arbeitet die Steuerung, so fließt das Drucköl von 5 at zum Steuerschieber des Motors, während das von dem Servomotor verbrauchte Öl in die Lagerölleitung fließt, so daß den Lagern

Abb. 38
Schnitt durch ein Haupt- und ein Überlastventil der F
dampfregelung

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| a Steuerzylinder | g Einströmkasten f. d. Haupt- |
| b Nockenwelle | h Einströmkasten für das |
| c Regulierhebel f. d. Hauptventil | lastventil |
| d Regulierhebel für das Überlast- | i Vorhubkegel |
| ventil | k Hauptventil |
| e Ventilaufsatz f. d. Hauptventil | l Überlastventil |
| | Ventilaufsatz f. d. Überlastventil |

Kraft: Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg

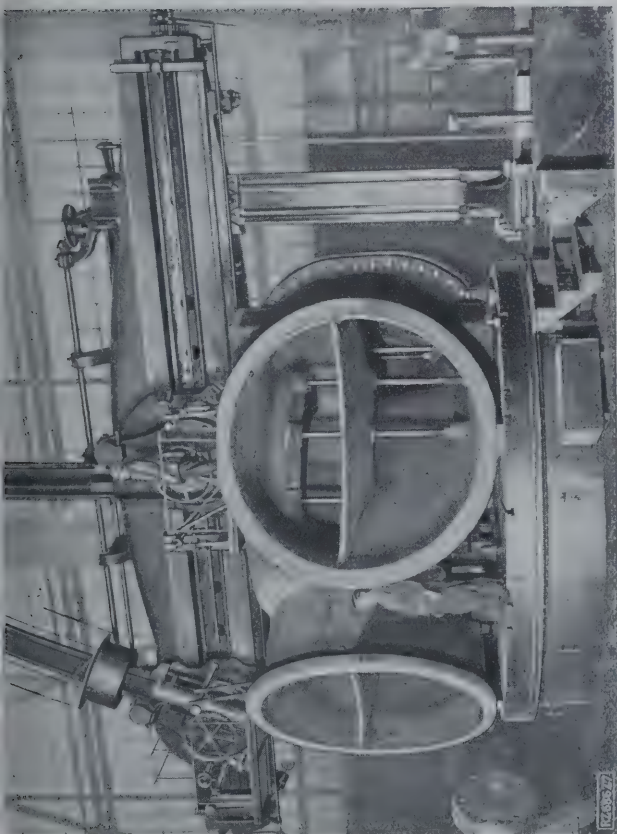


Abb. 7. Abdampfgeläuse der viergehäusigen Kondensationsturbine während der Bearbeitung

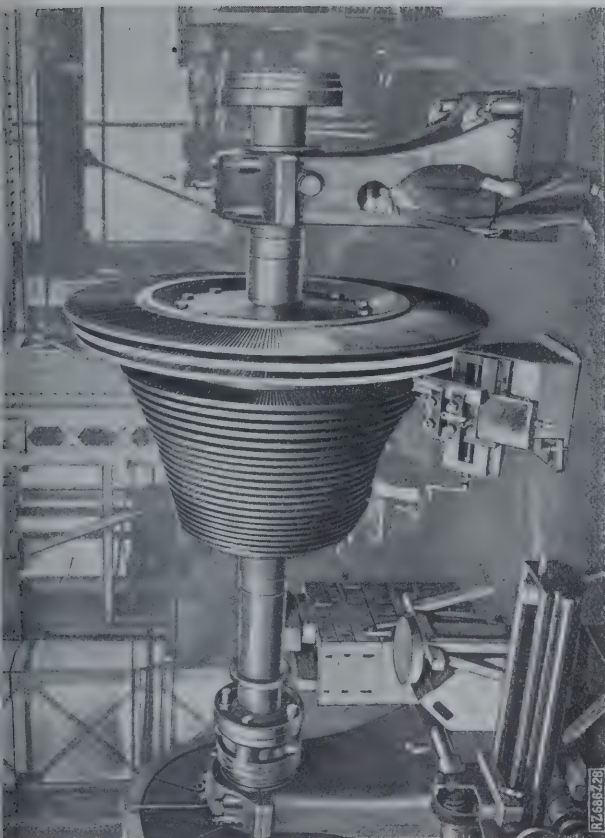


Abb. 28. Niederdruckläufer der viergehäusigen Kondensationsturbine

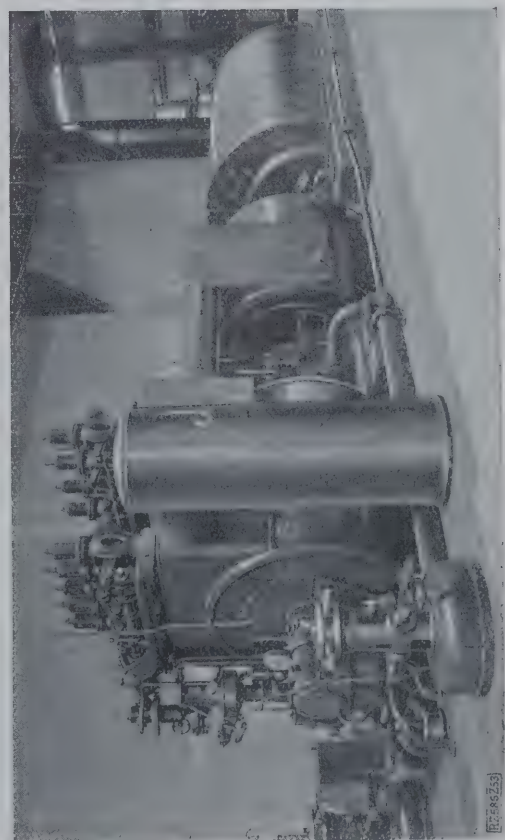


Abb. 53. Vorwärmerturbine von 10 000 kW bei 3000 Uml./min

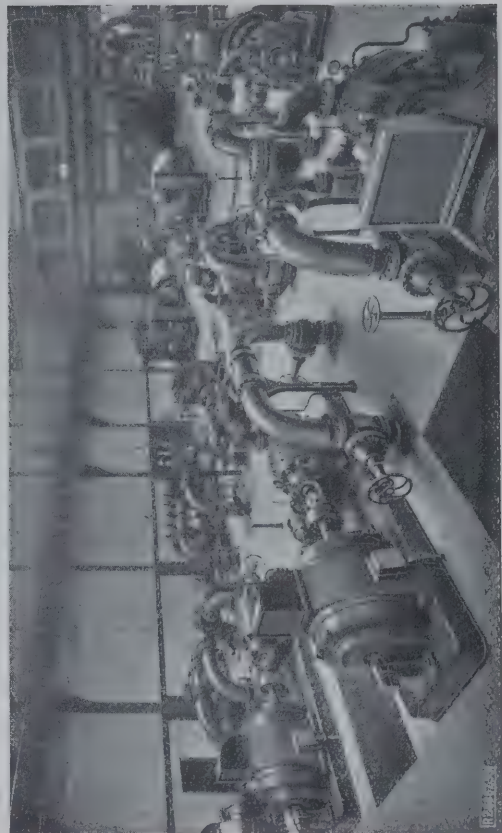


Abb. 55. Halle der Vorwärmerturbinen und der Kesselspeisepumpen

Kraft: Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg

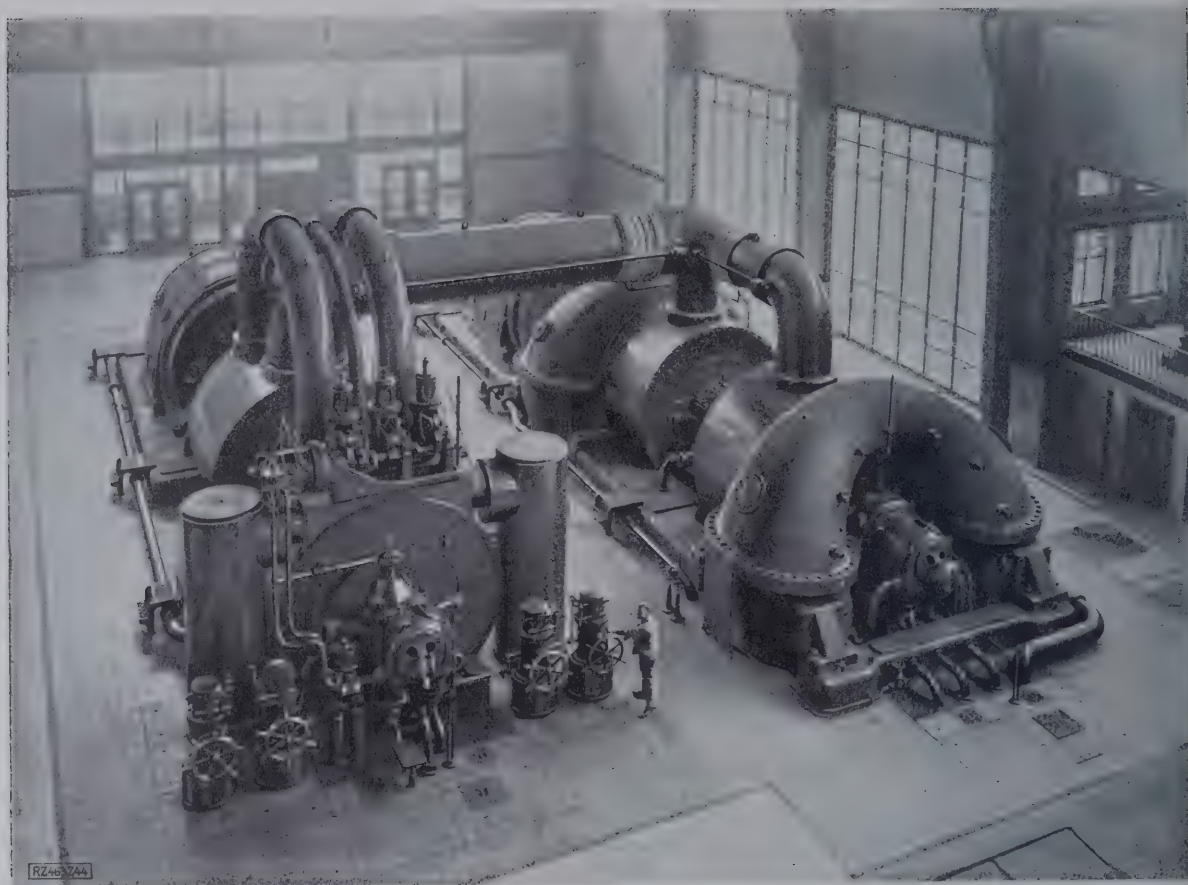


Abb. 44
Viergehäusige Kondensationsturbine von 80 000 kW bei 1500 Uml./min

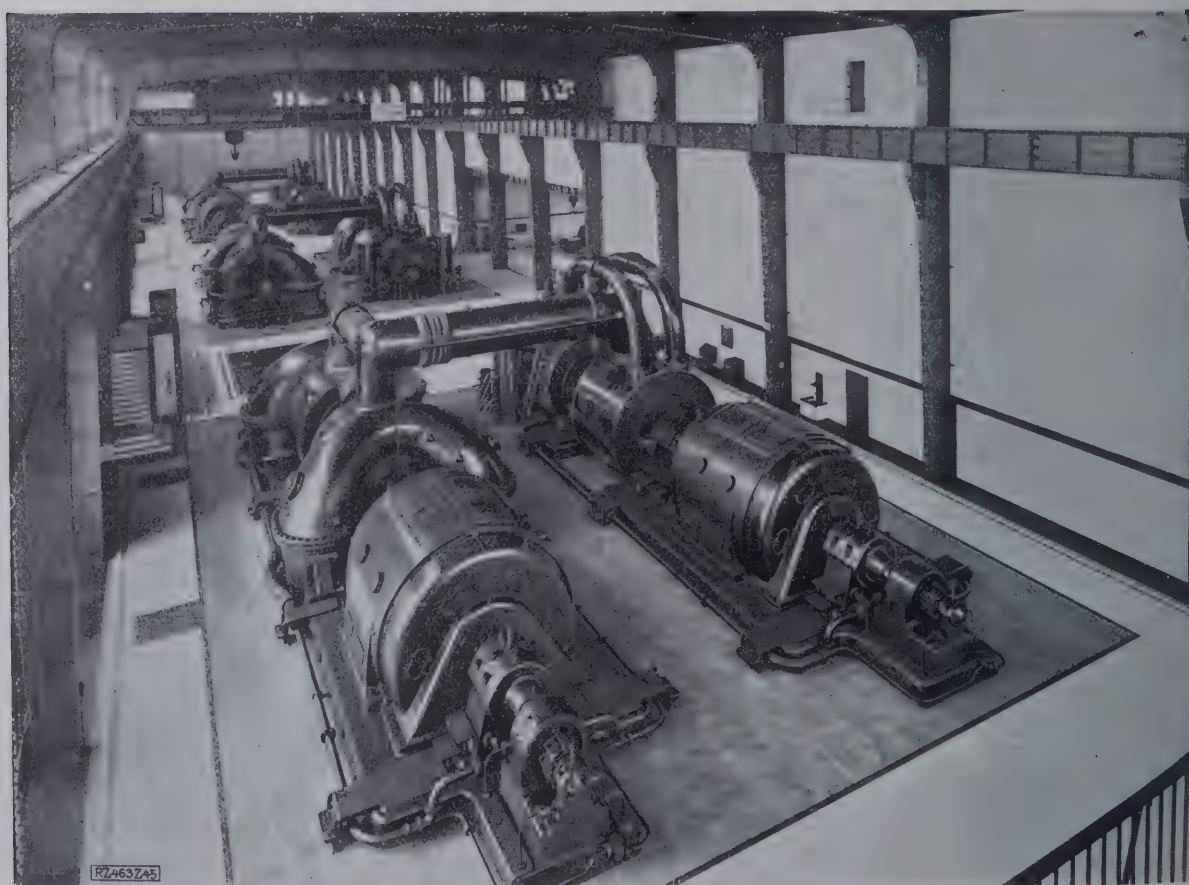


Abb. 45
Halle der Hauptturbinen und Haupt-Drehstromerzeuger

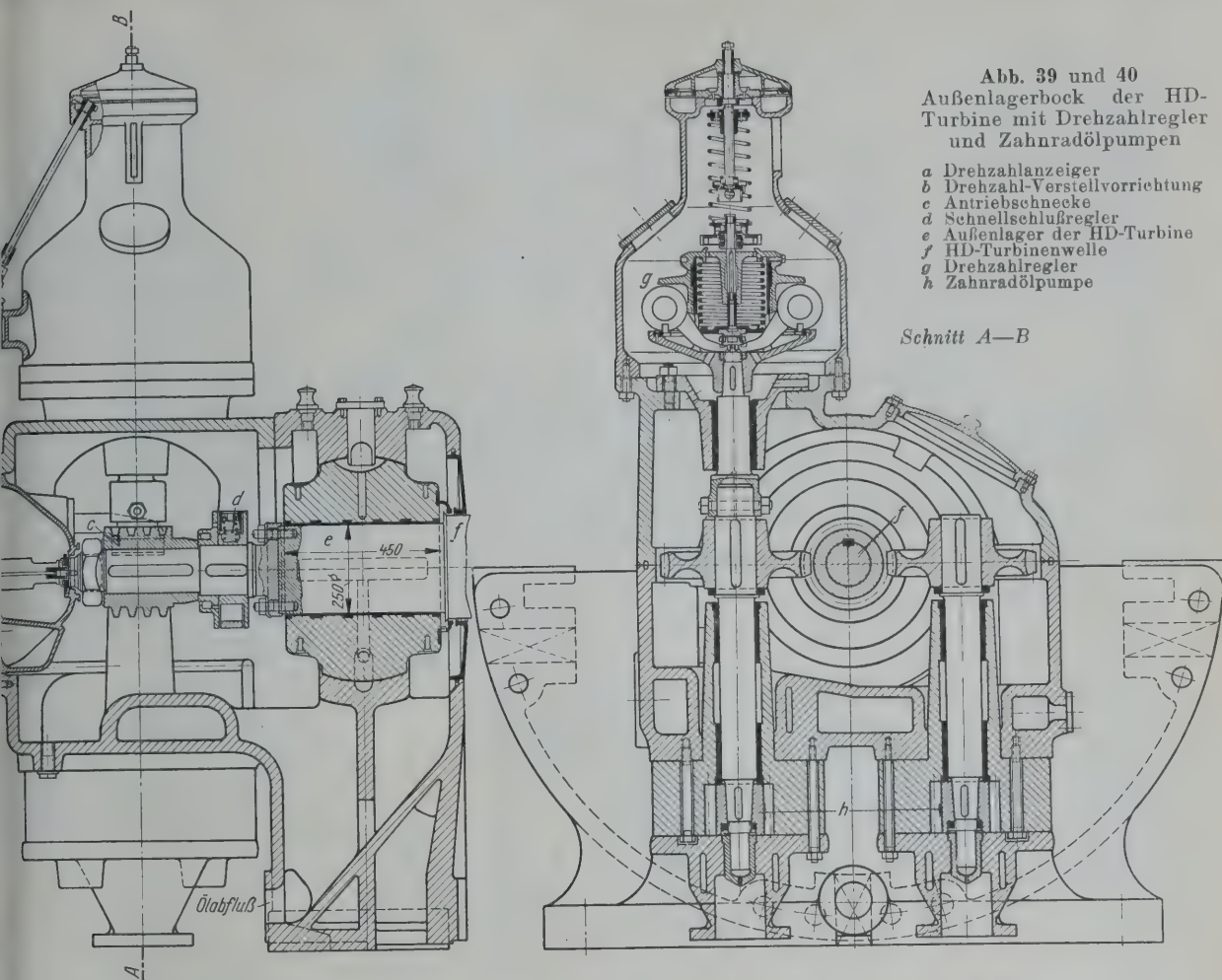


Abb. 39 und 40
Außenlagerbock der HD-
Turbine mit Drehzahlregler
und Zahnradölpumpen

- a Drehzahlanzeiger
- b Drehzahl-Verstellvorrichtung
- c Antriebschnecke
- d Schnellschlußregler
- e Außenlager der HD-Turbine
- f HD-Turbinenwelle
- g Drehzahlregler
- h Zahnradölpumpe

Schnitt A—B

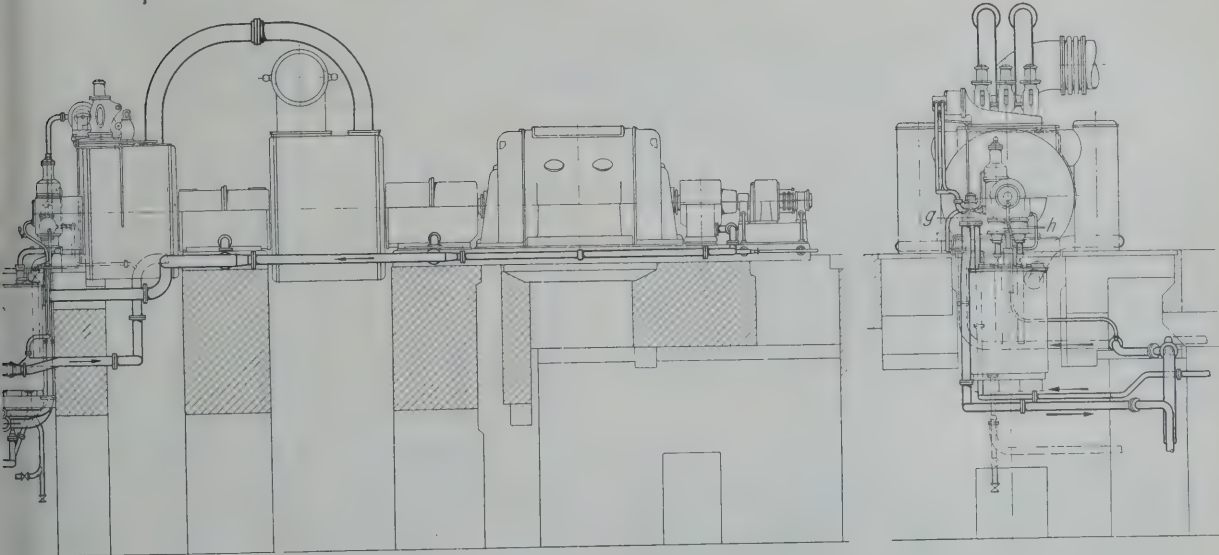
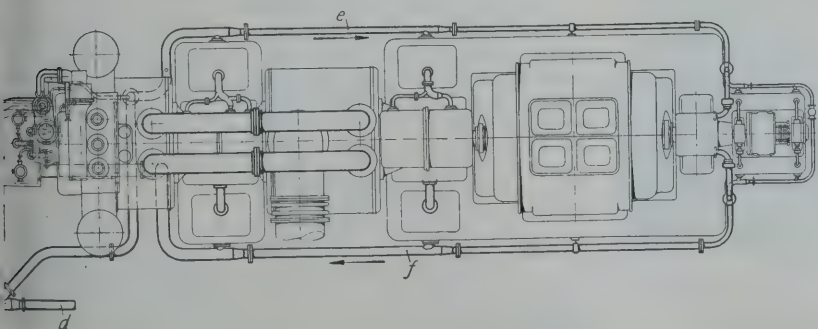


Abb. 41 bis 43
Leitungsplan der Ölversor-
gung für den HD- und MD-
Teil der Kondensationstur-
binenanlage



- a zum Ölkühler
- b vom Ölkühler
- c Ölbehälter
- d zu dem ND-Turbinesatz
- e Druckölleitung
- f Ölablaufleitung
- g Ölverteilvertil
- h Ölpumpen

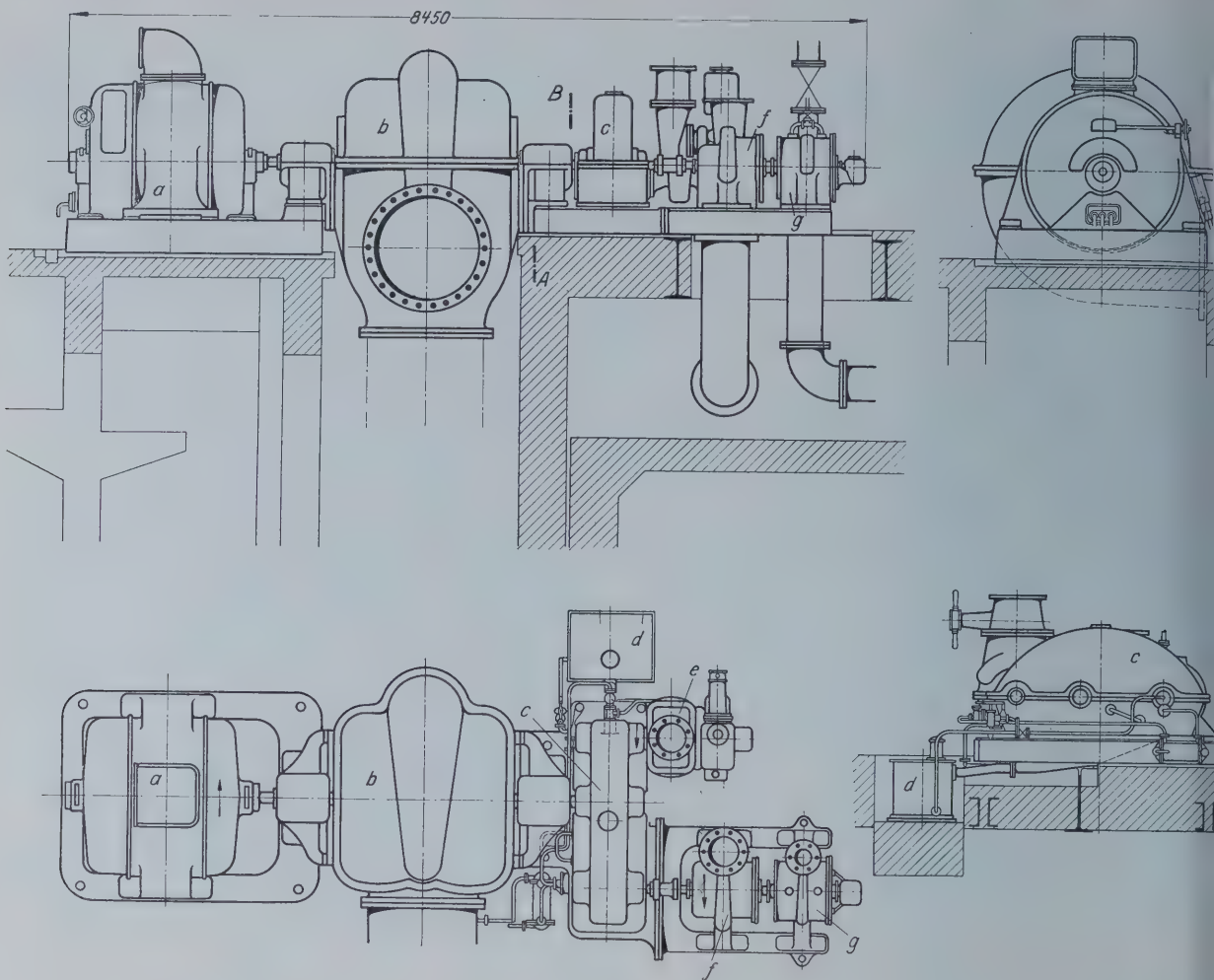


Abb. 46 bis 49

Anordnung der Kondensationspumpengruppe mit Turbinen- und Motorantrieb

a Drehstrommotor, $n = 500$ Uml./min
 b Kühlwasserpumpe, $n = 500$ Uml./min

c Zahnradvorgelege
 d Ölbehälter

e Turbine, $n = 5000$ Uml./min
 f Aufschlagwasserpumpe, $n = 1000$ Uml./min

g Kondensatpumpe, $n = 1000$ Uml./min

während des Regelvorganges kein Öl entzogen wird. Die Anordnung dieser Druckölleitung für den HD- und MD-Teil der Anlage zeigen Abb. 41 bis 43.

Für das Anfahren und Auslaufen der Maschine ist eine besondere Hilfs-Zahnradölpumpe mit Dampfturbinen-Antrieb vorgesehen, die beim Öffnen des Hauptabsperrentils schon bei geschlossenem Anfahrventil selbsttätig in Betrieb gesetzt wird. Sobald die Hauptpumpen genügend Öl fördern, schaltet sich die Hilfspumpe ab; beim Auslauf der Hauptmaschine vollziehen sich die gleichen Schaltungen in umgekehrter Reihenfolge.

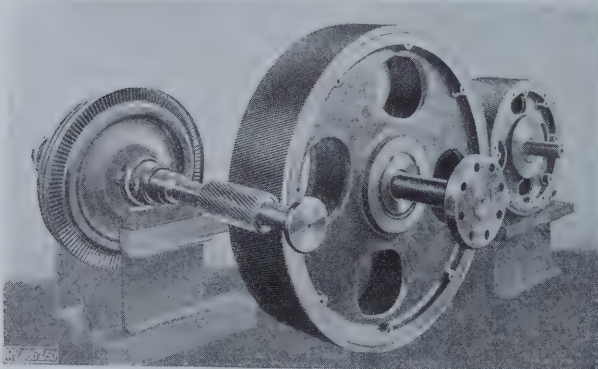


Abb. 50

Turbinenläufer und Rädergetriebe der Kondensationspumpengruppe

Die vier Frischdampf-Absperrentile vor der Turbine sind im Fundament fest verankert, so daß die Wärmedehnungen der von den Kesseln kommenden Frischdampfleitungen nicht auf die Maschine übertragen werden können. Von den Absperrentilen führen, wie Abb. 46 bis 49 zeigen, je zwei unter Flur verlegte sehr nach außen gebogene Rohre zu Dampfsieben auf beiden Seiten der Hochdruck- und Mitteldruck-Turbine, die jeden Fremdkörper, der etwa mit dem Dampf mitgeführt werden könnte, von der Maschine fernhalten. In die große Überströmleitung zu den Turbinen ist ein Wellrohr eingefügt, während bei dem Rohre angeordnete schwere Anker jede Rückwirkung der Ausdehnung auf die Turbinengehäuse verhindern. Die vier Abdampfstutzen der beiden ND-Teile untereinander durch eine Rohrleitung verbunden, so daß z. B. wenn ein Kondensator gereinigt werden soll, der andere noch im Betrieb bleibenden Kondensator geschaltet werden können.

Alle Lager der Maschine ruhen auf festen Fundamentblöcken, mit Ausnahme der Erregerlager; bei diesen hat man die übliche Balkenkonstruktion beibehalten, um unter den Stromerzeugern Raum für die Luftkühlung zu schaffen. Das gesamte Fundament steht auf einer starren Grundplatte, deren Breite und Länge in einem günstigen Verhältnis zueinander stehen, als wenn die Länge das Vielfache der Breite wäre.

Die ersten Messungen an einer der drei Maschinen haben die folgenden Ergebnisse geliefert:

Der Dampf vor dem Absperrentil der Turbine hat einen Überdruck von 32,0 at und 400 °; die Luftleere entspricht einer Kühlwassertemperatur von 15 ° bei einer Kühlwassermenge von 17 000 m³/h.

Bemerkung

auf S. 1875 angegebenen Dampfverbrauchzahlen
kungsgrade sind bei einem internen Vorversuch
ermittelt worden. Die maßgeblichen Garantie-
en haben während der Drucklegung des vor-
n Heftes stattgefunden; die Ergebnisse werden
t veröffentlicht werden.

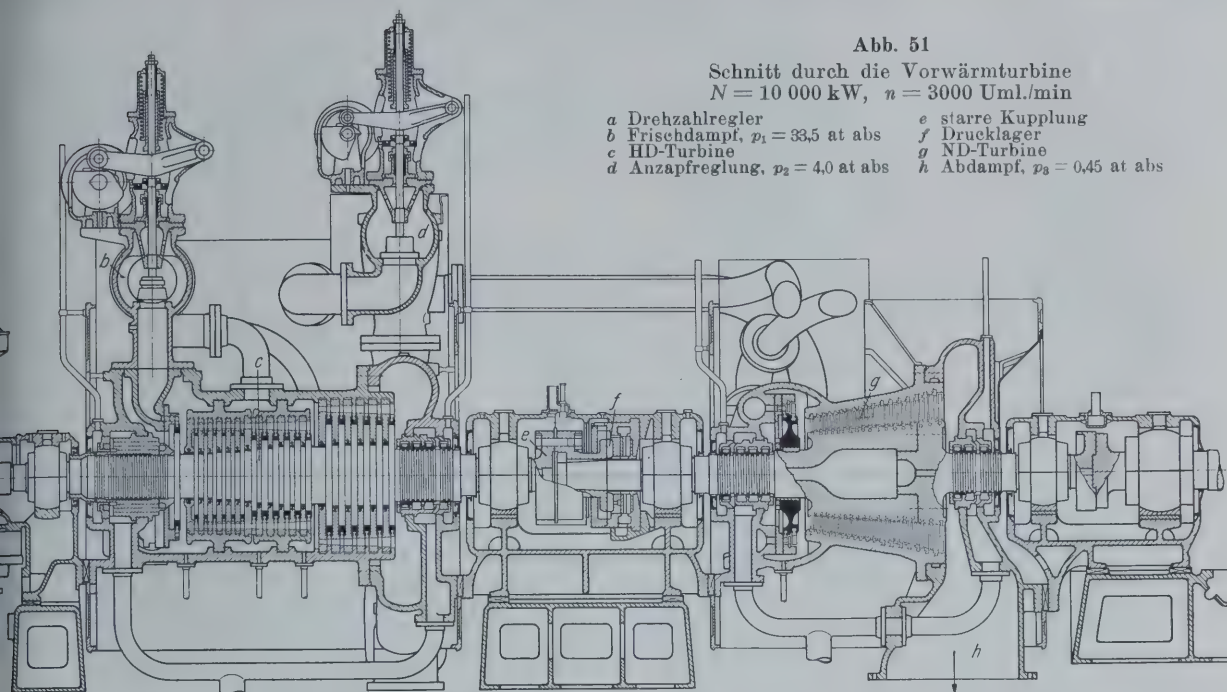


Abb. 51

Schnitt durch die Vorwärmerturbine
 $N = 10\,000\text{ kW}$, $n = 3000\text{ Uml./min}$

- a Drehzahlregler
b Frischdampf, $p_1 = 33,5\text{ at abs}$
c HD-Turbine
d Anzapfreglung, $p_2 = 4,0\text{ at abs}$
e starre Kupplung
f Drucklager
g ND-Turbine
h Abdampf, $p_3 = 0,45\text{ at abs}$

an den Klemmen	61 987	36 450	18 087 kW
Verbrauch	3,82	3,91	4,21 kg/kWh
Wirkungsgrad, bezogen auf			
Leistung an den			
Wagen	81,15	78,25	72,65 vH
Wirkungsgrad, bezogen auf			
Leistung an der			
Abgabe des Strom-			
generators	85,0	83,3	80,4 „

Bei diesen Messungen wurde die Turbine bis an die Leistungsfähigkeit des Netzes, das waren damals nur 100 kW, belastet. Da jedoch ihre Konstruktionsleistung noch erheblich höher ist, so dürfte sich auch der Wirkungsgrad noch entsprechend verbessern; bei den verschiedenen Teillasten wurde der vorausgerechnete und erreichte Dampfverbrauch erreicht oder um ein Geringes unterschritten. Bemerkenswert ist der außerordentlich geringe Abfall des Wirkungsgrades bei Teillasten, bei denen der Verbrauch wesentlich niedriger als den abgegebenen Gewährzahlen entsprach.

Abb. 44 und Abb. 45, Textbl. 36, zeigen die fertigen Turbinengruppen von der Dampfseite und von der Seite des Motors.

Die Kondensationsanlage eines jeden Turbinensatzes besteht aus zwei quer zur Turbinenachse angeordneten Oberflächenkondensatoren mit je 3300 m² Kühlfläche und zwei voneinander vollständig unabhängigen Wasserpumpensätzen; Wasserstrahlsauger entziehen die Luft aus den Kondensatoren. Die Verbindung der Turbinenpumpen mit den Kondensatoren wird durch Stopfbüchsenrohre mit Schlauchdichtung und Wasserfuß gedichtet, die gewisse Verschiebungen nach jeder Richtung hin zulassen können. Als Sperrwasser gegen den Kondensat aus der Druckleitung der Kondensatpumpe.

Jedem Kondensator gehört ein geschlossener Kreislaufring aus einer Kühlwasserpumpe, einer Aufschlagwasserpumpe für den Wasserstrahlsauger und einer Kondensatpumpe. In der Regel treibt ein Elektromotor die Kühlwasserpumpe unmittelbar und über ein Zahnradgelege die übrigen beiden Pumpen; beim Anfahren sowie bei etwaigen Betriebsstörungen am Mo-

tor oder im Stromnetz dient hierzu eine Hilfsturbine mit Drosselregelung, die sonst in Luftleere mitläuft. Das Umschalten von Motor- auf Dampfantrieb und umgekehrt erfolgt selbsttätig. Infolge der Einschaltung des Zahnradgeleges konnten für die Pumpen sowie für die Antriebsmaschinen die günstigsten Drehzahlen beibehalten werden. Die Turbine ist für 5000 Uml./min entworfen; bei dieser Drehzahl war auch mit geringen Baukosten ein guter Wirkungsgrad zu erzielen und auch die Radreibung im Leerlauf nur klein. Der Elektromotor dagegen, ein Hochspannungs-Drehstrommotor mit Kurzschlußanker in wasserdichter Ausführung, läuft wie die Kühlwasserpumpe nur mit 500 Uml./min. Als dritte Drehzahl von 1000 Uml./min kommt die der Aufschlagwasser- und der Kondensatpumpe hinzu. Es ergab sich daraus die Gesamtanordnung des ganzen Pumpensatzes, die in Abb. 46 bis 49 dargestellt ist. Die Zahnräder und den Turbinenläufer dieser Maschinengruppe zeigt Abb. 50.

Die Kondensatpumpe ist so bemessen, daß selbst bei Ausfall eines Pumpensatzes noch die gesamte Kondensatmenge von 270 t/h für die Volleistung der Hauptmaschinen gefördert werden kann. Die Wasserstrahl-Luftsauger haben außer der Düse keine dem Verschleiß unterworfenen Teile; ihre kleinen, billigen Düsen können im Notfalle leicht ausgewechselt werden. Ferner sind Wasserstrahlsauger gegen Schwankungen des Dampfdruckes unempfindlich, während Dampfstrahlsauger bei starkem Abfall des Dampfdruckes leicht abschnappen.

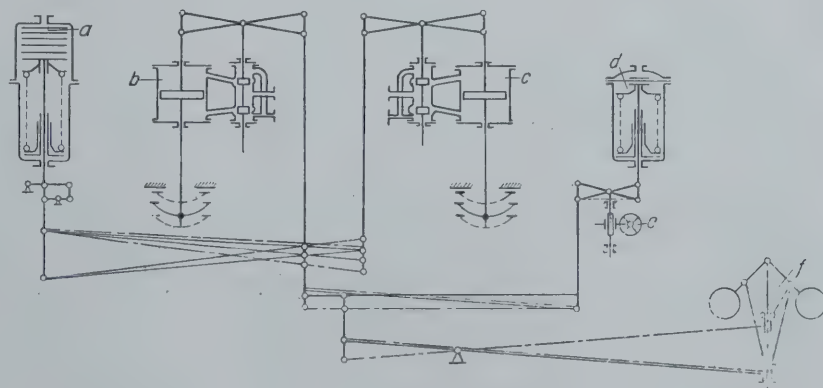


Abb. 52

Steuerschema der Vorwärmerturbine

- a Anzapfdruckregler
b Anzapfsteuerung
c Frischdampfsteuerung
d Gegendruckregler
e Ausschaltvorrichtung
f Drehzahlregler

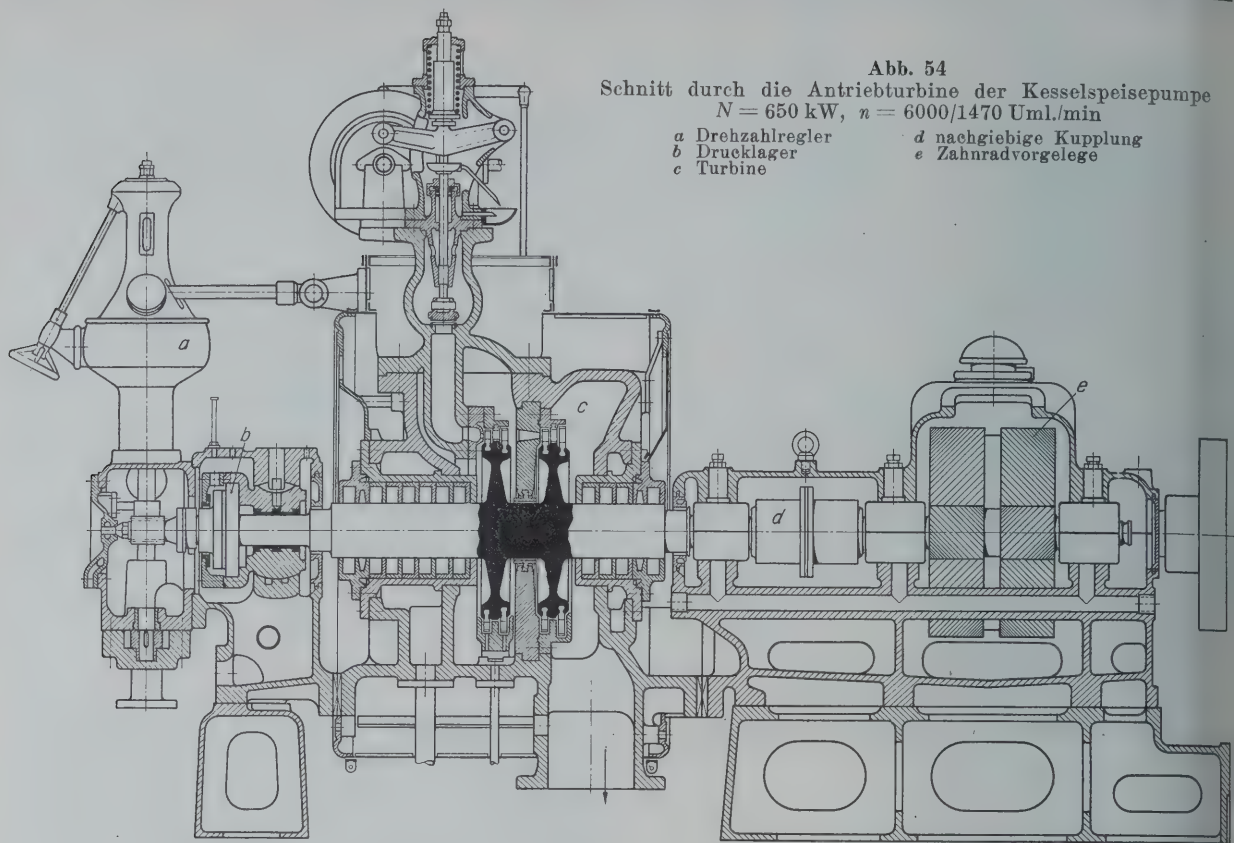


Abb. 54
Schnitt durch die Antriebsturbine der Kesselspeisepumpe
 $N = 650 \text{ kW}$, $n = 6000/1470 \text{ Uml./min}$

a Drehzahlregler d nachgiebige Kupplung
b Drucklager e Zahnradvorlegege
c Turbine

Die Vorwärmurbinen und die Kesselspeisepumpen

Zweistufige Speisewasservorwärmung durch Dampf von 0,45 und 4,0 at abs hatte sich beim Entwurf der Anlage als am zweckmäßigsten ergeben; der Entwurf der Vorwärmurbinen lag damit in großen Zügen fest. Sie wurden als Anzapf-Gegendruckturbinen für je 10 000 kW Leistung bei 3000 Uml./min gebaut. Da Frischdampf von 32,5 at Überdruck bei 400° aus den Kesseln zur Verfügung steht, war das Gesamtgefälle der Vorwärmurbinen so groß, daß es in jeder Beziehung vorteilhaft schien, es auf zwei Gehäuse aufzuteilen, Abb. 51. Die Anzapfung erfolgt bei einem Druck von 4,0 at abs und einer größten Entnahmemenge von 65 000 kg/h am Ende des HD-Teiles, von wo vier Überströmröhre zu den Düsendruppen der ND-Turbine führen.

Der HD-Teil ist eine reine Gleichdruckturbine mit einer einkränzigen Stufe von größerem Durchmesser, die als Regelstufe dient, 12 Scheibenstufen von 600 mm Dmr. und schließlich 6 weiteren Gleichdruckstufen von 800 mm mittlerem Stufendurchmesser. Die Zwischendeckel der ersten 12 Stufen, die noch im heißeren Dampfstrom liegen, sind wie bei der Hauptturbine in zwei besonderen Einsatzringen zusammengefaßt, die dampfdicht im Gehäuse sitzen. Der Läufer besteht aus einem einzigen Stück, die Scheiben sind mit parallelen Wänden ausgeführt, was Baulänge und Läufergewicht verringert.

Die Regelstufe des ND-Teiles ist eine zweikränzige Geschwindigkeitstufe, deren Rad auf der Turbinenwelle mittels einer kegeligen Ringbüchse befestigt ist. Die anschließende Überdrucktrommel hat einen mittleren Stufendurchmesser von 700 mm.

Die Bauart der Gehäuse, Lauf- und Drucklager, Stopfbüchsen und Kupplungen schließt sich eng an die der Hauptturbine an. Für die Frischdampfeinströmung sind besondere Düsenkästen vorgesehen; die Einströmkammern der ND-Turbine sind mit dem Gehäuse aus einem Stück gegossen, da bei dem geringen Druck und der niedrigen Temperatur des Dampfes keine schädlichen Spannungen mehr zu befürchten sind.

Bemerkenswert ist die Steuerung dieser Vorwärmurbinen, Abb. 52. Es galt, die beiden Regelungen, nämlich die Frischdampfsteuerung c und die Anzapfsteuerung b, so in Abhängigkeit von einem Drehzahlregler f, einem

Anzapfdampf-Druckregler a und einem Gegendrucker d zu bringen, daß alle Schwankungen der Lastung oder der Abdampfmenge im ausgeglichenen Zustand dieser drei Regler von der Turbine aufgenommen werden. Abb. 53, Textbl. 35, zeigt eine der drei Vorwärmurbinen.

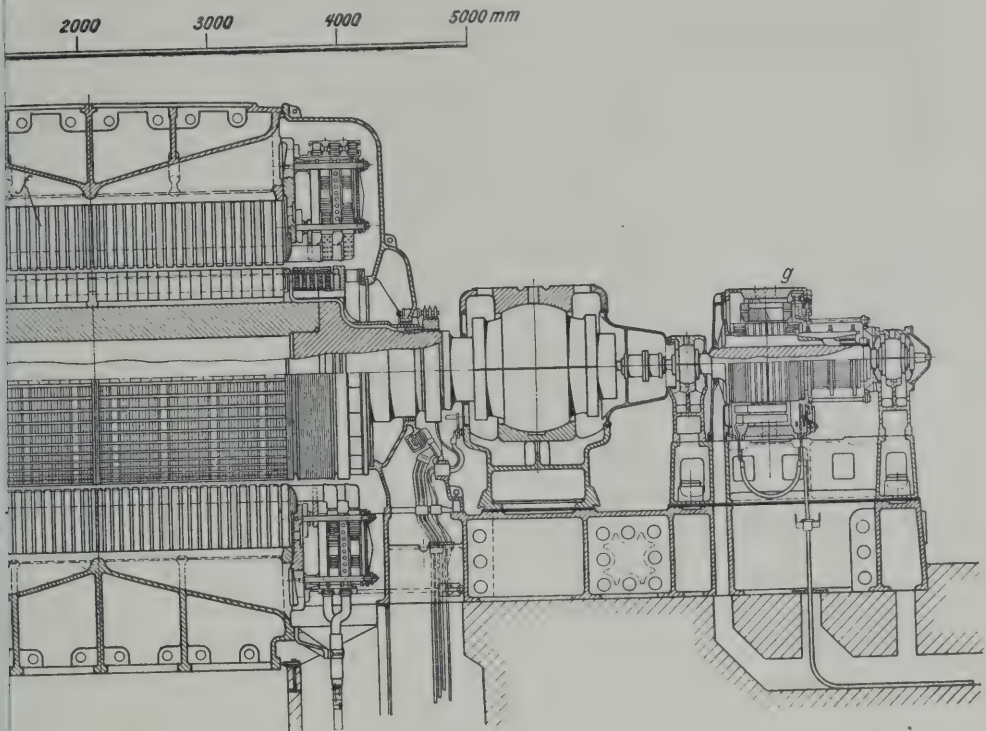
Außerhalb der Kondensationsanlage, deren Maschinendampf durchweg wenigstens neben elektrischem auch Turbinenantrieb haben, ist noch für zwei Kesselspeisepumpen Turboantrieb gewählt worden. Zum Antrieb der siebenstufigen Kreiselpumpen dienen Dampfturbinen von etwa 650 kW und 6000 Uml./min, deren Drehzahl für die Pumpe durch einstufige Zahnradvorlegege auf 1470 Uml./min herabgesetzt wird. Die Turbinen geben den Dampf gegen etwa 3 at Überdruck an das Vorwärm- und Regelnetz des Kraftwerkes ab, ihre Frischdampfverhältnisse sind die gleichen wie die der Haupt- und der Vorwärmurbinen. Entsprechend ihrer kleinen Leistung bei diesem Arbeitsdruck mußte man Teilbeaufschlagung wählen, wenn man einigermaßen günstige Schaufellängen erreichen wollte. So fand sich als vorteilhafteste Bauweise die in Abb. 54 dargestellte. Das Gefälle wird in zwei kränzigen Geschwindigkeitstufen mit Teilbeaufschlagung verarbeitet, die als Scheiben mit der Welle aus einem Stück geschnitten sind. Damit wird die Pumpengruppe leicht bedienbar, jederzeit schnell an- und abgestellt und auch gut für stark schwankende Belastungen geeignet. Die Regelung erfolgt auch hier durch Druckgruppen. Das Gehäuse ist an den Wellendurchführungen mittels Kohlenstopfbüchsen abgedichtet.

Die drei Vorwärmurbinen und sämtliche Kesselspeisepumpen stehen in einer besonderen Maschinenhalle, Abb. 55, Textbl. 35, die senkrecht zum großen Gebäude der Hauptmaschinen angeordnet ist. Die drei Vorwärmurbinen sind hinten, die acht Kesselspeisepumpen sind vorne zu sehen. Größte Übersichtlichkeit war der leitenden Stelle dankte für diese Anordnung, und das Bild beweist, daß dieser Gedanke verwirklicht worden ist.

Im Rahmen dieser Veröffentlichung konnten nur die wichtigsten Aufgaben besprochen werden, die dem Dampfturbinenbau durch das Großkraftwerk Klingenberg gestellt waren. Namentlich mußten alle Einzelheiten des Entwurfes der Maschinen, der Herstellung ihrer Bauteile und ihrer Aufstellung übergangen werden. [B 46]

Anlagen im Großkraftwerk Klingenberg

Die Kondensationsturbinen- und Strom-
ge; $N = 80\,000\text{ kW}$, $n = 1500\text{ Uml./min}$

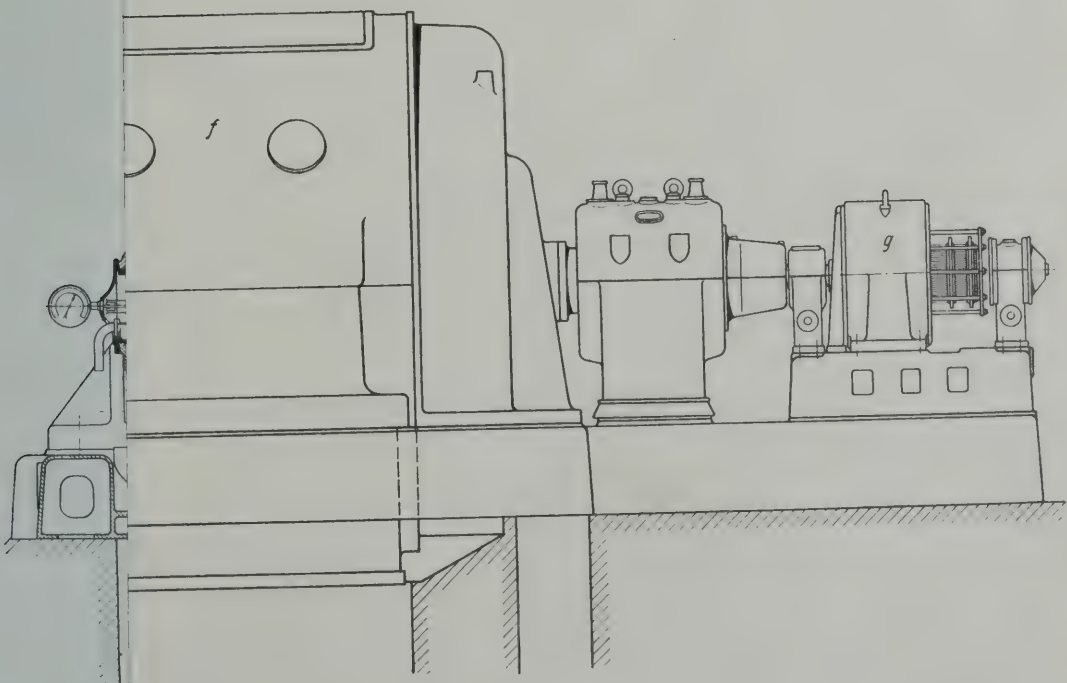


Schnitt
ei

min

g Erregermaschine
 h ND - Turbine I } $n = 1500\text{ Uml./min}$
 i ND - Turbine II }
 k zum Kondensator

VA



Kraft: Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg

Abb. 5 und 6. Die Kondensationsturbinen- und Strom-
erzeugeranlage; $N = 80\,000\text{ kW}$, $n = 1500\text{ Uml./min}$

0 500 1000 2000 3000 4000 5000 mm

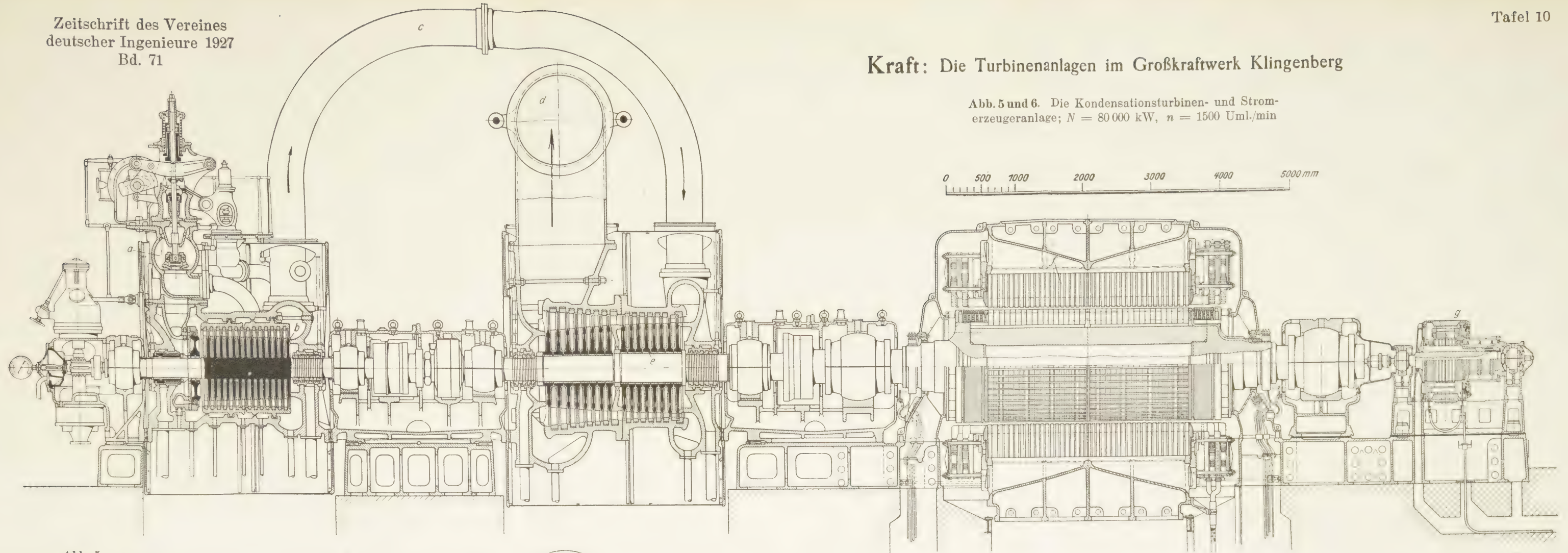


Abb. 5

Schnitt durch die HD- und die MD-Turbine und
einen 44 000 kVA-Drehstromerzeuger

- | | | | |
|---|---|---|---|
| a | Frischdampfeinströmung | g | Erregermaschine |
| b | HD-Turbine, $n = 1500\text{ Uml./min}$ | h | ND-Turbine I } $n = 1500\text{ Uml./min}$ |
| c | zur MD-Turbine | i | ND-Turbine II } |
| d | zu den ND-Turbinen | k | zum Kondensator |
| e | MD-Turbine | | |
| f | Stromerzeuger, $N = 44\,000\text{ kVA}$ | | |

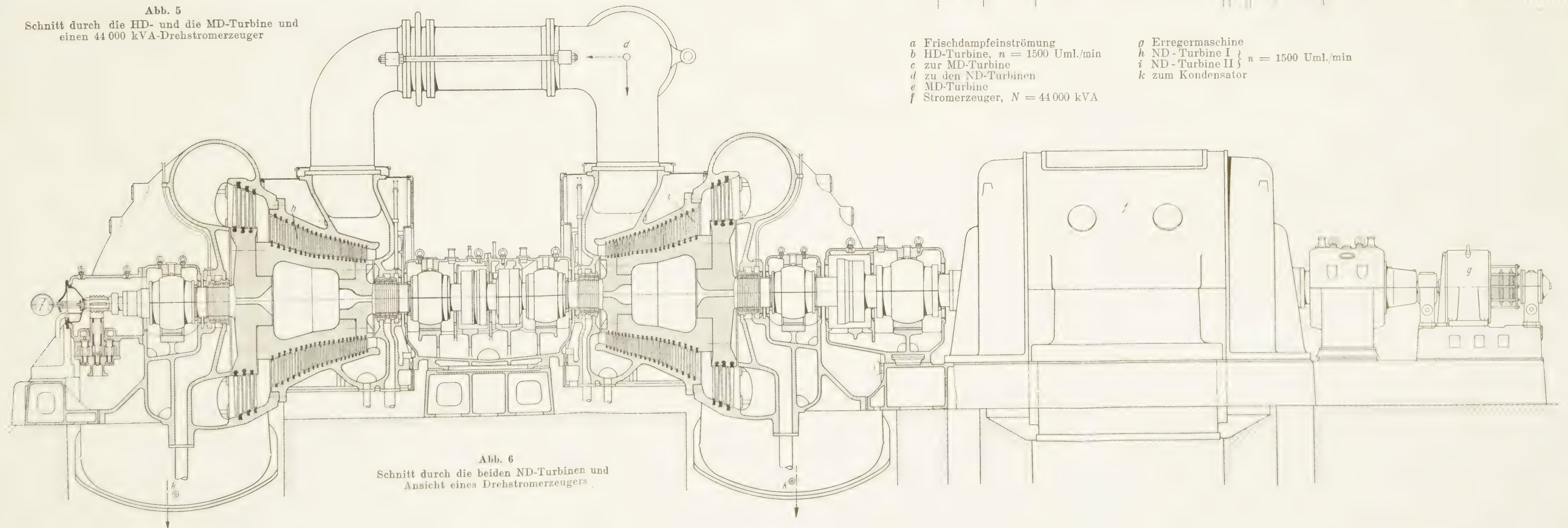


Abb. 6

Schnitt durch die beiden ND-Turbinen und
Ansicht eines Drehstromerzeugers

Die Hilfsmaschinen des Großkraftwerkes Klingenberg

Von Heinrich Denecke, Berlin¹⁾

Im folgenden wird die Anordnung der Maschinen und ihrer Hilfseinrichtungen kurz erläutert. Ausführlicher sind nur diejenigen Anlagenteile berücksichtigt, die beachtenswerte Neuerungen aufweisen. Hierzu gehören die Rohrleitungen, die Vorwärmung, die Brandschutzeinrichtung des Stromerzeugers und die Oelhaltung.

Die günstige Anordnung der Maschinen eines Dampfkraftwerkes sind die Führung des Kühlwassers, die Zuführung des Frischdampfes und die Führung des Maschinenkondensats sowie die Fortleitung des erzeugten Stroms besonders kennzeichnend. Die Anordnung 1 bis 3 wiedergegebene Anordnung wurde nach der Durcharbeitung einer größeren Anzahl von Entwürfen für den Bau des Großkraftwerkes Klingenberg gewählt. Um die Hauptmaschinen nicht durch Anzapfungen zu belasten und den Maschinenhauskeller von den verbundenen Rohrleitungen freizuhalten, um ferner bei vorübergehendem Ausfall der Vorwärmung eine Betriebsführung zu ermöglichen, wurden für die Vorwärmung des Kesselspeisewassers besondere Vorwärmurbinen aufgestellt. Die Regelung des Gegendrucks der Vorwärmurbinen gestattet, die Speisewassertemperatur bei wirtschaftlich günstigen Verhältnissen konstant zu halten, was bei Anzapfung der Hauptmaschinen wegen Druckschwankungen in den Stufen nicht im gleichen Maße zu erreichen wäre. Ein weiterer Vorteil liegt in der Möglichkeit, die Eigenversorgung des Werkes aus Vorwärmurbinen von den Hauptsammelschienen zu übernehmen.

Während die Vorwärmurbinen zwischen den Kesseln in enger Anlehnung an die Kesselspeisung und Vorwärmbehälter aufgestellt wurden, sind die Hauptmaschinen nach der Wasserseite des Werkes hin quer zu den Kesselhäusern angeordnet. Das Kühlwasser, das über Betonkanäle von der Spree her zufließt, wird in einem Vor dem Maschinenhaus mittels umlaufender Vorwärmurbinen gereinigt. Unmittelbar hinter den Siebkammern in dem Maschinenhauskeller liegen die Räume für Kondensumpumpen; hierbei sind die Hilfsmaschinen für die Hauptmaschinen in je einem Raum vereinigt. Diese Anordnung ermöglicht verhältnismäßig kleine Abmessungen der Hauptmaschinenhalle, glatte Führung der Leitungen und leichte Bedienung mit wenig Mannschaften. Im Keller in der Hauptmaschinenhalle verlaufen nur die Kondensatoren und Lufrückkühler, während dieser geräumig, hell und luftig ist. Für die Vorwärmurbinen sind keine Kondensatoren und Hilfsmaschinen erforderlich. Daher steht der gesamte Maschinenkeller des Zwischenbaues für die Führung der Dampf- und Abdampfleitungen, sowie für die Entwicklung der Kesselspeiseleitungen zur Verfügung; er erfüllt die Aufgabe eines besonderen Rohrleitungskellers.

In den Kühlwasserpumpen wurden für jede Hauptmaschine zwei aufgestellt. Je vier Pumpen speisen eine gemeinsame Druckleitung; von dieser zweigen die Leitungen zu den Kondensatoren ab. Die Sammelleitung ermöglicht die Kühlwasserpumpen beliebig zu schalten und löst die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Turbinensatz ab. Die Hochdruckteile der Turbinensätze sind dem Kesselspeisung zugekehrt, wodurch sich die Führung des Frischdampfes aus der an der ganzen Längsseite des Maschinenhauses entlanglaufenden Doppel-Ringleitung vereinfacht. Die Aufstellung der Hauptmaschinen in der Weise, daß die Dampf- und die Stromerzeuger je zweier Gruppen zugekehrt sind, macht die Führung der Dampf- und die Stromerzeuger je zweier Gruppen sowie auch die Zusammenfassung der 6 kV-Schienen besonders übersichtlich. Ein begehrter Kanal zwischen den Hauptmaschinen nimmt die Stromschienen von den Stromerzeugern auf, die zu den Transformatoren führen. Der von den Vorwärm-Stromerzeugern erzeugte Strom wird durch Kabel den entsprechenden Transformatoren zugeführt.

Herrn Schult danke ich an dieser Stelle für seine wertvolle

Frischdampfleitungen

Während sich früher beim Bau von Kraftwerken die Durchbildung der Leitungen im wesentlichen darauf beschränkte, die Anlage unter Berücksichtigung der möglichen Betriebsfälle zweckmäßig anzuordnen, hat die Steigerung der Drücke und der Temperatur des Dampfes neue Aufgaben gestellt, die bis auf den Baustoff zurückführen. Dabei sollten nicht nur befriedigende Lösungen für den gerade vorliegenden Fall, sondern allgemein gültige

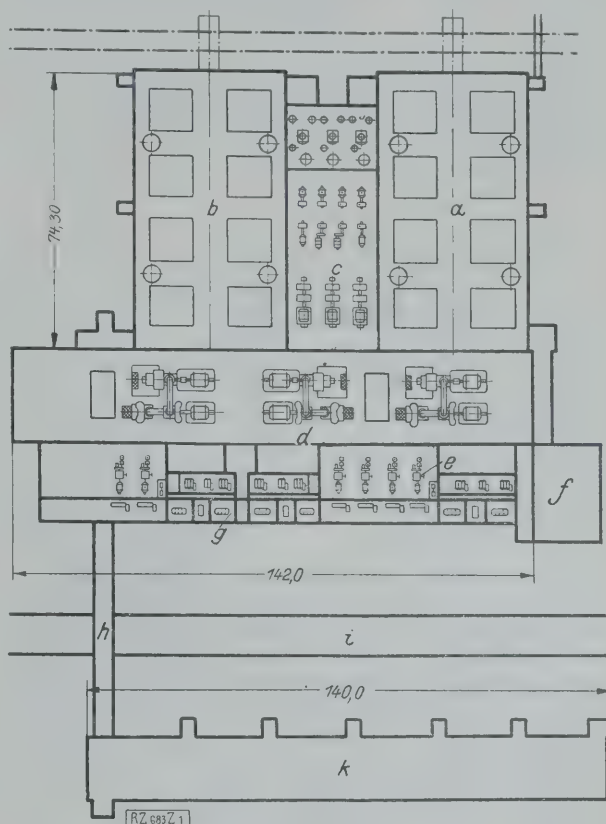


Abb. 1
Anordnung der Maschinenanlagen

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| a Kesselhaus A | f Verwaltungsgebäude |
| b Kesselhaus B | g Transformatoren (44 000 kVA) |
| c Vorwärmurbinen (10 000 kW) | h Brücke |
| d Hauptturbinen (80 000 kW) | i Köpenicker Chaussee |
| e Kühlwasserpumpen | k Schalthaus 30 kV |

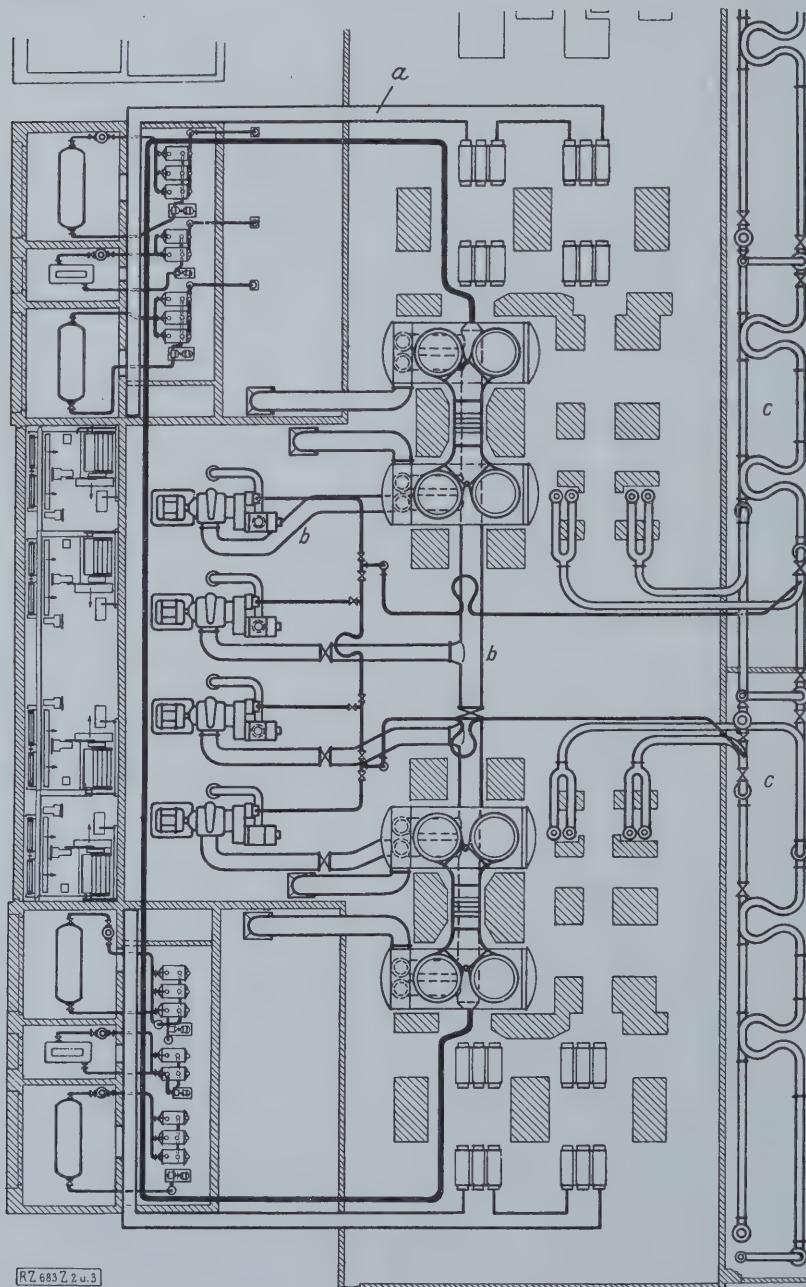
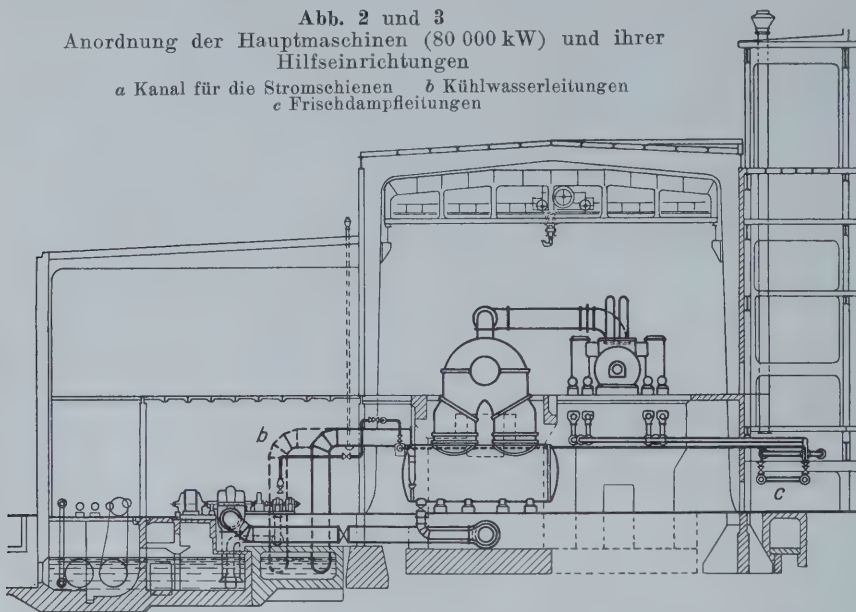
Richtlinien gefunden werden, die das Großkraftwerk Klingenberg, wie ehemals das Kraftwerk Golpa, zum Vorläufer einer neuen Entwicklung machten. Für die Ausbildung der Frischdampfleitungen war eine dreifache Aufgabe zu lösen:

- die Wahl der Werkstoffe,
- die bauliche Ausbildung der Einzelteile,
- die Führung der Leitungen.

Werkstoffe der Frischdampfleitungen

Bei der Frage der Baustoffe bestanden Bedenken, ob die bisher für Betriebsdrücke von 16 bis 20 at und rd. 375 ° üblichen, den gesteigerten Anforderungen des Großkraftwerkes Klingenberg gewachsen waren. Nach Abb. 4 nimmt bei mittelhartem Flußstahl die Bruchgrenze mit wachsender Temperatur zunächst zu, um von einem bestimmten Wert an stark abzufallen. Die Streckgrenze, die bei Raumtemperatur etwa 50 vH der Bruchgrenze beträgt, sinkt mit steigender Erwärmung und beträgt bei einer Temperatur von 425 °, die für das Werk Klingenberg

Abb. 2 und 3
Anordnung der Hauptmaschinen (80 000 kW) und ihrer
Hilfseinrichtungen
a Kanal für die Stromschienen b Kühlwasserleitungen
c Frischdampfleitungen



R2 683 2 u. 3

in Betracht kam, nur n
30 vH der Bruchgrenze. U
gig von der Höhe zeigen d
gaben, daß die Bruchfestig
Raumtemperatur ke
währ für die Sicherheit ei
lage im Betriebszus
bietet.

Zur Zeit der Vorarbeiten
Großkraftwerk lag ein Ent
Deutschen Normen
schusses über Normu
Rohrleitungen für hochge
Dampf vor, wonach 6,4fache
heit, bezogen auf die Bru
bei Raumtemperatur verl
Sinkt aber z. B. bei einen
stoff von 42 kg/mm² Bru
keit bei 15°, die Streckgr
425°C auf 10 kg/mm², so
Sicherheit im Betriebe nu
1,5fach, was als niedrig be
werden muß. Die im Janua
Jahres veröffentlichten neu
men erhöhen den Sicherhei
bezogen auf die Bruchgre
15° auf 7,1. Eine hinreich
währ für Betriebsicherheit
aber nur dann gegeben, w
gewählte Sicherheit auf die
grenze bei Betriebst
ratur bezogen wird. In
dingungen für die Liefer
Frischdampfleitungen fü
Großkraftwerk wurde da
stützt auf ein Gutachten vo
rens, der vorgeschriebene
heitsgrad auf die Streckgr
400° bezogen.

Die Wahl des Werk
der Rohre wurde bestimm
die Rücksicht auf Frei
Lunkern und Seigerungen
von inneren Spannungen,
durch die Unempfindliche
Altern und Rekristallisati
eine unbedingte Zuverlä
der Rohrleitungen erreicht
mußte, kommt der Lunk
Seigerungsfreiheit des M
deren Nichteinhaltung alle
keitsvorschriften unwirksa
erhöhte Bedeutung zu. Es
deshalb vorgeschrieben,
Auswalzen der Rohre bes
Rohrgußblöcke soweit ab
den, daß ein auch im Ker
dingt festes Gefüge erwar
den durfte. Diese Restblö
den dann vor dem Vorwalz
ausgebohrt und außen ab
Durch Ausglühen der
Teile auf eine Temperatur
halb der Umwandlung
wurde die geforderte Sp
freiheit erreicht. Wenig
lagen die Verhältnisse b
der auftretenden Ermü
scheinungen und der sich
ergebenden Forderungen d
rialeigenschaften. Jedenf
stand kein Zweifel, daß
und Temperaturschwankun
lich wie bei Dampfkesseln
Veränderung des Gefüges
der Festigkeit füh
nen und hierauf bei der V
Baustoffe Rücksicht zu nel

Zahlentafel 1

itevorschriften für die Frischdampfleitungen des Großkraftwerkes Klingenberg

Betriebsdruck 35 at bei 415 °C, höchster zulässiger Druck 37 at bei 425 °C

Gegenstand	Werkstoff	Bearbeitung	Zugfestigkeit bei 15 °C kg/mm²	Streckgrenze bei 400 °C kg/mm²	Dehnung bei 15 °C, bezogen auf l = 5 d vH	Sicherheitsfaktor, bezogen auf Streckgrenze bei 400 °	Probedruck bei kaltem Wasser at	Chemische Bestandteile, Eigenschaften (Grenzwerte)	Bemerkungen
Rohre, Faltenbogen	Flußstahl	Nahtlos gewalzt aus Gußblöcken, oberes Ende abgeschnitten, vor dem Walzen ausgebohrt und abgedreht. Ausglühen der fertigen Rohre oberhalb der Umwandlungstemperatur	42	12	24	2,35	80		Dichtung: gewellte V 2a Bleche mit Asbesteinlage oder Klingerit
Flanschen	Flußstahl	Aus einem Stück schmieden. Ausglühen wie unter 1	50	15	21	3	80		Flanschbefestigung s. Abb. 5 bis 8
Formstücke,chieber	Elektrostahlguß	Ausglühen der fertigen Stücke wie unter 1	45	13	24	3	80	P + S 0,05 vH P 0,03 „ S 0,03 „	P = Phosphor S = Schwefel
Formstücke	SM-Stahlguß	Ausglühen der fertigen Stücke wie unter 1	45	13	24	3	80	P + S 0,1 vH P 0,06 „ S 0,06 „	
Schieber	Bessemer-Stahlguß	Ausglühen der fertigen Stücke wie unter 1	45	13	24	3	80	P + S 0,15 vH P 0,08 „ S 0,08 „	
Schrauben	Nickelstahl mit 3 vH Ni	Ausglühen wie unter 1	50	22	21	4,40			Schraubenbolzen mit abgerundeten Übergängen
Wasserabscheider	Nickelstahl mit 3 vH Ni	Nahtlos geschmiedet mit gekümpelten Böden. Ausglühen der fertigen Stücke wie unter 1	45	13	24	2,35	80		ohne innere Einbauteile

vorliegenden Erfahrungen deuten darauf hin, daß Sorten mit hohen Streckgrenzen Änderungen des Grades am wenigsten unterworfen sind. Daraus ergibt sich das Bestreben, ein Material mit möglichst hoher Streckgrenze zu wählen, womit gleichzeitig die vorgegebene Sicherheit bei kleinster Wanddicke erreicht werden konnte.

Diese Forderungen werden nach Untersuchungen von Versuchsarten von Stahlsorten mit Nickelzusatz am ehesten erfüllt. Daneben stand harter Flußstahl mit einem Kohlenstoffgehalt und mindestens 12 kg/mm² Streckgrenze bei Betriebstemperatur zur Erörterung. Die Anforderungen an die Leitungen hätten aber bei Verwendung von Flußstahl das Zwei- bis Dreifache betragen; daher wurden Rohre aus hartem Flußstahl der oben genannten Herstellungsart gewählt. Die Gütevorschriften für diese Frischdampfleitungen gehen im einzelnen aus der Zahlentafel 1 hervor.

Die später angegebenen Versuchsergebnisse beweisen, daß die Entscheidung grundsätzlich richtig war und daß die alte Stahlsorte den Anforderungen genügt. Um bei der Alterung verschiedener Werkstoffe nach einigen Jahren Vergleiche zu ermöglichen, wurden auf Veranlassung der BEWAG einige Bogenstücke der Hauptdampfleitung aus Nickelstahl eingebaut.

Auch für die Flanschen der Rohrleitung wurde Flußstahl gewählt. Damit beim Arbeiten der Flansche die aufgezogenen Flanschen stets innig mit den Rohren verbunden bleiben, ist für sie ein härterer Stahl vorgeschrieben. Mit Rücksicht auf die auftretenden Beanspruchungen der Flanschringe wurde auch der Sicherheitsfaktor gegenüber dem der Rohre erhöht.

Als Baustoffe für die Gußstücke standen Elektro- und Siemens-Martin-Stahl zur Erörterung. Während die Festigkeitseigenschaften von Siemens-Martin-Stahl denen des Elektrostahtes bei neuen Gußstücken nichts nachgeben, sogar mit einer höheren Streckgrenze bei Betriebs-

temperatur gerechnet werden konnte, waren die Ansichten über den Einfluß des erhöhten Phosphor- und Schwefelgehaltes auf die Alterung geteilt. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß sich die BEWAG auch hier bereit fand, Pionierdienste zu leisten und Gußstücke aus beiden Arten von Werkstoffen zuzulassen. Ob die Art der Herstellung nennenswerten Einfluß auf die Alterungserscheinungen der Werkstoffe ausübt, muß die Betriebserfahrung zeigen.

Für die Schrauben der Flanschverbindungen wurde Stahl mit 3 vH Nickelzusatz gewählt. Mit Rücksicht auf die mögliche ungleichmäßige Beanspruchung der einzelnen Bolzen schien die Erhöhung des Sicherheitsfaktors auf 4,4 geboten. Auch für die wenigen vorhand-

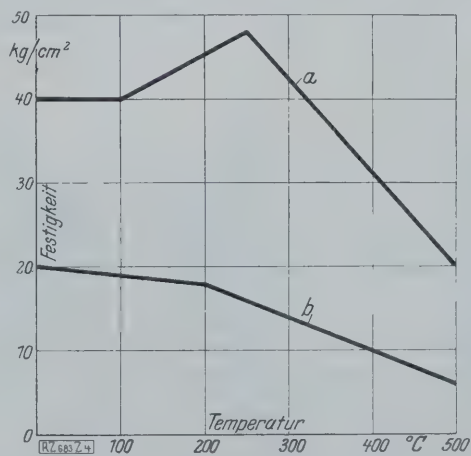


Abb. 4

Verlauf der Festigkeit von mittelhartem Flußstahl in Abhängigkeit von der Temperatur

a Bruchgrenze b Streckgrenze

Zahlentafel 2. Ergebnisse der Werkstoffprüfungen für Betriebsdruck 35 at bei 415 °C, h

Nr.	Werkstoff	Gegenstand	Zerreißversuche bei 15°C									
			Zugfestigkeit				Streckgrenze			Bleibende Dehnung		
			Anzahl der Proben	Mittelwert kg/mm²	Mindestwert kg/mm²	gefordert kg/mm²	Anzahl der Proben	Mittelwert kg/mm²	Mindestwert kg/mm²	Anzahl der Proben	Mittelwert vH	Mindestwert vH
1	Flußstahl	{ Rohre Faltenbogen Flanschen }	25	45,7	42,0	42,0	25	32,4	29,5	25	30,1	28,0
2	„		4	50,0	49,1	50,0	4	30,0	26,5	4	26,7	21,0
3	Elektro-Stahlguß	{ Formstücke Schieber }	41	48,8	44,6	45,0	41	25,7	21,6	41	24,9	20,0
			6	42,2	41,1	45,0	6	24,1	21,0	6	32,9	29,4
4	SM-Stahlguß	Formstücke	5	49,2	46,9	45,0	5	29,8	25,2	5	32,2	28,4
5	Bessemer-Stahlguß	Schieber	6	50,5	47,6	45,0	6	29,9	27,7	6	29,9	27,0
6	3 vH-Nickelstahl	Schrauben	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	„	Wasserabscheider	10	48,1	47,2	45,0	10	33,4	31,3	10	32,4	26,3

denen Wasserabscheider war die Rücksicht auf den Preis im Vergleich zu den Kosten der ganzen Frischdampfleitung unwesentlich, so daß auch hierfür eine besondere Art von Nickelstahl verwandt werden konnte. Wie für die Rohre, so wurde auch für alle Guß- und Schmiedestücke das Ausglühen der fertigen Teile vorgeschrieben, so daß praktisch mit Freiheit von innern Spannungen gerechnet werden kann.

Zum Vergleich mit den Gütevorschriften in Zahlentafel 1 sind in Zahlentafel 2 einige Ergebnisse der Werkstoff-Untersuchungen wiedergegeben. Wie ersichtlich, wurden die verlangten Festigkeitseigenschaften durchweg überschritten. Wo die Prüfungen bei den aus Elektrostahl hergestellten Gußstücken etwas geringere Werte ergaben, wurde die fehlende Zugfestigkeit durch geringere bleibende Dehnung zum Teil ausgeglichen. Allgemein bestätigt das Ergebnis der Werkstoffprüfungen, daß die aufgestellten Gütevorschriften durchaus erreichbare Forderungen darstellen.

Bauliche Merkmale der Frischdampfleitungen

Die Wandstärke der Rohre war durch den vorgeschriebenen Sicherheitsgrad von 2,35, bezogen auf die Streckgrenze bei Betriebstemperatur und durch die Festigkeit des Werkstoffs gegeben. Von dem vorliegenden Entwurf der Normen sollte insofern abgewichen werden, als die dort angegebenen Wandstärken Mindestwerte darstellen und nicht, entsprechend den Normen, Abweichungen bis zu — 10 vH gestatten sollten. Unter Berücksichtigung dieser Vorschrift zeigte sich, daß die gewählten Wandstärken mit den Normen praktisch übereinstimmen, vergl. Zahlentafel 3.

Die Ausbildung der Flanschbefestigungen war Gegenstand eingehender Prüfungen, als deren Ergebnis die in Abb. 5 bis 8 wiedergegebenen Ausführungen zum Einbau zugelassen wurden. Der aufgezo-

Zahlentafel 3 Wanddicken der Frischdampfleitungen für Großkraftwerk Klingenberg

Betriebsdruck 35 at bei 415 °C
Höchster zulässiger Betriebsdruck 37 at bei 425° C

Nr.	Nenn-durchmesser mm	Vorge-schriebener Mindestwert mm	Nach Normen-vorschlag mit ± 10 vH Toleranz mm
1	150	6	7
2	225	9	10
3	250	10	11
4	275	11	12
5	325	13	14

Flansch nach Abb. 5 (Allgemeine Rohrleitungs-Düsseldorf,) ist mittels einer doppelten Reihe vers Gewindebolzen auf dem Rohrende festgeschraubt, absolute Dichtheit zu erzielen, wurden die Gewinde außen verschweißt. Ebenso wurde der Kragen a beiden Enden mit dem Rohr stark verschweißt. Flanschverbindung nach Abb. 6 (A. Borsig, Berlin-T zeigt zwei Reihen gegeneinander versetzter Eindri gen und eine zusätzliche Verschweißung von Roh und Flanschkragen. Bei der Ausführung nach Abb. 7 und 8 (F.Seiffert & Co., A.-G., Berlin - Eberswalde,) wird das überstehen- de Rohrende aufge- staucht und mit dem Flansch verschweißt

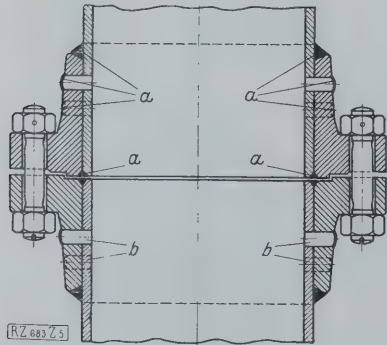


Abb. 5
Flanschverbindung für Frischdampfleitungen
(Allgem. Rohrleitungs-A.-G.)
a verschweißt b Gewindebolzen

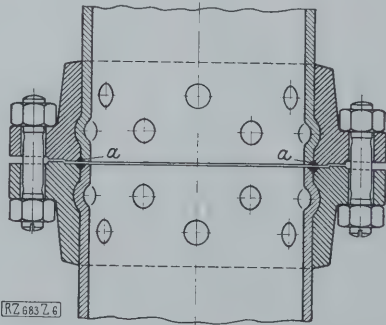


Abb. 6
Flanschverbindung für Frischdampfleitungen
(A. Borsig G.m.b.H.)
a Schweißung

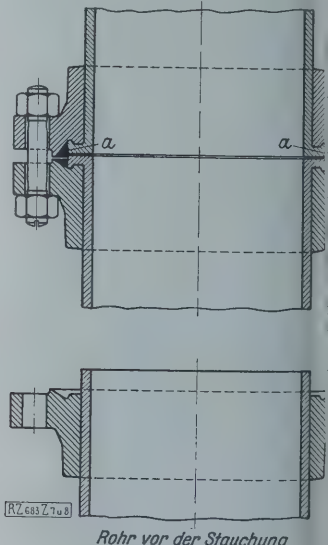


Abb. 7 und 8
Flanschverbindung für Frischdampfleitungen
(F. Seiffert & Co., A.-G.)
a Schweißung
Abb. 8. Rohr vor der Stauchung

Frischdampfleitungen des Großkraftwerkes Klingenberg
bei 37 at bei 425 °C

Zerreißversuche bei 400 °C									Chemische Zusammensetzung						Bemerkungen
Zugfestigkeit		Streckgrenze				Bleibende Dehnung			P + S		P		S		
Mittelwert	Mindestwert	Anzahl der Proben	Mittelwert	Mindestwert	gefordert	Anzahl der Proben	Mittelwert	Mindestwert	ermittelt	gefordert	ermittelt	gefordert	ermittelt	gefordert	
kg/mm²	kg/mm²		kg/mm²	kg/mm²	kg/mm²		vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH	
27,0	21,3	20	15,4	12,6	12,0	20	30,2	25,6	—	—	—	—	—	—	Formstücke (4 Proben) Schieber (6 Proben) entstammen verschiedenen Stahlwerken
48,4	46,9	4	18,2	16,3	15,0	4	26,8	21,4	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,045	0,05	0,015	0,03	0,03	0,03	
41,0	38,3	6	14,7	12,7	13,0	6	21,9	18,4	0,02	0,05	Spur	0,03	0,01	0,03	
41,7	38,5	5	17,7	16,4	13,0	5	34,7	25,7	0,063	0,10	0,036	0,06	0,027	0,06	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,14	0,15	0,07	0,08	0,07	0,08	
66,0	54,6	4	43,0	33,5	22,0	4	26,6	24,7	—	—	—	—	—	—	ermittelt bei 350 °C
38,7	36,8	5	18,8	17,0	13,0	5	42,7	38,4	—	—	—	—	—	—	ermittelt bei 425 °C

Die Wasserabscheider bestehen aus nahtlos miedeten Trommeln mit angekmpelten Böden. Die bisherigen Ausführungsarten üblichen inneren Teile kamen in Fortfall, da sie nicht ständig überlastet und infolge der hohen Beanspruchung schon nach kurzer Betriebszeit zerstört werden können. Abgesehen hiervon wird bei der hohen Überhitzung des Dampfes infolge Wasserabscheidung an den Kesseln bereits eine gnde Dampftrocknung erreicht; die Abscheider in der Leitung wurden nur aus Vorsorge für außergewöhnliche Vorkommnisse angeordnet.

Bei den Kompensatoren für die Frischdampfleitungen mußte glatten Rohrbogen und Faltenrohrbogen, je nach der Lage der Ausgleichstelle und der aufzunehmenden Längenänderungen, die größte Zuverlässigkeit gefordert werden. Sie haben aber gegenüber den Kompensatoren die Nachteile, daß sie mehr Platz brauchen und stärkeren Druckabfall hervorrufen. Da der Druckabfall die Wirtschaftlichkeit nicht unwesentlich fhrt, entschloß sich die BEWAG, neben Bogen- und Faltenrohr, die in der Hauptsache angewandt wurden, auch Kompensatoren einzubauen und den Erfahrungen des Auslandes bei der Entscheidung zu überlassen.

Als Absperrschieber für die Dampfleitungen wurden durchweg Parallelschieber mit zwangsläufiger Schließung der Abschlußdeckel verwendet, deren Innenteil schließen zunächst in den Dampfstrom geschoben wurde, ohne daß sich die Dichtflächen berühren. Hierbei tritt bereits eine starke Drosselung ein. Erst in der richtigen Lage des Innenteiles beginnen die Schieberteller gegen die Sitze hin zu spreizen und damit den Schieber vollständig zu schließen.

Alle weiteren Bauteile der Frischdampfleitungen zeichnen sich abgesehen von der Wahl der Baustoffe, keine wesentlichen Neuerungen.

Anlage der Rohrleitungen

Der Plan der Dampfleitungen, sowie die Querschnitte und die Führung der einzelnen Rohrstränge werden allgemein durch zwei Rücksichten bestimmt: durch die Wirtschaftlichkeit, die in dem zugelassenen Druckverlust zum Ausdruck kommt, und durch die Sicherheit für die Aufrechterhaltung des Betriebes bei Ausfall einzelner Abschnitte. Der zugelassene Druckabfall an den Kesseln bis zu den Turbinen bedeutet eine Möglichkeit des den Maschinen zur Verfügung stehenden Dampfdruckes und eine entsprechende Erhöhung des Dampfverbrauches.

Sieht man von dem Wärmeverlust der Frischdampfleitungen, der durch die Isolierung nahezu ausgeglichen werden kann, sowie von der unbedeutenden Vergrößerung der Kesselleistung ab, so ergibt sich der zulässige Druckverlust aus dem Vergleich der Brennstoffkosten für die Erzeugung der Dampfmenge und des Kapitalaufwandes für die Herabsetzung der Druckverluste. Die genaue Erfassung aller Größen, die das Endergebnis beeinflussen, geht den Rahmen dieser Veröffentlichung hinaus. Hier

sei nur grundsätzlich der Weg gezeigt, der auch beim Bau des Großkraftwerkes Klingenberg zur Bemessung der Frischdampfleitungen führte.

Während bei 16 at Betriebsdruck ein Druckabfall von 1 at einen Verlust von rd. 2,3 kcal/kg an Wärmegefälle bedeutet, beträgt er bei 35 at nur noch rd. 1 kcal/kg. Bezogen auf 250 kcal/kg nutzbares Wärmegefälle in den Turbinen bei 16 at und auf 280 kcal/kg bei 35 at, sowie bei Annahme eines thermodynamischen Wirkungsgrades der Maschinen von 80 vH folgt hieraus für je 1 at Druckverlust bei Vollast ein Mehrverbrauch von 1,1 bzw. 0,45 vH. Läßt man also für beide Anfangsdrcke verhältnismäßig den gleichen Mehrverbrauch zu, so rechtfertigt es sich, im Kraftwerk mit 35 at Anfangsdruck einen 2,5mal größeren Druckabfall zuzulassen, als in der 16 at-Anlage.

Genauere Rechnungen zeigen, daß dieser Wert zu hoch ist und daß es wirtschaftliche Vorteile bietet, den Druckverlust auf Kosten einer Verteuerung der Rohrleitung zu vermindern. Diese Rechnung setzt voraus, daß man die Steigerung des Verbrauches infolge des Druckabfalles nicht auf die höchste Belastung, sondern auf das Jahresmittel der Belastung bezieht, das sich mit dem Belastungsfaktor der Anlage ändert. Da der Druckabfall in den Rohrleitungen vom Quadrat der Belastung abhängt, so ist der Verlustfaktor des Druckabfalls verhältnismäßig kleiner als der Belastungsfaktor.

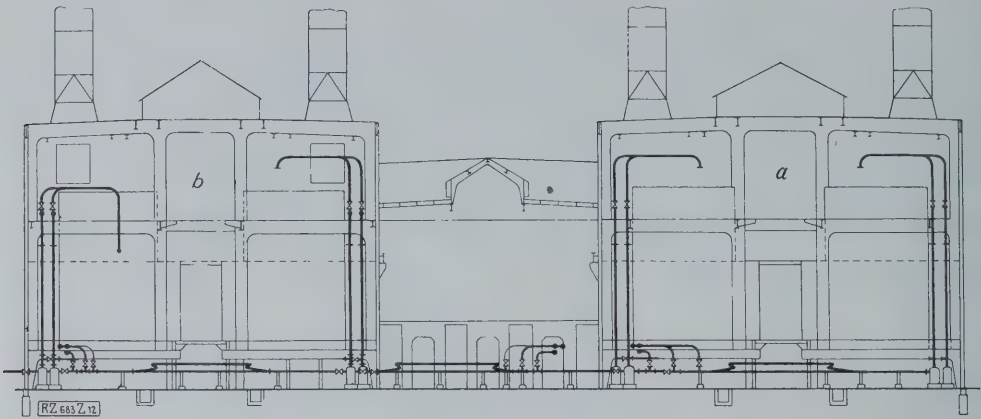
An der Hand der sogenannten „rangierten“ Belastungskurven von Trger²⁾ wurden folgende Verlustzahlen infolge des Druckabfalls in Frischdampfleitungen ermittelt:

Belastungsfaktor	Druckverlustfaktor
1,0	1,0
0,9	0,82
0,8	0,64
0,7	0,50
0,6	0,38
0,5	0,29
0,4	0,22
0,3	0,17

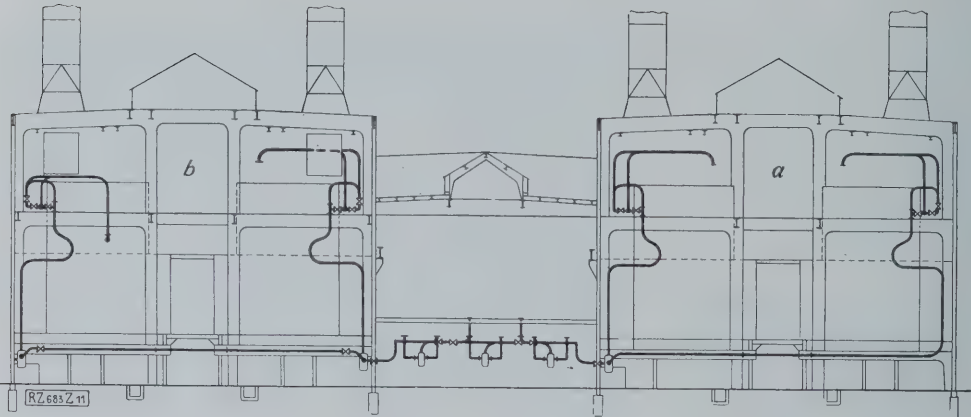
Beim Belastungsfaktor von 0,5 oder bei einer Verlustzahl von 0,29 infolge des Druckabfalls beträgt somit der mittlere Mehraufwand für je 1 at Druckabfall $0,45 \times 0,29 = 0,13$ vH des Vollastverbrauches. Für das Grkraftwerk Klingenberg bedeutet dies im ersten Ausbau etwa 30 000 M jährliche Mehrausgabe für Kohlen, die bei 15 vH Zinsen und Abschreibungen einen Mehraufwand von 200 000 M für die Frischdampfleitung rechtfertigen. Solange bei einem Mehraufwand von 200 000 M für die Frischdampfleitungen der Gewinn an Druckgefälle bei Vollast über 1 at beträgt, wird der Kapitaldienst durch die Ersparnis an Brennstoff gedeckt.

Bei der Wahl der endgültigen Abmessungen sind noch weitere Einflüsse zu berücksichtigen, z. B. die Erhöhung der Gewichte der Rohre, die den Ausbau und die Instand-

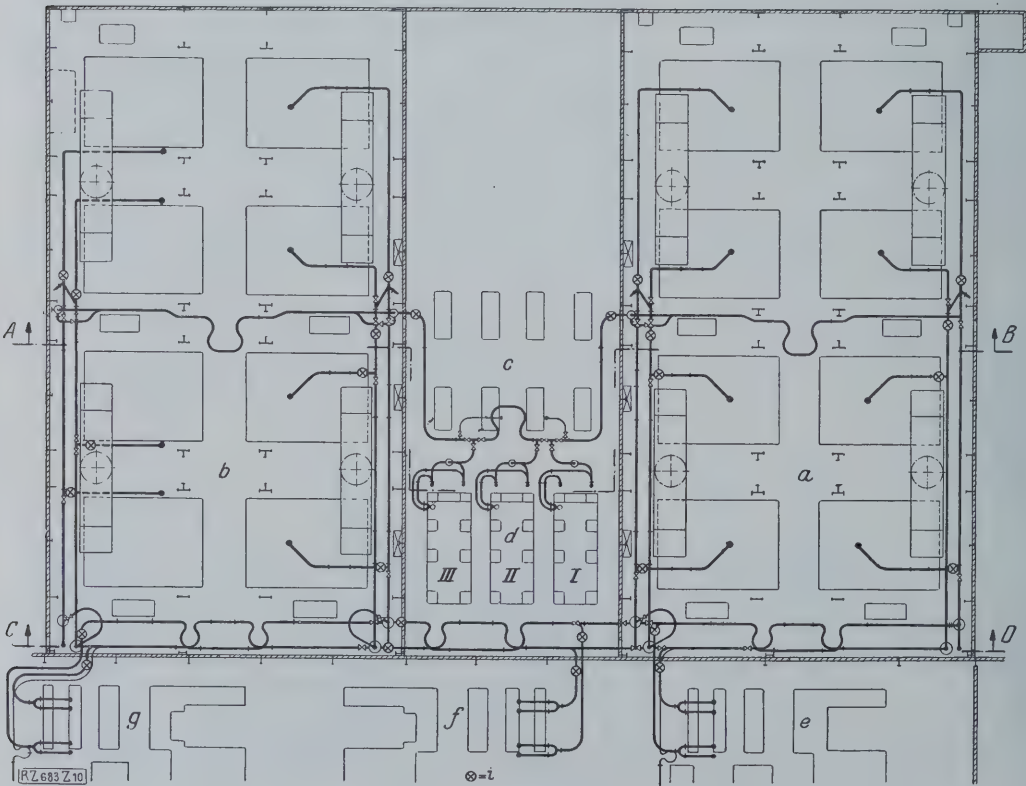
²⁾ Vergl. Klingenberg, Bau größer Elektrizitätswerke; 1924, S. 29.



Schnitt A-B



Schnitt C-D



Grundriß

Abb. 9 bis 11
Anordnung der Frischdampfleitungen
a Kesselhaus A b Kesselhaus B c Kesselspeispumpen
d Vorwärmerturbinen e bis g Hauptturbinen

haltung erschwert. vorübergehendem A eines Teils der Leit treten ferner gr Druckabsenkungen e je nach ihrer Häuf die wirtschaftliche rechnung beeinfl können. Die genaue mittlungen ergaben man für den vorlieg Bau bei Vollast und Betriebsbereitschaft Rohranlage 2 at nungsabfall wirtscha zulassen kann. I Druckabfall wurde d rechnung der Quers zugrunde gelegt.

Die Führung Rohrleitungen vom Standpunkt der triebssicherheit je dem besonderen Fall schieden zu bewerten wachsender Größe Kessel und Maschine rührt der Ausfall Teils der Anlage di triebssicherheit empf licher; um so wichtig es dann, die Leitung zu führen, daß die Dampfleitung im Roh Teilstörungen im Roh gewährleistet bleibt.

Unter diesem sichtspunkt wurde d Abb. 11 wiedergeg Plan gewählt, w zwei geschlossene Ri tungen den Dampf v vier Kesseln den E Sammelleitungen zu fu diese sind ebenfalls pelt verlegt und an Enden ringförmig z mengeschlossen. Vor Hauptsträngen führe den Turbinen Doppeler deren Querschnitte s messen sind, daß jede stande ist, bei Vollas Maschine die ge Dampfmenge zu fo Querverbindungen schen den Seitenstr der Kesselreihen un Kesselhäuser erleide den Ausgleich der lastungen. Sie vers zugleich die Vorwär binen und die Dampf nen der Kesselspeis pen.

Einzelheiten der ordnung der Kessel Sammelleitungen und Hauptdampfleitungen aus Abb. 9 bis 11 er lich. Die Hauptleit sind in den Kesselhä hinter den Kesseln halb der Hauptbedien bühnen angeordnet, s man ihre Absperrteil dort aus bedienen An den Stirnwänden

häuser zum Maschinenhaus hin sind die Frischdampfleitungen bis auf die Höhe des Maschinenhauses geführt und über Wasserabscheider an die längs des Maschinenhauses liegenden Hauptrohrstränge angeschlossen.

Die nicht unbedeutenden Gewichte der Einzelteile, insbesondere der Absperrschieber und der Wasserabscheider, erfordern dazu, bei der Führung der Leitungen auch auf die nötigen Ausbauten Rücksicht zu nehmen. Trotzdem konnten die Leitungen so verlegt werden, daß auf der ganzen Länge des Maschinenhauses der Durchgang zwischen den Kesselhäusern und dem Maschinenhauskeller frei bleibt. Störungen in den Frischdampfleitungen lassen sich durch Schnellschluß-Schieber eingrenzen. Jeder ist mittels eines solchen Schnellschluß-Schiebers mit einem elektrischen Antrieb in 30 s vom Frischdampfnetz abgesperrt. Die Betätigung erfolgt mittels Druckknopfes von den Bedientafeln und von den Nottreppen außerhalb der Kesselhäuser.

Die Gruppen-Schnellschluß-Schieber in den Hauptleitungen sind in den Abzweigungen zu den Turbinen Fallgewichte als Absperrvorrichtung zu verwenden. Diese sind mit der Hand zu betätigen. Gestänge und Magnetventile werden verwendet. Der Antrieb für die Magnete ist einer Batterie entnommen, die Schalter sind auf den Turbinen neben den Turbinen angebracht. Die Schließzeit der Schieber beträgt 30 s.

Die Kesselspeiseleitungen

Für die Kesselspeisungen gelten die allgemeinen grundsätzlichen Überlegungen für die Frischdampfleitungen. Sie sind sinngemäß auf

Vorschriften für Herstellung und Festigkeit der Kesselspeiseleitungen angewandt. Hierbei wurde, wie bei den Frischdampfleitungen, der Sicherheitsfaktor auf die Streckgrenze bei Betriebstemperatur bezogen, hier allerdings weniger von Bedeutung ist, da sich der Einfluß einer Temperatur von 140 bis 170° auf die Materialeigenschaften nicht wesentlich bemerkbar macht. Der Plan der Kesselspeiseleitungen ist in Abb. 12 wiedergegeben. Während die Leitungen so verlegt wurden, auch bei Ausfall einzelner Abschnitte die Speisung in allen Umständen gesichert bleibt, ergaben sich die Querschnitte aus den zulässigen Wassergeschwindigkeiten. Hier galt es, festzustellen, ob die bisher üblichen von rd. 2 m/s eingehalten werden müssen, oder ob eine Verringerung der Anlagekosten höhere Geschwindigkeiten zulässig war.

Bei der in Frage kommenden Förderhöhe der Speisungen von rd. 400 m spielte der Druckabfall in den Leitungen nur eine untergeordnete Rolle. Entscheidend für die Wahl der Geschwindigkeit war vielmehr die Druckbelastung bei plötzlichem Abschluß einer Leitung, wobei die erhebliche Kraft der vor der Absperrstelle in Bewegung befindlichen Wassermengen vernichtet werden muß.

Die Höhe dieses Druckanstieges hängt u. a. von der Dauer des Schließvorganges, vom Weg und von der Zeit des Schließens ab. Die Absperrteile sind daher so auszubilden, daß gegen Ende des Schließvorganges auf die Einheit des Hubes eine geringere Verminderung des Querschnitts erfolgt, das heißt im letzten Teil nur allmählich geschlossen

wird. Bei den Verhältnissen im Großkraftwerk Klingenberg ergab eine Schließzeit von rd. 10 s Drucksteigerungen in erträglichen Grenzen.

Weiter zeigte sich aber, daß dabei die Ausgangsgeschwindigkeit der Wasserförderung von untergeordneter Bedeutung ist. So wurde für ein bestimmtes Beispiel bei einer Schließzeit von 10 s eine größte Drucksteigerung von 20 at bei 2 m/s und von 20,3 at bei 4 m/s Wassergeschwindigkeit berechnet. Hinzu kommt, daß eine Speiseleitung in der Regel gerade dann schnell geschlossen werden soll, wenn eine Störung aufgetreten ist und die betriebsmäßige Wassergeschwindigkeit ohnehin weit überschritten ist. Damit wird die Begrenzung der Wassergeschwindigkeit oder der Drucksteigerung beim Schließvorgang durch die Wahl der Querschnitte unwirksam.

Diese Überlegungen führten zu dem Entschluß, zur Verminderung der Anlagekosten eine Wassergeschwindigkeit von 4 m/s zuzulassen. Dabei ergaben sich für das

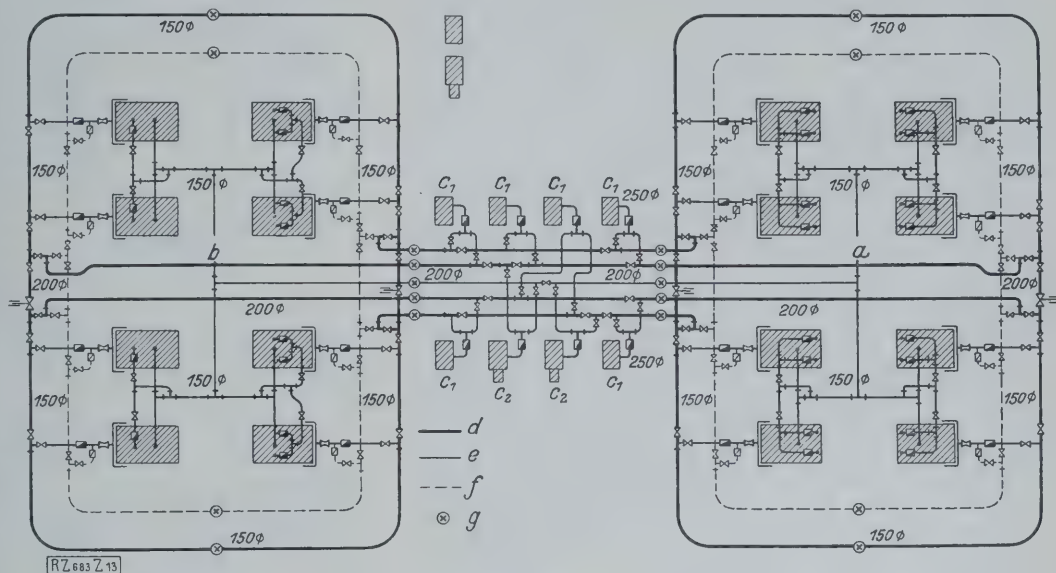


Abb. 12
 Plan der Kesselspeiseleitungen

a Kesselhaus A
 b Kesselhaus B
 c₁ Kesselspeisepumpen, elektrisch betrieben
 c₂ „ „ mit Dampftrieb

besonders gekennzeichnet
 d Hauptspeiseleitung
 e Notspeiseleitung
 f vorläufig nicht ausgeführt
 g ferngesteuerte Schnellschlußschieber

Großkraftwerk, unter Berücksichtigung des Umstandes, daß einzelne Teile der Leitung vorübergehend für die Kesselspeisung ausfallen, die in Abb. 12 angegebenen Querschnitte.

Die Führung der Leitungen entwickelt sich fast zwangsläufig aus der örtlichen Lage der Speisepumpen und der Kessel. Die acht Kesselspeisepumpen fördern in Doppelsammelleitungen, an die beiderseits die Ringleitungen der Kesselhäuser angeschlossen sind. Diese sind zunächst einfach mit Querverbindungen ausgeführt, jedoch so angeordnet, daß man sie später ohne Änderungen zu Doppelleitungen erweitern kann.

Ein zweites Rohrnetz, das als Notspeisung bezeichnet wurde und von den Pumpensätzen mit Dampfturbinen-Antrieb gespeist wird, ist als Kreuzleitung verlegt. Es dient vor allem dazu, bei Störungen in der Zuführung vorgewärmten Wassers eine Speisung mit kaltem Wasser zu ermöglichen, wofür mit Rücksicht auf eine Verdampfungsgefahr in den Pumpen und Saugleitungen getrennte Aggregate zur Verfügung stehen sollten. Um auch im Netz der Speiseleitungen Fehlerstellen schnell eingrenzen zu können, sind in den Hauptleitungen zu den beiden Kesselhäusern, sowie in den Ringleitungen elektrisch angetriebene Schnellschlußschieber mit Fernsteuerung eingebaut.

Kesselspeisepumpen

Gesetzlich ist allgemein vorgeschrieben, daß die Gesamtleistung der Speisepumpen das Vierfache der Dampferzeugung aller vorhandenen Kessel betragen soll. Für

das Großkraftwerk Klingenberg hätte sich hiernach infolge der begrenzten Leistung der Einzelpumpen eine verhältnismäßig große Anzahl von Pumpen ergeben. Da auch bei Zugrundelegung der dreifachen Dampferzeugung die Betriebssicherheit noch hinreichend gewährleistet erschien, ließen die zuständigen Behörden eine entsprechende Herabsetzung der Pumpenleistung zu. Die Gesamtleistung wurde auf acht Pumpen verteilt, wovon sechs Betriebspumpen von 6 kV-Synchronmotoren und zwei Reservepumpen von Dampfturbinen angetrieben werden. Jede Pumpe fördert 435 m³/h gegen 415 m bei 1500 Uml./min.

Infolge der flach verlaufenden Kennlinien ändern sich die Drücke in den Speiseleitungen bei schwankender Leistung in engen Grenzen. Um die Arbeitsweise der Wasserstandregler an den Kesseln durch Drosselarbeit nicht zu beeinträchtigen, wurden für den Druckausgleich zwischen den Kesseln und den Kesselspeisepumpen besondere Differenz-Druckregler eingebaut, die den Druck vor den Kesseln um ein gleichbleibendes Maß über dem Kesseldruck einstellen.

Die Pumpen sind für 140 bis höchstens 170 ° Wassertemperatur gebaut. Dabei müssen sie vorübergehend auch kaltes Wasser fördern können, ohne daß Laufräder und Dichtungen Schaden nehmen. Der Betrieb bei so hohen Temperaturen und so starken Temperaturwechseln stellte an die Stopfbüchsenpackungen hohe Anforderungen, die aber trotz anfänglicher Schwierigkeiten einwandfrei erfüllt wurden.

Der bei mehrstufigen Kreisläufen unvermeidliche axiale Schub nach der Saugseite hin ist durch hydraulische Entlastungen in den Druckstücken ausgeglichen. Mit Rücksicht auf den hohen Druck und die Wärmedehnungen beim Fördern von heißem Wasser sind die Pumpenkörper in Stahlguß ausgeführt. Die Wellen aus Siemens-Martin-Stahl sind so stark bemessen, daß ihre kritische Drehzahl oberhalb der Betriebsdrehzahl liegt. Sie sind innerhalb des Pumpenkörpers mit Bronzebüchsen verkleidet. Die Lager haben Ringschmierung und Wasserkühlung, wobei ihre Temperaturen unter 50 ° bleiben. Laufräder und Leitkränze sind aus Phosphorbronze, Gehäusebüchsen und Laufringe der Laufräder aus Kruppschem V2a-Stahl hergestellt.

Die der Stufenzahl entsprechend geteilten Gehäuse werden mit den Deckeln durch kräftige Ankerschrauben verbunden. Diese Ausführung ermöglicht, die Pumpenräder ohne Abbau der Rohrleitungen oder der Antriebsmaschinen auszubauen.

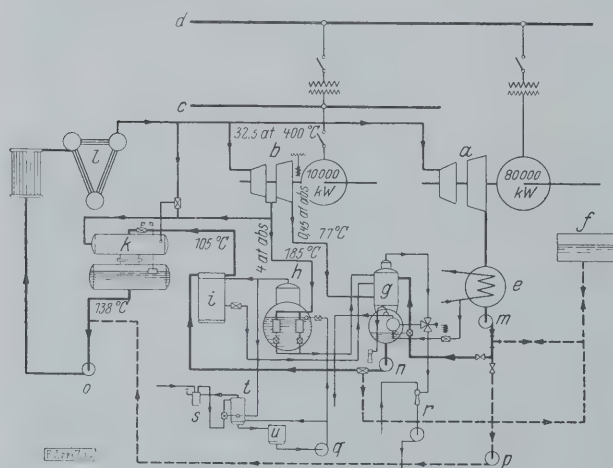


Abb. 13

Rohrplan und Arbeitsweise der Vorwärmung und Speisewasser-Aufbereitungsanlage

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| a Hauptturbine | l Kessel |
| b Vorwärmerturbine | m Kondensatpumpe |
| c Haussammelschiene | n Vorwärmpumpe |
| d Haussammelschiene | o Speisepumpe |
| e Kondensator | p Reservepumpe |
| f Ausgleichbehälter | q Verdampfer-Speisepumpe |
| g Abdampfwärmer (Entlüfter) | r Wasserstrahlapparat |
| h Verdampfer | s Entlüfter |
| i Bründenkondensator | t Vorwärmer des Zusatzwassers |
| k Anzapfdampfwärmer | u Filter |

Während die Entlastung der fünfstufigen Pumpen mit Motorantrieb als Kolben ausgebildet ist, haben die beiden siebenstufigen Pumpen mit Dampfturbinen-Entlastungsscheiben aus Phosphorbronze. Die zugehörigen Gegenseiben bestehen aus Kruppschem V2a.

Vorwärmung und Aufbereitung des Kesselspeisewassers

Theoretisch nimmt bei Vorwärmung des Speisewassers durch Anzapfdampf mit steigender Stufenzahl der Wärmewirkungsgrad zu. Die Zunahme nimmt mit der Vermehrung der Stufen verhältnismäßig ab und nähert sich schnell einem Grenzwert. Beträgt der wärmewirtschaftliche Gewinn der einstufigen Vorwärmung bei Vollast und Gegendruckregelung 100, so beträgt die zweistufige Vorwärmung als Gewinn rd. 125, die dreistufige rd. 137. Die durch weitere Erhöhung der Stufenzahl bedingte Verwicklung der Anlage, die den Betrieb erschwert, ferner der erforderliche Mehraufwand an Material rechtfertigen die geringen wirtschaftlichen Vorteile nicht.

Hinzu kommt, daß mit steigender Stufenzahl die geringste Ausnutzung eine höhere Vorwärmtemperatur bedingt, was die Ausnutzung der Kesselabgase erschwert, und den Druck in der Vorwärmanlage steigert; z. B. trägt die günstigste Vorwärmtemperatur bei zweistufiger Vorwärmung rd. 140 °, bei dreistufiger Vorwärmung bereits rd. 170 °. Die zugehörigen Sattdampfdrücke von 4,0 und 10,5 at abs zeigen, in welchem Maße die Anforderungen an die Festigkeit der Vorwärmer steigen.

Aus diesen Erwägungen erscheint es bei Gegendruckregelung angebracht, sich auf zweistufige Vorwärmung zu beschränken. Wird damit eine Verdampferanlage mit Zusatz-Speisewasser verbunden, so kann man durch Kondensation des Bründendampfes eine weitere Vorwärmung gewinnen.

Art der Vorwärmung

Hier kommen grundsätzlich zwei Arten der Vorwärmung in Frage, deren Vor- und Nachteile von Fall zu Fall gegeneinander abzuwägen sind: die offene Vorwärmung mit Mischbehältern und die geschlossene Vorwärmung mit Oberflächen-Vorwärmanlagen. Während man bei geschlossenen Vorwärmanlagen, wie Kondensatoren gebaut sind, Pumpen zwischen den Stufen entbehren und die Regelung der Durchflußmenge in der üblichen Weise den Speisewasser-Reglern überlassen kann, bieten die Mischvorwärmer keine sichere Gewähr für eine gute Entlüftung des Kondensates.

Die Betriebserfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß die sorgfältige Entlüftung des gesamten Kesselspeisewassers, des anfallenden Maschinenkondensates sowie des Zusatzwassers für die Erhaltung der Kessel von hoher Bedeutung ist. Bei Anlagen mit geschlossener Vorwärmung kann ferner wegen des Überdruckes in der Vorwärmanlage durch eine Leckstelle Kondensat in die Turbinen eindringen, wogegen man die Anlage schwer ganz zuverlässig schützen kann. Während bei Anwendung von Mischvorwärmanlagen das Kondensat nicht bis auf die Sattdampf Temperatur des Heizdampfes erwärmt werden kann, erfordert die Oberflächenvorwärmung ein bestimmtes Temperaturgefälle, so daß der Wärmewirkungsgrad geringer ist.

Obne daß über die Zweckmäßigkeit der beiden Vorwärmarten grundsätzlich entschieden werden sollte, wurde das Großkraftwerk Klingenberg die Verwendung einer zweistufigen Mischvorwärmung beschlossen. Zwischen den beiden Stufen ist für die Reinigung des Zusatzwassers eine Verdampferanlage gelegt, deren Heizdampf der ersten Anzapfstelle kommt. Außerdem ist vor der Verdampferanlage eine Permutitanlage geschaltet, worin das Rohwasser vorbehandelt wird.

Rohrplan und Arbeitsweise der Vorwärm-Anlage, die in gemeinsamer Arbeit mit den ausführenden Firmen (Atlaswerke, Bremen, und Bad. A.-G., Bochum) entstanden sind, zeigt Abb. 13. Hauptturbine und Vorwärmerturbine bilden gewissermaßen eine Einheit, wobei das Kondensat der Hauptturbine als Kesselspeisewasser für die Kondensation der Vorwärmerturbine dient.

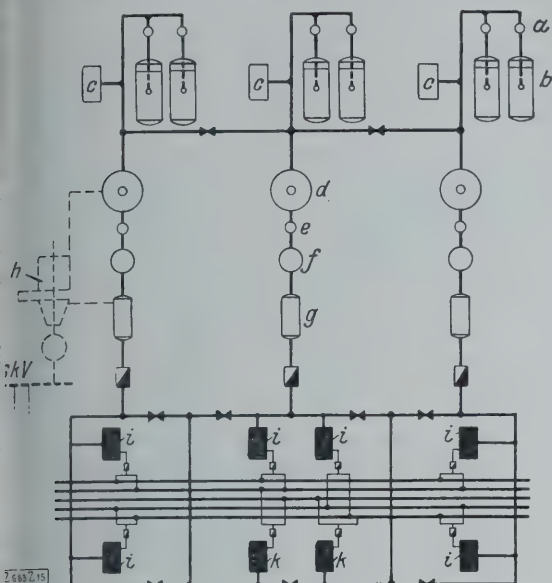


Abb. 14

Parallelbetrieb mehrerer Vorwärmanlagen

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| a Kondensatpumpe | f Brückenkondensator |
| b Kondensator | g Anzapfdampf-Vorwärmer |
| c Ausgleichbehälter | h Vorwärmerturbine |
| d Abdampfvorwärmer | i Elektrospaispumpe |
| e Vorwärmpumpe | k Dampfspaispumpe |

Das Kondensat der Hauptturbine wird von der Kondensatpumpe in den Abdampfvorwärmer gedrückt und mit dem Abdampf der Vorwärmerturbine von 0,45 at abs rd. 75° erwärmt. Zwischen Pumpe und Abdampfvorwärmer sind Ausgleichbehälter eingeschaltet, die die Schwankungen zwischen Kesselspeisung und Kondensatmenge aufnehmen. Das erwärmte Kondensat wird von der Vorwärmpumpe durch den als Oberflächenwärmer ausgebildeten Brückenkondensator in den Anzapfdampf-Vorwärmer gedrückt und hier mit Anzapfdampf von 4 at abs auf rd. 140° vorgewärmt.

Das Zusatzwasser wird ebenfalls durch Anzapfdampf erwärmt, wobei die Brüden durch das auf 75° ermittelte Maschinenkondensat niedergeschlagen werden. Das Kondensat, d. h. das Destillat aus dem Brückenkondensator und das Heizdampfkondensat des Verdampfers, werden dem Abdampfvorwärmer zugeführt und hier zusammen mit dem Maschinenkondensat entlüftet. Da das Kondensat im Abdampfvorwärmer bis nahe an die Sättigungstemperatur vorgewärmt wird, läßt sich durch Feinregelung des Wassers in dem unter Luftleere arbeitenden Vorwärmer eine wirksame Entgasung erreichen.

Um bei Störungen in der Vorwärmanlage die Kesselung unter allen Umständen sicherzustellen, ist eine Umgehungsleitung vorhanden, die das Turbinenkondensat unmittelbar den Kesselspeispumpen zuführt. Weiter ist an jedem Abdampfvorwärmer ein Hilfskondensator gebaut, der bei Ausfall des Kondensates der Hauptturbine selbsttätig das Niederschlagen des Abdampfes der Vorwärmerturbine übernimmt. Diese Einrichtung ist besonders wertvoll, weil sie bei Störungen der Hauptstromversorgung die Eigenversorgung des Kraftwerkes aus den Umgehungsleitungen der Vorwärmerturbine sichert.

Erwähnt sei, daß bei der gewählten Schaltung den Vorwärmern die Bedeutung von Kesselspeispumpen entfällt, da ihr Ausfall die Verbindung zwischen den Kondensatpumpen und den Speispumpen stört. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Arbeitsweise der Vorwärmern in der gleichen Weise wie die der Kondensat- und der Kesselspeispumpen zu sichern.

Regelung der Vorwärmung

Die gewählte Schaltung bedingt eine sorgfältige Ausbildung der Regelung, die allen möglichen Betriebsfällen angepaßt werden mußte. Da mehrere parallel arbeitende Anlagen vorhanden sind, umfaßte die Aufgabe

einmal die Tiefenregelung, d. h. die Regelung der in sich geschlossenen Vorwärmanlage, sowie die Seitenregelung, d. h. die Verteilung der Last auf die einzelnen Anlagen. Betrachtet man zunächst eine einzelne Anlage nach dem Plan in Abb. 13, so ergibt sich für die Regelung folgender Gedankengang:

Die Leistung der Hauptturbine ist durch die Belastung des Netzes bestimmt. Da das Kondensat der Hauptturbine auf eine gleichbleibende Temperatur vorgewärmt werden soll, so war die Vorwärmerturbine mit einer Druckregelung zu versehen, die als Anzapf-Gegendrucksteuerung ausgebildet wurde. Die Leistung der Vorwärmerturbine wird nur durch ihre Abdampf- und Anzapfdampfmenge bestimmt, die wiederum durch die Kondensatmenge der Hauptturbine gegeben ist.

Die Drehzahl der Vorwärmerturbine ist dabei zwangsläufig durch den Synchronismus des Netzes gehalten. Da die Kondensatmenge für die Leistung der Vorwärmerturbine maßgebend ist, so stehen die Leistungen der Haupt- und der Vorwärmerturbine stets in einem bestimmten Verhältnis zueinander.

Infolge der zweistufigen Mischvorwärmung erforderte die Kondensatförderung eine zweifache Regelung. Wie in Abb. 13 angedeutet, haben Abdampfvorwärmer und Anzapfdampf-Vorwärmer Schwimmerregler, die den Kondensatzufluß auf einen bestimmten Wasserstand drosseln. Die in jeden Behälter geförderte Kondensatmenge erleidet beim Fließen durch die Rieseleinbauten eine Verzögerung. Es war daher nötig, die Wasserräume der Abdampf- und Anzapfdampf-Vorwärmer als Speicherräume auszubilden. Da die Ausgleichbehälter unmittelbar hinter der Hauptturbine liegen, pflanzen sich Änderungen in der Speisewassermenge vom Kessel bis zum Abdampfvorwärmer rückwärts fort. Die dabei auftretenden Schwankungen im Kondensatdurchfluß werden durch die Wasserstandregler der Vorwärmanlage fast vollkommen abgedämpft. Dies wurde dadurch erreicht, daß diese Schwimmerregler zwischen den Förderungen null und Vollast Unterschiede im Wasserstand von rd. 0,5 m einstellen.

Geht man weiter auf den Parallelbetrieb mehrerer Vorwärmanlagen über, Abb. 14, so ergibt sich aus den vorstehenden Überlegungen folgende Arbeitsweise:

Die Kesselspeispumpen entnehmen den Anzapfdampf-Vorwärmern Wassermengen, die sich je nach den inneren Widerständen der Saugleitungen oder den Druckunterschieden der Anzapfdampf-Vorwärmer auf die einzelnen Anlagen verteilen. Entsprechend verteilt sich die Belastung auf die Vorwärmerturbinen nach den Wassermengen, die den einzelnen Vorwärmanlagen entnommen werden, unabhängig davon, ob sie mit der Belastung der zugehörigen Hauptturbine übereinstimmen.

Aus dieser Erkenntnis ergab sich die Notwendigkeit, zwischen die Behälter eine Verbindung zu legen, so daß bei Betrieb mehrerer Anlagen das feste Verhältnis zwischen den Leistungen von Haupt- und Vorwärmerturbine einer Gruppe gelöst wird. Es bleibt dann nur die Forderung, daß die Gesamtleistung der Vorwärmerturbinen zur Gesamtleistung der Hauptturbinen in bestimmtem Verhältnis steht.

Bleibt die Wassermenge, die durch die Vorwärmanlagen fließt, unregelt, so stellt sich die Belastung der einzelnen Vorwärmerturbinen unabhängig von der Belastung der zugehörigen Hauptturbinen nach den Leitungswiderständen ein; sie läßt sich aber auch durch Verändern dieser Widerstände, im vorliegenden Fall durch Drosseln hinter den Anzapfdampf-Vorwärmern, beliebig verteilen. Der Betrieb hat mithin auch die Verteilung der Last auf die Vorwärmerturbinen völlig in der Hand und kann, z. B. mit einer der Vorwärmmaschinen, getrennt auf das Netz der Hausversorgung fahren.

Die räumliche Anordnung der Vorwärm- und Verdampfer-Anlage und der zugehörigen Leitungen zeigen Abb. 15 und 16. Um die Überwachung des Betriebes dieser mehrstöckigen Anlage zu vereinfachen, werden die maßgeblichen Temperaturen und Mengen elektrisch auf eine Tafel in der Maschinenhalle der Vorwärmerturbinen und Kesselspeispumpen übertragen.

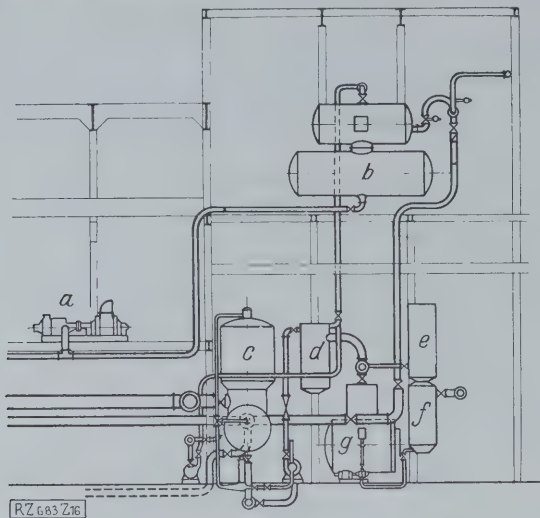


Abb. 15

Anordnung der Vorwärmanlage. Längsschnitt.
a Kesselspeisepumpe
b Anzapfdampf-Vorwärmer
c Abdampfvorwärmer
d Brüdenkondensator
e Vorwärmer des Zusatzwassers
f Filter
g Verdampfer

Hierdurch bleibt auch für die Bedienung und Überwachung der für den Betrieb wichtige Zusammenhang zwischen den Vorwärmerturbinen, der Aufbereitung und Vorwärmung des Kesselspeisewassers und der Kessel-speisung gewahrt.

Brandschutzeinrichtungen für die Maschinen

Für die Schutzeinrichtungen gegen Wicklungsbrände bei Kurzschluß oder sonstigen Störungen war einmal das Löschmittel und dann das Verfahren zu wählen, das die größte Wirksamkeit versprach. Als Löschmittel standen Frischdampf, Stickstoff und Kohlensäure zur Erörterung. Frischdampf sollte wegen des bei der Löschung möglichen Feuchtwerdens der Wicklungen ausscheiden; auch ließ sich die Dampfloschung kaum selbsttätig einrichten.

Da Stickstoff nicht flüssig bereitgestellt werden kann, hätte dieses Löschmittel selbst bei Zulassung sehr hoher Drücke große Behälter bedingt. Abgesehen hiervon bringt die hohe Spannung Schwierigkeiten in der Fortleitung des Gases mit sich. Infolgedessen dürfte Kohlensäure, die flüssig gelagert werden kann, und nach umfangreichen Versuchen keine schädlichen Einflüsse auf die Wicklungen der Maschinen ausübt, als das geeignetste Löschmittel angesehen werden.

Für das Großkraftwerk Klingenberg kam die Aufstellung von Sammelbehältern und die Fortleitung der Kohlensäure durch ein Netz von Rohrleitungen zu den einzelnen zu schützenden Maschinen in Frage. Hierfür standen grundsätzlich zwei Ausführungsarten zur Wahl: nach der einen wird die Kohlensäure in Rohren von gleichbleibendem Querschnitt flüssig bis zur Austrittsstelle geleitet, nach der andern verdampft sie bereits in der Rohrleitung und wird als Gas mit stetigem Druckgefälle der Verbrauchsstelle zugeführt.

Während bei der ersten Bauart die Kohlensäure die für die Expansion erforderliche Wärme der zu schützenden Maschine oder ihrer unmittelbaren Umgebung entzieht, nimmt sie bei der zweiten Bauart die Wärme zum größten Teil in den Rohrleitungen auf. Die gesamte Verdampfungswärme ist aber so gering, daß sie auf die Brandlöschung keinen Einfluß ausübt. Dagegen könnte die schnelle Verdampfung an den Maschinen zu Feuchtigkeitsniederschlägen an den Wicklungen führen.

Entscheidend für die Wahl der Bauart war ferner die Überlegung, daß bei abnehmendem Druck in den Rohrleitungen die Verteilanlage und die Absperrteile der Abzweige weniger beansprucht werden.

Die nach vorstehenden Gesichtspunkten durchgebildete Brandschutzanlage, Abb. 17, wurde von Walther & Co., Köln-Dellbrück, ausgeführt. In dem Löschaum

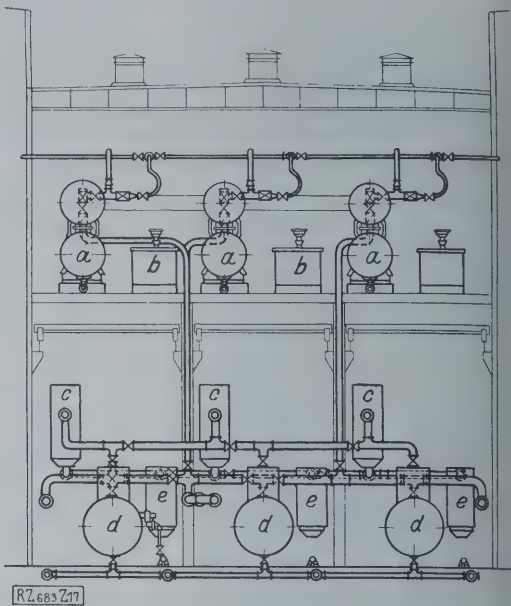


Abb. 16

Anordnung der Vorwärmanlage. Querschnitt.
a Anzapfvorwärmer
b Ausgleichbehälter
c Vorwärmer des Zusatzwassers
d Verdampfer
e Filter

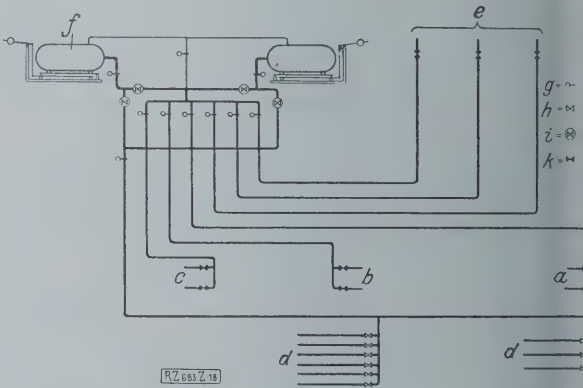


Abb. 17

Plan der Kohlensäure-Löscheinrichtung

a } zu den Hauptmaschinen
b }
c } zu den Transformatoren
d }
e } zu den Vorwärmer-Stromerzeugern
f CO₂-Behälter
g Ventilarten:
h Fernsteuerventile
i Standventil
j Umschaltventil
k Schutzventil

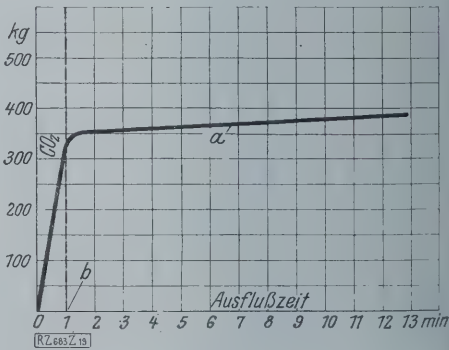


Abb. 18

CO₂-Löschvorgang

a CO₂-Menge
b Schließen des Hauptventils, Beginn des Nachblasens

sind zwei Kohlensäurekessel für je 550 kg aufgestellt, die über Ventile Leitungen zu den einzelnen Schutzstellen speisen. Dabei bildet einer der beiden Kessel eine st

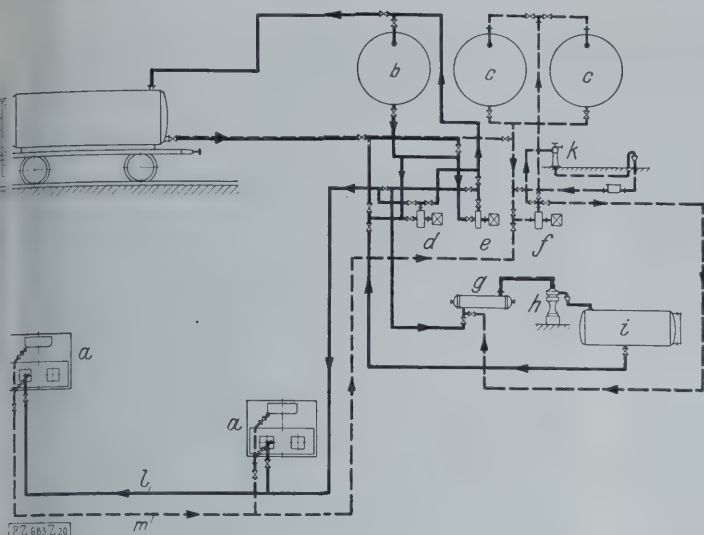


Abb. 19
Plan der Turbinenöhlhaltung

Turbinenölbehälter
Frischölbehälter
Schmutzölbehälter
Reinölpumpe
e Tankpumpe
f Schmutzölpumpe
g Gegenstromvorwärmer
h Oelschleuder
i Reinölbehälter
k Druckluftejektor
l Frischöl
m Schmutzöl

Reserve, da der Inhalt eines Behälters genügt, die schützenden Räume für eine Zeit von 20 bis 30 min d. 50 vH Kohlensäure gefüllt zu halten.

An die Hauptleitung sind die Luft-Rückkühlräume Haupt- und Vorwärm-Stromerzeuger und die Transformatorenzellen des Kraftwerks angeschlossen. Während die Brandschutzeinrichtung der Stromerzeuger, durch Druckknöpfe von verschiedenen Stellen des Kraftwerks aus, selbsttätig beim Ansprechen des Differentialschutzes ausgelöst wird, sind für das Einleiten Löschens der Transformatoren nur Druckknöpfe vorhanden. Das Löschen vollzieht sich bei den Stromerzeugern in zwei Stufen; während des ersten, bei weitem kürzeren Zeitabschnitts werden $\frac{2}{3}$ des Vorrates zu schützenden Räume zugeleitet; der Rest strömt in 20 bis 30 min, entsprechend der Auslaufzeit der Maschinen langsam ab und soll durch Deckung der Undichtigkeitsverluste zum völligen Ersticken etwa mender Teile dienen.

Diese Arbeitsweise ist notwendig, weil die glühend gewordene Metallteile sonst zum Beginn des Brandes Anlaß geben könnten. Das Umschalten der Anlage vom ersten zum zweiten Abschnitt erfolgt selbsttätig durch eine Wiegevorrichtung, auf der die Kohlen säurekessel aufgestellt sind und an der zugleich ständig den Behälterinhalt nachgesehen kann. Beim Ansprechen der Löscheinrichtung wird der Kohlensäure der volle Querschnitt der Rohrleitung freigegeben, nach Umschalten strömt der Rest durch eine Umgehungsleitung, deren Querschnitt festgelegten Ausflußzeit angepaßt ist. Das Ergebnis eines Versuches an der Anlage zeigt Abb. 18.

Öhlhaltung des Kraftwerkes

Die großen Ölmengen für die Maschinen, Transformatoren und Schaltanlagen und die Bedeutung der richtigen Behandlung und Reinigung dieser Öle zwangen dazu, eine besondere Anlage für die Aufbereitung des Öles

zu schaffen, wo die notwendigen Ölmengen vorrätig gehalten und vor dem Abfüllen in die Maschinen und Transformatoren getrocknet werden. Die Anlage dient auch dazu, die im Gebrauch befindlichen Ölmengen ständig zu reinigen. Mit Rücksicht auf die möglichen Auswirkungen eines Brandes wurde die Anlage abseits vom Hauptwerk am Lagergebäude errichtet. Von dort führt ein ausgedehntes Leitungsnetz zu den einzelnen Hauptverbrauchern.

Die Unterschiede in der Beschaffenheit und der Behandlung der Öle für Maschinen und für Transformatoren und Schalter verlangen eine völlige Trennung der Reinigungsanlagen und Leitungen. Abb. 19 zeigt die Anlage für die Behandlung des Turbinenöles. Getrennte Rohrleitungen für Reinöl und Schmutzöl führen von hier zu jeder der Haupt- und Vorwärm-turbinen. Für die Reinigung des Öles ist eine Schleuder aufgestellt, vor die ein Gegenstrom-Vorwärmer geschaltet ist. Um Vermischen oder Verschmutzen des gereinigten Öles zu vermeiden, wurden auch die Pumpen für Reinöl und für Schmutzöl getrennt. Die Schaltung ist so gewählt, daß das Öl auch während des Betriebes in langsamem Kreislauf gereinigt werden kann.

Abb. 20 zeigt den Plan der Anlage für das Transformatoröl, die nach den gleichen Gesichtspunkten aufgebaut ist. Während die Transformatoren der Haupt- und Vorwärm-Stromerzeuger durch Rein- und Schmutzölleitungen unmittelbar mit der Aufbereitungsanlage verbunden sind, hat man im 30 kV-Schaltheus mehrere Zapfstellen zum Füllen der Ölschalter angeordnet. Zum Reinigen des Öles dienen eine Filterpresse und ein Vakuum-Kochkessel. Da das gebrauchte Öl der Schalter in der Regel stärker verschmutzt ist als das Öl der Transformatoren, wurden für diese Ölsorten getrennte Behälter aufgestellt. Alle nicht im Betrieb befindlichen Leitungen können frei von Öl erhalten werden. [B 684]

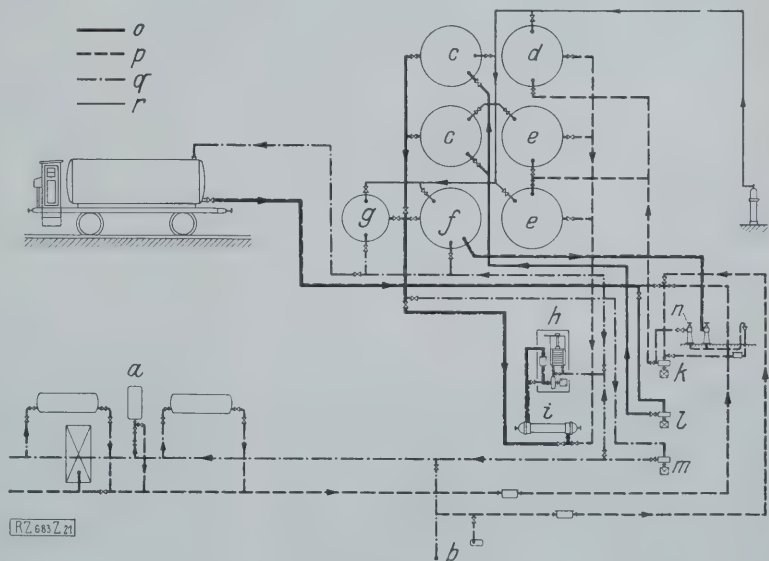


Abb. 20
Plan der Transformatoröhlhaltung

a Transformatorengruppe
b zum 30 kV-Schaltheus
c Frischölbehälter
d Behälter für Schalter-schmutzöl
e Behälter für Transformator-schmutzöl
f Vakuum-Kochkessel
g Behälter f. Schalterreinöl
h Filterpresse
i Vorwärmer
k Schmutzölpumpen
l Tankpumpe
m Reinölpumpe
n Druckluftejektoren
Art der Leitungen:
o Frischöl (vom Behälterwagen)
p Schmutzöl
q Reinöl, gefiltert und getrocknet
r Stickstoff

Die Stromerzeuger des Großkraftwerkes Klingenberg

Von Dr.-Ing. Pohl, Berlin.

Anordnung und Gestaltung der 44 000 kVA-Drehstromerzeuger für die Hauptturbinensätze und der 12 500 kVA-Stromerzeuger der Vorwärmerturbinen

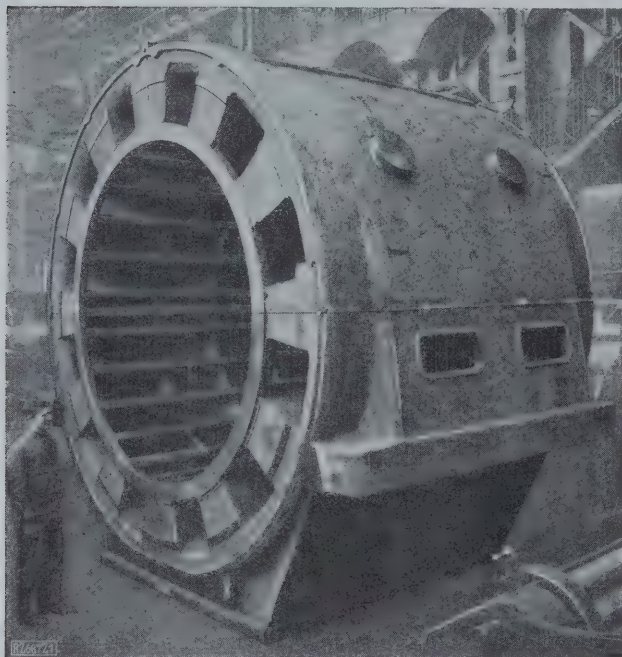


Abb. 1

Gußgehäuse eines 44 000 kVA-Stromerzeugers. Im Inneren Kammern für den Eintritt, die Verteilung und den Austritt der Kühlluft.

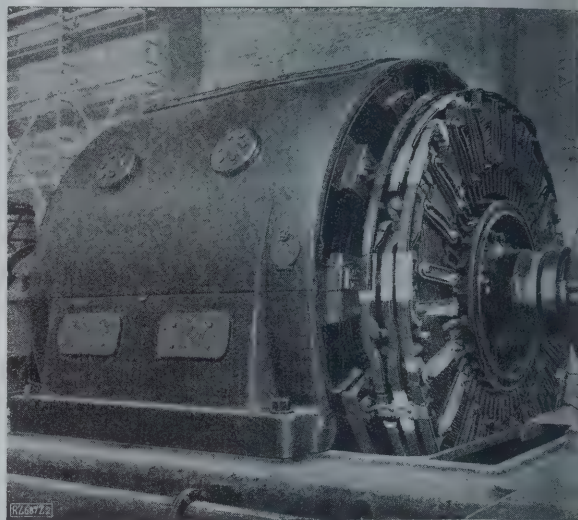


Abb. 2

Ruhender Anker eines 44 000 kVA-Stromerzeugers. Wicklungsköpfe mit Evolventenbügeln und Versteifungsstücken bei abgenommener Schutzkappe.

Hochfahren Fremderregung erhalten. Hierzu die Drehstrom-Gleichstrom-Umformer, die gleichzeitig Erregerreserve bilden.

Der Vorgang des Hochfahrens gestaltet sich trisch so, daß zunächst beide Stromerzeuger fremdregt werden, so daß beide Wellen vom Stillstand an Synchronismus bleiben. Nach Erreichen der v Drehzahl werden die Erregermaschinen mit der Fremderregung parallel und sodann wird die Fremderregung geschaltet, worauf die Erregerkreise beider Stromerzeuger voneinander getrennt arbeiten. Die zum Hochziehen Niederdruckteils von der Hochdruckseite gelieferte Ströme verlaufen über die beiden Transformatoren. doch ist auch die Möglichkeit vorgesehen, die 600 Schienen der beiden Seiten durch Trennstücke unmittelbar miteinander zu verbinden.

Die konstruktive Durchbildung der Stromerzeuger ist aus Abb. 1 bis 4 und aus Abb. 5 auf Tafel 10 zu sehen. Abb. 45, Textblatt 35, zeigt das Gesamtbild. Als schinen von 1500 Uml./min haben die Stromerzeuger ruhenden Anker eine vierpolige Wicklung; diese ist

Der Zweiwellenanordnung der Turbinen entsprechend sind für jeden Turbinensatz von 80 000 kW Leistung zwei Drehstromerzeuger von je 44 000 kVA bei 1500 Uml./min vorhanden. Ihre Spannung ist zwischen 6000 und 6600 V regelbar und wird durch je einen zugehörigen Transformator gleicher Leistung auf 30 000 V heraufgesetzt. Zwischen Stromerzeuger und Transformator, die als eine Einheit aufgefaßt werden, befinden sich keine Schaltorgane. Jeder Stromerzeuger ist mit einer zugehörigen Erregerdynamo von 220 V Betriebsspannung ausgerüstet, so daß auch bei kurzgeschlossenem Magnetregler jede Maschine getrennt regelbar ist. Da der Niederdruckteil der Turbine beim Anfahren zunächst nur ein geringes Drehmoment entwickelt, so haben die beiden Stromerzeuger einer Hauptturbine für das synchrone

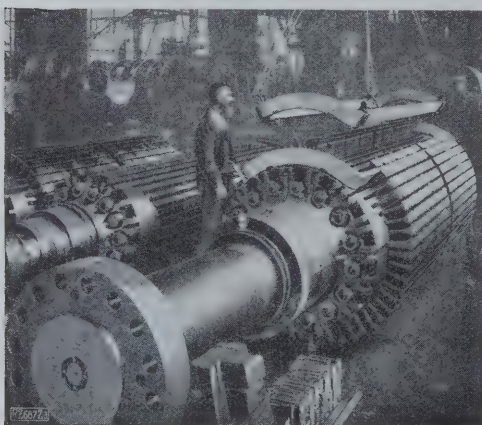


Abb. 3

Einlegen der fertig gewickelten Spulen in die Läufernuten; links Läufer ohne geblätterte Zähne.

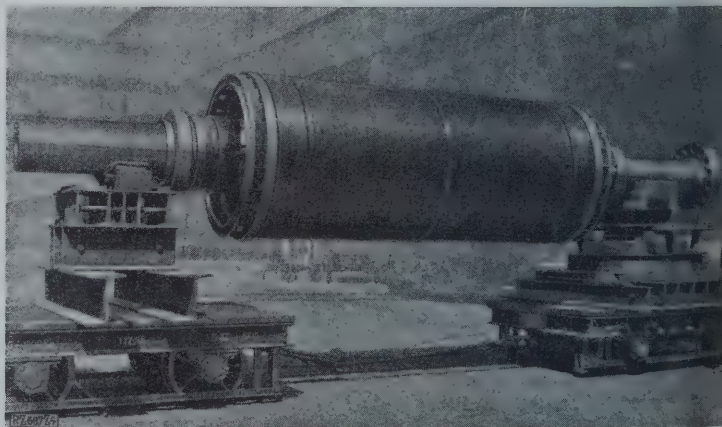


Abb. 4

Fertiger Läufer eines 44 000 kVA-Drehstromerzeugers

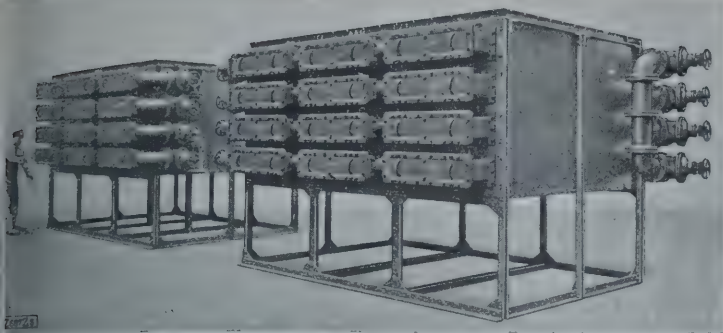


Abb. 5. Luftkühler für die 44 000 kVA-Stromerzeuger mit einzeln ausziehbaren Teilkühlern

abwicklung mit unterteilten und verschränkten
ern der AEG-Bauart und Evolventenbügeln ausge-
Eine große Zahl massiver Versteifungsstücke
hrleistet Kurzschlußsicherheit. Die Kühlluft tritt
rück durch mehrere axiale Kammern ein und kehrt
radialem Durchströmen der Schlitze im Blechkörper
Austrittsräumen zwischen den Kammern zurück, von
ie dem Kühler zuströmt.

Der Läufer (Magnetrad) hat eingesetzte geblätterte
ne und vor dem Einbau fertig gewickelte und hart
eßte Spulen, Abb. 3. Der Läuferkern besteht aus
Trommel mit beiderseits eingeschrumpften Wellen-
pfen. Die Schleifringe sitzen symmetrisch an bei-
Enden des Läufers, wobei auf gute Zugänglichkeit
nderer Wert gelegt ist, Abb. 4.

Die Erregermaschine ist nicht freitragend, sondern
zwei Lagern ausgeführt und mit der Hauptmaschinen-
e durch eine schwach elastische Zahnkupplung ver-
en, damit der Kommutator mechanisch möglichst
g läuft. Auch hier ist auf leichte Zugänglichkeit der
ten und Bürstenhalter geachtet worden.

Die Verlustwärme der Drehstromerzeuger wird nach
Kreislauf-Kühlverfahren abgeführt. Jede Maschine
zwei voneinander unabhängige Kühler, die die er-
nte Luft im Parallelstrom empfangen und ihre Tem-
peratur auf die festgesetzte Eintrittstemperatur herab-
en. Bei der Konstruktion ist auf leichte Reinigungs-
lichkeit und Auswechselbarkeit der Teilkühler be-
erer Wert gelegt, Abb. 5. Zum Kühlen benutzt man
nicht das Kondensat, sondern ausschließlich Kalt-

wasser; infolgedessen ergab sich ein ver-
einfachter Kühler und die Anzahl der über-
einander liegenden Kühlerglieder blieb auf
vier beschränkt. Auch nach Fortnahme
eines der Glieder zum Reinigen kann die
volle Maschinenleistung ohne unzulässige
Erwärmung aufrecht erhalten werden. Die
Ventilanordnung ist aus Abb. 5 ersichtlich
und wegen ihrer Einfachheit und leichten
Zugänglichkeit bemerkenswert.

Für die Temperaturüberwachung der
Drehstromerzeuger dienen Thermoelemente,
die in die Wicklung des Ankers eingebaut
sind, sowie ein in der Magnetradwicklung
vorhandenes, auf der Widerstandzunahme
der Magnetwicklung beruhendes Meßgerät.
Ferner werden auch an der Überwachungs-
tafel des Kühlers die Warmluft- und die

Kaltlufttemperaturen sowie die Temperatur des Kühl-
wassers angezeigt.

Zu jedem 80 000 kW-Turbinensatz gehört eine
10 000 kW-Vorwärmerturbine, die mit einem Drehstrom-
erzeuger dieser Leistung für 3000 Uml./min bei $\cos \varphi =$
0,8, d. h. für 12 500 kVA, gekuppelt ist. Abb. 6 und 7 zeigen
die Ausbildung dieser Maschinen mit leicht abnehmbarem
Blechmantel und liegend angeordnetem Erregeranker.
Auch diese Stromerzeuger sind mit Kreislaufkühlung
und Luftkühlern der gleichen Bauart, wie in Abb. 5,
ausgestattet. [B 687]

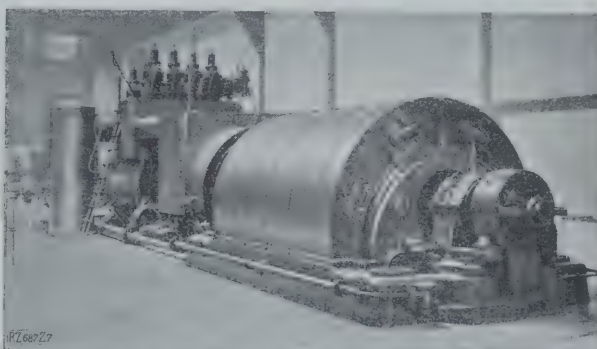


Abb. 7
Drehstromerzeuger für 12 500 kVA

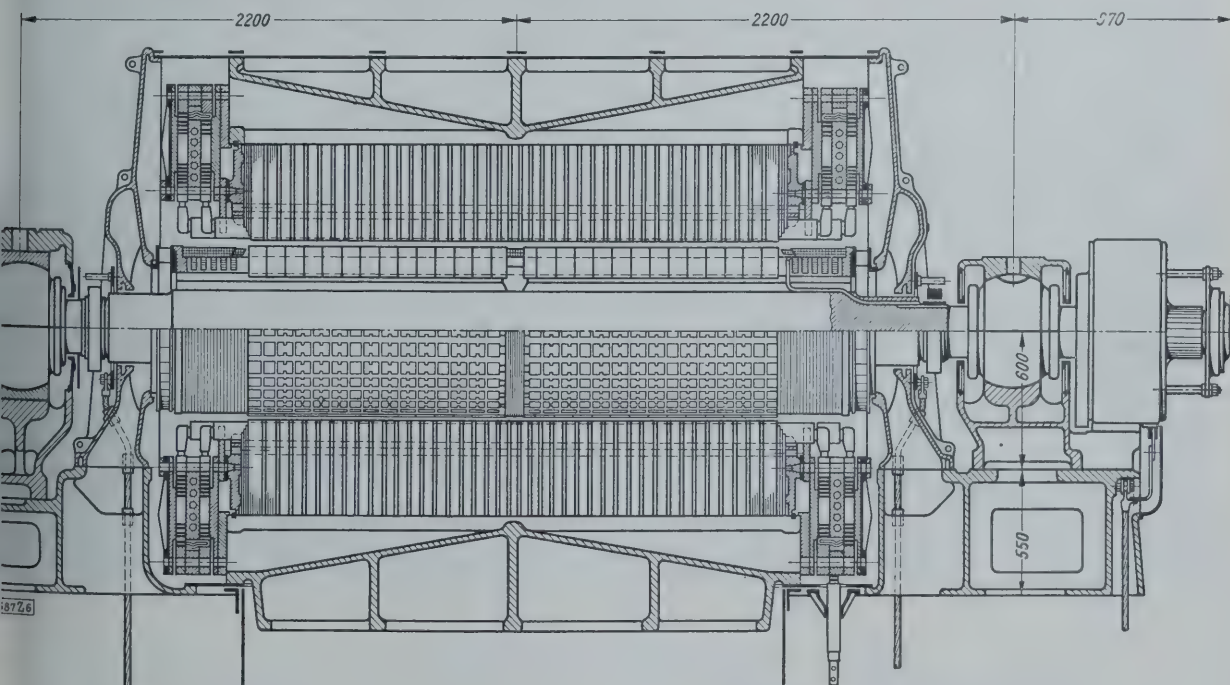


Abb. 6. Drehstromerzeuger für 12 500 kVA bei 3000 Uml./min, gekuppelt mit der Vorwärmerturbine

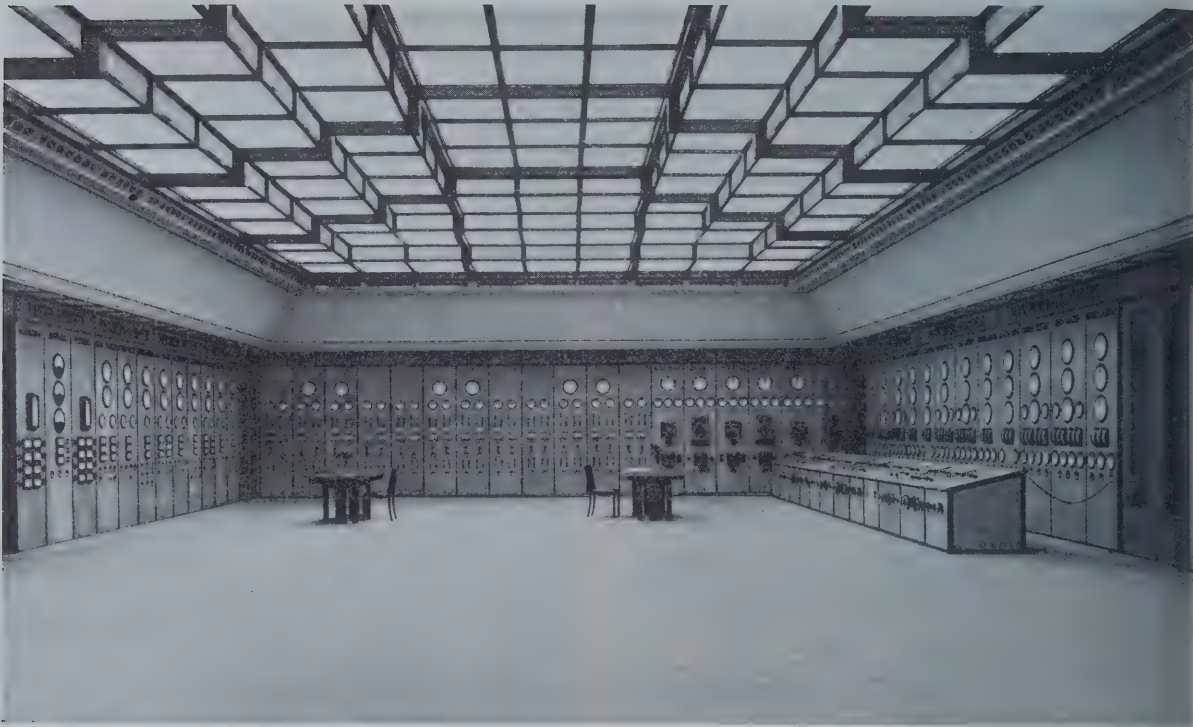


Abb. 10
Die Warte

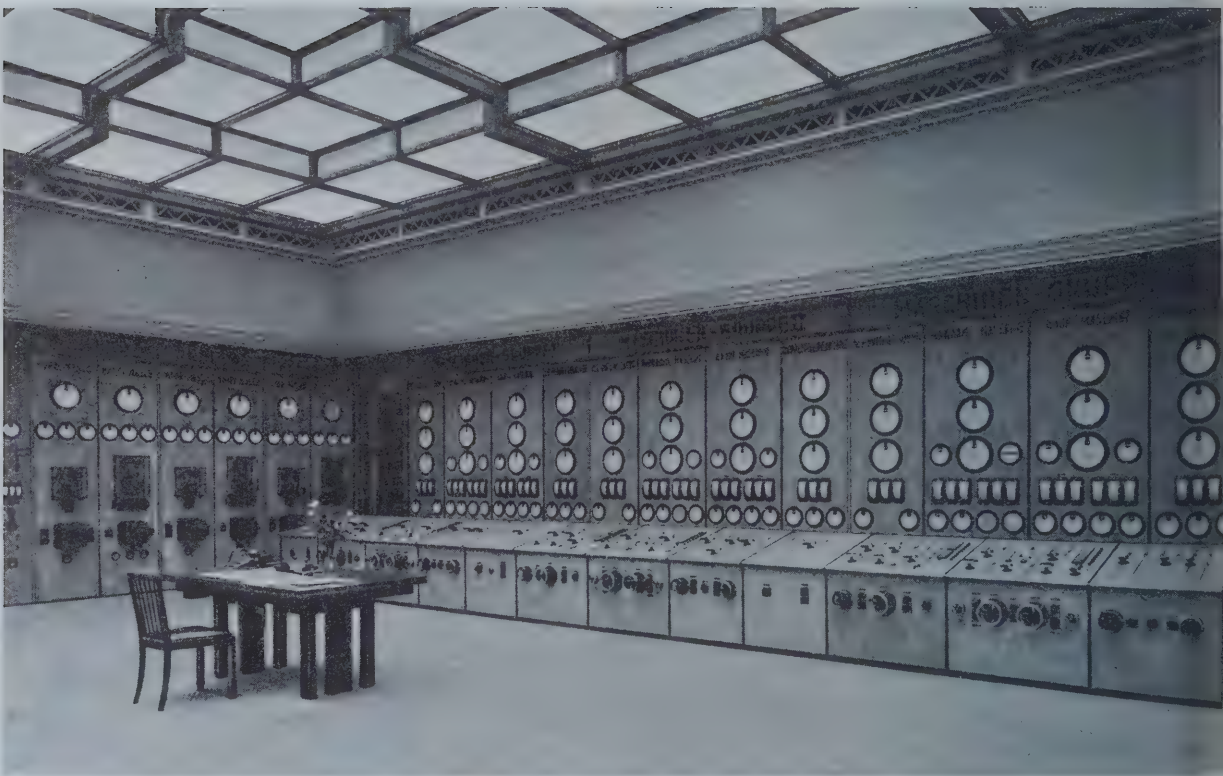


Abb. 11
Tafeln für die drei Maschinengruppen des ersten Ausbaues
in der Warte nebst Schaltpulten

Der elektrische Teil des Großkraftwerkes „Klingenberg“

Von H. Probst, Berlin

(Hierzu Textblätter 37 und 38)

Gesamtanordnung der Schaltanlagen — 30 kV-Schaltanlage — Die Warte — 6 kV-Schaltanlage für Eigenbedarf — Gleichstromanlage — Schutzvorrichtungen

Gesamtanordnung der Schaltanlagen

Die große elektrische Energiemenge, die im Großkraftwerk Klingenberg mit einer Spannung von 6 kV erzeugt und mit 30 kV durch unterirdisch gelegte Drehstromkabel in das Netz der Stadt Berlin geleitet wird, erfordert naturgemäß schon im Kraftwerk selbst die Verlegung zahlreicher elektrischer

Starkstromleitungen. Beim Entwurf der elektrischen Schalteinrichtungen haben wir daher von vornherein danach gestrebt, die Starkstromleitungen nicht allein übersichtlich und betriebssicher zu verlegen, sondern auch den kürzesten Weg dafür zu finden. Dieses Ziel wird im allgemeinen am besten erreicht, wenn die Schalteinrichtungen an der Längsseite des Maschinen-

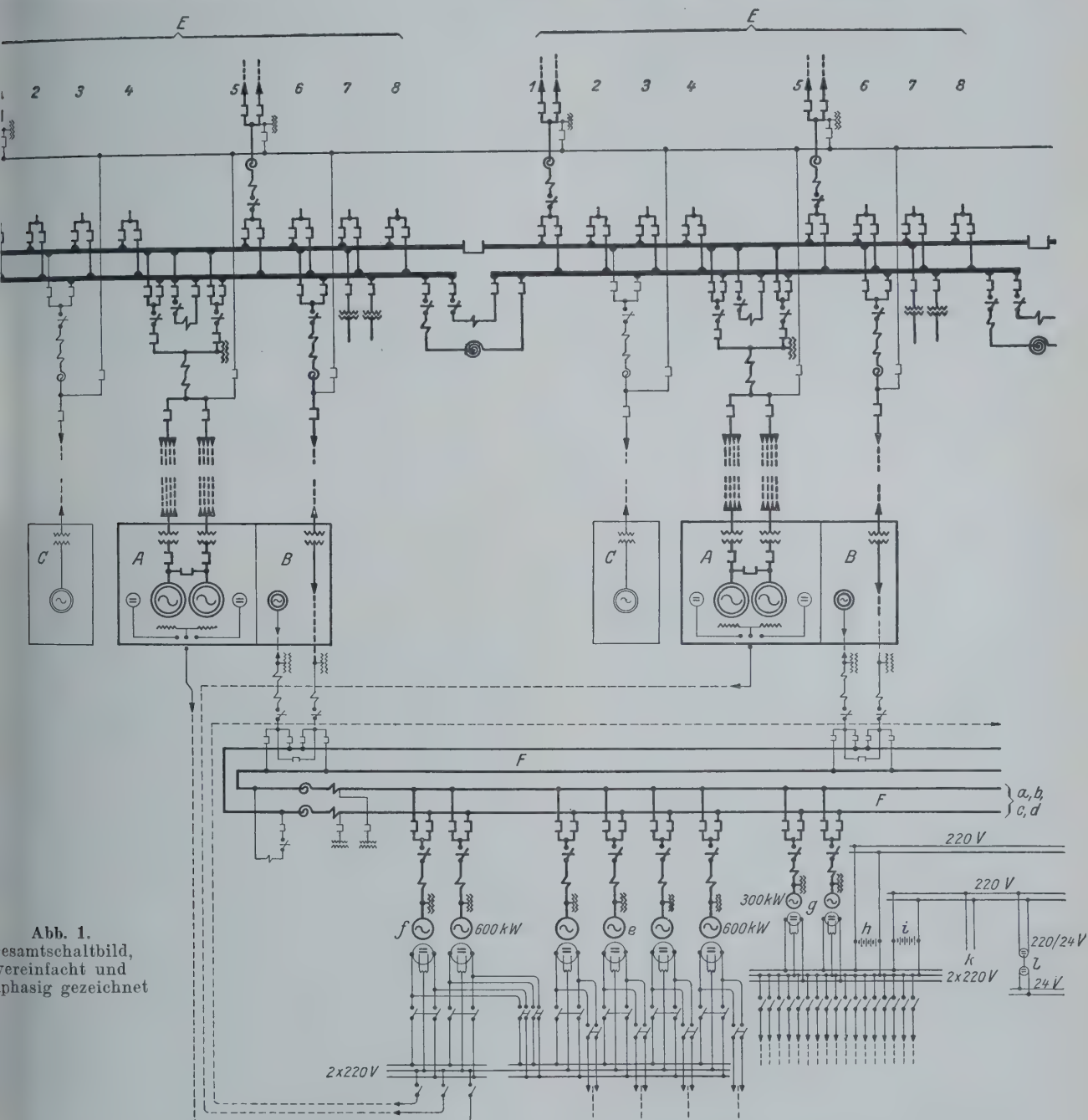


Abb. 1.
Gesamtschaltbild,
vereinfacht und
phasig gezeichnet

Von den drei Hauptmaschinengruppen sind nur zwei angedeutet; die umfangreichen Abzweige für die Speisung der Kühlwasserpumpen (a), Speisewasserpumpen (b), Transformatoren für 6000/380 V (c) und nach dem Kraftwerk Alt-Rummelsburg (d) sind fortgelassen.

- A Hauptmaschine 88 000 kVA
- B Vorwärmaschine 12 500 kVA
- C Maschine Alt-Rummelsburg 20 000 kVA
- D Doppelsammelschienen 30 kV
- E 30 kV-Kabelgruppen
- F Doppelsammelschienen 6 kV für Eigenbedarf

- a 6 Abzweige für Kühlwasserpumpen
- b 6 " " Speisewasserpumpen
- c 2 " " Transformatoren 6000/380 V
- d 2 " " Alt-Rummelsburg
- e Umformer für Kraftbedarf

- f Umformer für Hilfserrregung und Kraftreserve
- g " " Lichtbedarf
- h Lichtbatterie
- i Betätigungsbatterie
- k Abzweige für Betätigung der Schaltgeräte
- l Umformer für Signalstrom

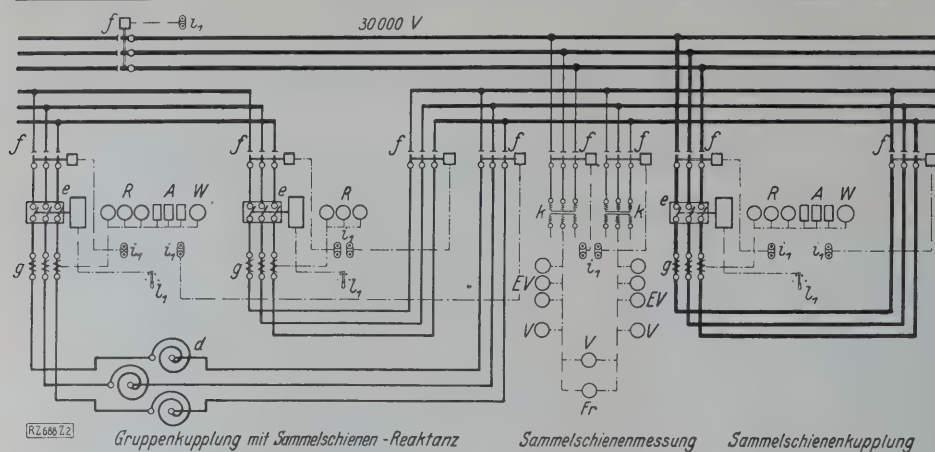


Abb. 2. Kupplung der Sammelschienen

Die Zeichenerklärung s. Abb. 24 auf S. 1899

hauses untergebracht sind. Dies ließ sich aber erst durchführen, als die Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A.-G. das an der andern Seite der Köpenicker Chaussee gelegene Spreegrundstück, das ursprünglich nicht bebaut werden sollte, später doch noch käuflich erwerben konnte. Durch diesen Kauf war es möglich, das 30 kV-Schalthaus parallel dem Maschinenhaus, und zwar auf der andern Seite der Köpenicker Chaussee, zu errichten (vergl. den Lageplan auf S. 1831). In dem auf der einen Längsseite von der Köpenicker Chaussee begrenzten Maschinenhaus reichte der Platz nur dazu aus, die Haupttransformatoren unterzubringen, die auf der 6 kV-Seite durch blanke Kupferschienen mit den Stromerzeugern unmittelbar verbunden wurden.

Für die 30 kV-Schaltanlagen kam nur ein mehrstöckiger Aufbau in Frage, weil bei dem Verkauf des Spreegrundstückes gefordert worden war, das Schalthaus so schmal wie möglich auszuführen. Damit man nun von den Straßenarbeiten vollständig unabhängig war, wurden die von den Haupttransformatoren zum Schalthaus führenden 30 kV-Kabel in gemauerten und begehbaren Kanälen unterhalb der Straße verlegt.

Beim Aufbau der Hochspannungsanlage wurde die von der Bewag gegebene Vorschrift berücksichtigt, nach der zu vermeiden war, daß das Betriebspersonal zur Überwachung eines Ölschalters hinter einem andern unter Spannung stehenden Ölschalter entlanggehen muß. Diese Forderung ließ sich bei den von der AEG vorgeschlagenen Ausführungsarten der Hochspannungsschaltanlagen zwanglos erfüllen. Eine weitere Forderung der Bewag bestand darin, daß im 30 kV-Schalthaus zwei Drehstromkabel an einen Kabelölschalter angeschlossen werden sollten. Die Anzahl der Ölschalterzellen verringerte sich dadurch auf die Hälfte, und die Leistung des Abzweiges stieg von 7500 auf 15 000 kVA.

Die für den Eigenbedarf des Kraftwerkes erforderliche 6 kV-Schaltanlage, die Gleichstrom-Schaltanlage für die Drehstrom-Gleichstrom-Umformer und die Kommandoanlage, die „Warte“, brachte man in Räumen unter, die unmittelbar an der Längsseite des Maschinenhauses liegen. Auf der Nordostseite der Köpenicker Chaussee stehen demnach die 30 kV-Haupttransformatoren und die gesamte Schaltanlage, die für den Eigenbedarf erforderlich ist, auf der andern Seite der Straße das 30 kV-Schalthaus, von dem aus durch Drehstromkabel der im Großkraftwerk und im Kraftwerk Alt-Rummelsburg erzeugte Strom in das 30 kV-Netz der Stadt weitergeleitet wird.

Die 30 kV-Schaltanlage

des ersten Ausbaues ist entsprechend dem einphasig gezeichneten Schaltbild, Abb. 1, in drei Abschnitte zerlegt, die über Ölschalter und Reaktanzspulen (Drosselspulen) miteinander verbunden werden können, Abb. 2. In jedem Abschnitt arbeitet eine Maschinengruppe, bestehend aus

- einem Hauptmaschinensatz von 88 000 kVA,
- einer Vorwärmemaschine von 12 500 kVA, und
- einer Maschine von 20 000 kVA.

Die letztgenannte Maschine steht im alten Kraftwerk Friesenmühlburg und soll ebenfalls an der Warte des Großkraftwerkes Klingenberg ausgetauscht werden. Auf die drei Sammelbuschensabschnitte sind demnach je drei Maschinen mit rd. 120 000 kVA Gesamtleistung geschaltet.

Die beiden Stromerzeuger eines Hauptmaschinensatzes sind unmittelbar mit je einem Transformator von 44 000 kVA durch blanke Kupferschienen verbunden, die unterhalb des Maschinenhauses in einem begehbaren Raum liegen. Einige in den Kupferschienen vorgesehene Trennstellen

gestatten die Verbindung der beiden Stromerzeuger mit nur einem Transformator. Sollte also einmal einer der beiden Transformatoren eines Hauptmaschinensatzes schadhaft werden, so besteht die Möglichkeit, die Maschine über den andern Transformator, also mit halber Last, weiterarbeiten zu lassen.

Die sechs 44 000 kVA-Drehstrom-Transformatoren von 6/30 kV für die drei Hauptmaschinen sind nach der von der AEG eingeführten Fünfscheibenbauart ausgeführt. Die Wicklung ist doppelt konzentrisch angeordnet, derart, daß die Unterspannungswicklung zwischen zwei in Reihe geschalteten Oberspannungsspulen liegt. Bei dieser Anordnung konnte man auch die Oberspannung die bei diesen Transformatoren zu benutzte Wendelwicklung anwenden, weil nur durch die Anordnung die erforderliche Windungszahl innerhalb axialen Spulenhöhe unterzubringen war.

Die neue Wicklung hat Ähnlichkeit mit einer Scheibenwicklung, jedoch mit dem Unterschiede, daß die radial übereinander liegenden Flachdrähte parallel geschaltet sind; dabei bildet jede Scheibenspule eine Windung, und die ganze Spule gleicht einer Schraubenlinie mit eben vielen Gängen, wie Windungen vorhanden sind. Um zu vermeiden, daß die einzelnen parallelen Drähte in verschiedenen Streufeldern liegen und deshalb ungleiche Stromverteilung und zusätzliche Verluste auftreten, wurde die Wicklung in geeigneter Weise verschränkt.

Die Wicklung wurde in Dreieck-Stern-Schaltung ausgeführt, und es ergaben sich hierbei sehr günstige Verhältnisse. Die Unterspannungsspule erhielt 88 Windungen aus acht parallelen Drähten, die beiden Oberspannungsspulen je 127 Windungen mit sechs parallelen Drähten. Abb. 3 zeigt den Eisenkörper mit zwei inneren Oberspannungsspulen, Abb. 4 den fertigen Transformator ohne Ölkasten mit den außenliegenden Oberspannungsspulen.

Der Ölkasten ist ohne die überstehenden Armaturen rd. 5340 mm lang, 1690 mm breit und 3350 mm hoch. Das Gewicht des Transformators einschließlich Ölfüllung beträgt rd. 75 t, davon entfallen auf den Transformator ohne Ölkasten gemäß Abb. 4 rd. 48 t, auf den Kasten und auf das Öl 15 t. Zum Kühlen der Transformatoren dient umlaufendes, mit Wasser gekühltes Öl.

Auf der 30 kV-Seite werden die beiden Transformatoren eines Hauptmaschinensatzes parallel geschaltet, sie arbeiten dann als eine Einheit über zwei Ölschalter auf die 30 kV-Doppelsammelschienen. Der eine dieser Ölschalter dient nur als Aushilfe, damit vermieden wird, daß wegen der Nachprüfung eines Ölschalters der große Maschinensatz stillgesetzt werden muß. Die Transformatoren sind mit den im 30 kV-Schalthaus stehenden Ölschaltern durch Einphasenkabel verbunden, die, wie erwähnt, unterhalb der Köpenicker Chaussee in einem begehbaren Kanal liegen.

Das 30 kV-Schalthaus¹⁾ hat außer dem Keller vier übereinanderliegende Räume. Im Erdgeschoß befinden sich die Kabeltrennschalter und Stromwandler, die die beiden Kabel einer Kabelzelle erforderlich sind.

¹⁾ s. Tafel 7, VII.

Probst: Der elektrische Teil des
Großkraftwerkes Klingenberg

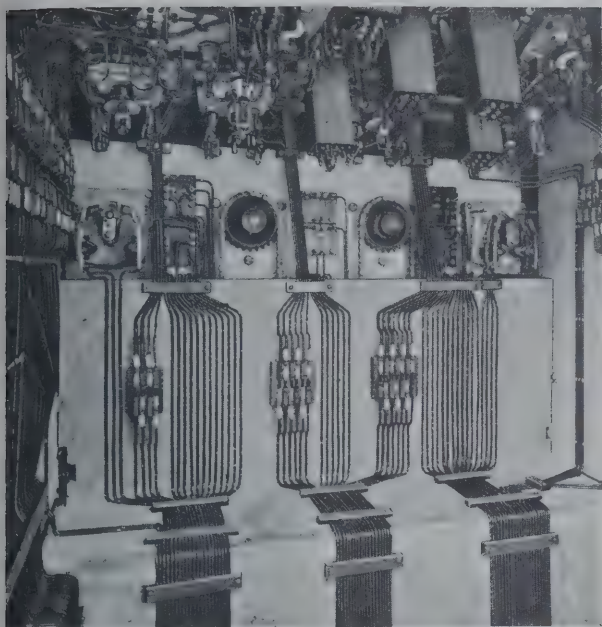


Abb. 13
Das Innere eines Schaltpultes

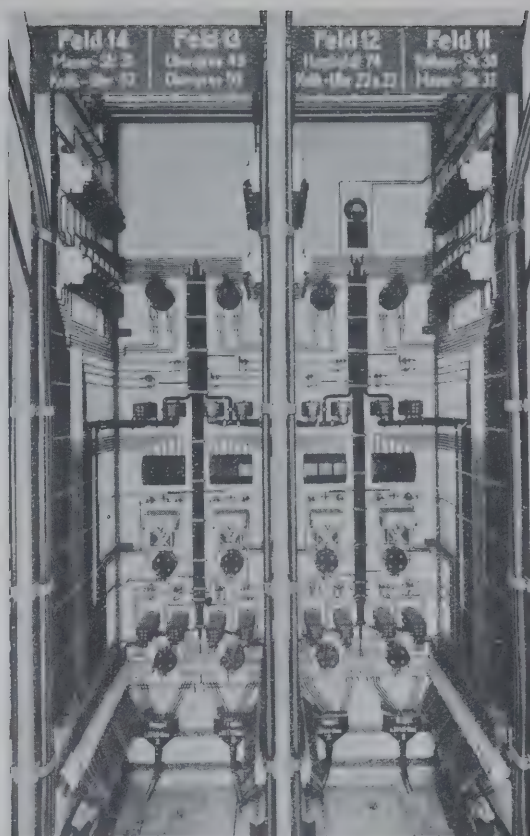


Abb. 14
Verlegung der Meß- und Betätigungsleitungen
auf der Rückseite einer Verteiltafel



Abb. 16
Ölschalterantriebe, Meßgeräte, Relais und Zähler im
Ölschalterbedienungsgang der 6 kV-Schaltanlage



Abb. 17
Trennschalterantriebe und 6 kV-Sammel-
schienen

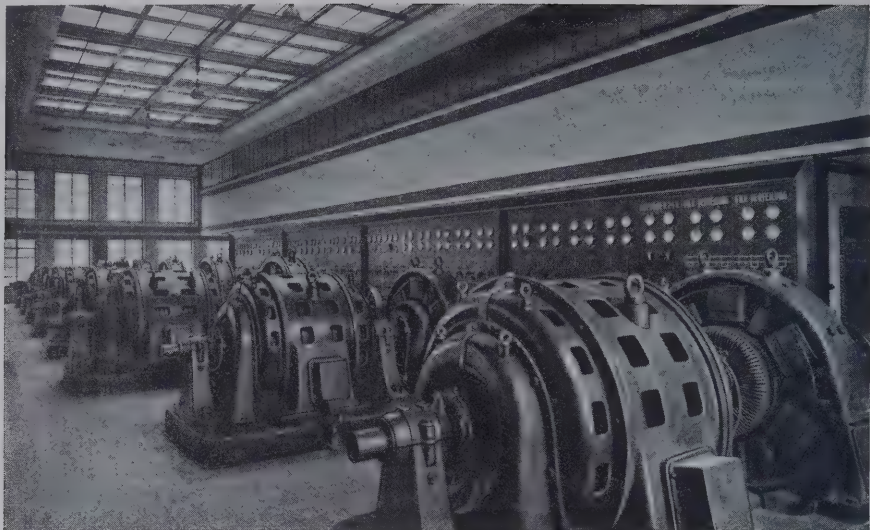


Abb. 21
Synchronmotor-Umformer für $2 \times 220 \text{ V}$ nebst Schalttafel
für die 6 kV- und die Gleichstromanlage

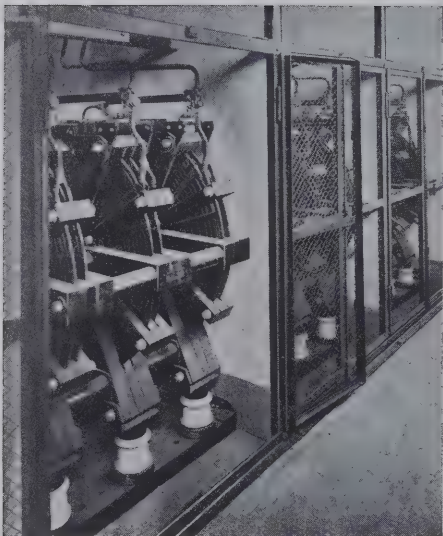


Abb. 18
Reaktanzspulen für die 380 V-Abzweige

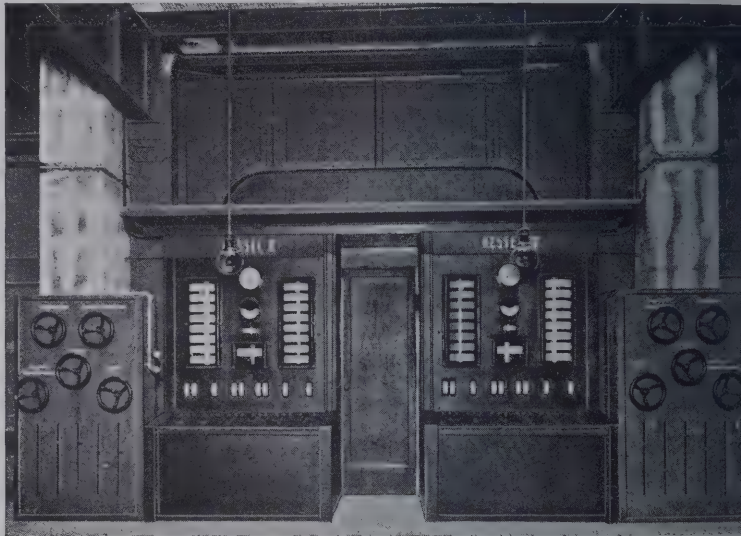


Abb. 23
Überwachungs- und Schalttafeln für zwei Kessel

Probst:
Der elektrische Teil
des
Großkraftwerkes
Klingenberg



Abb. 22 (links)
Eisengekapselte Schalt-
geräte für die Kessel-
motoren

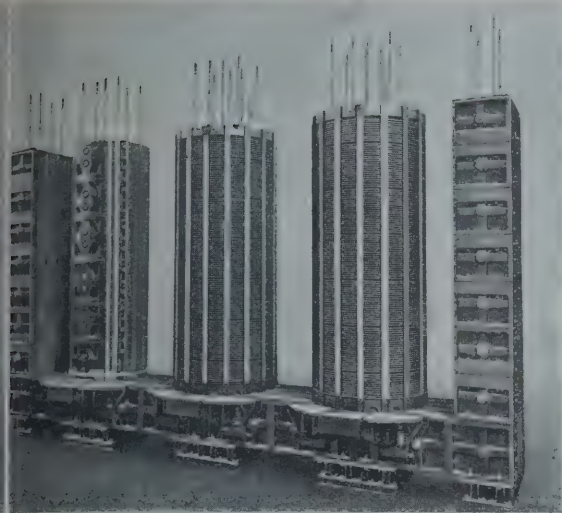


Abb. 3

Kernkörper eines 44 000 kVA-Transformators (Fünfschenkelbauart) mit inneren Oberspannungsspulen

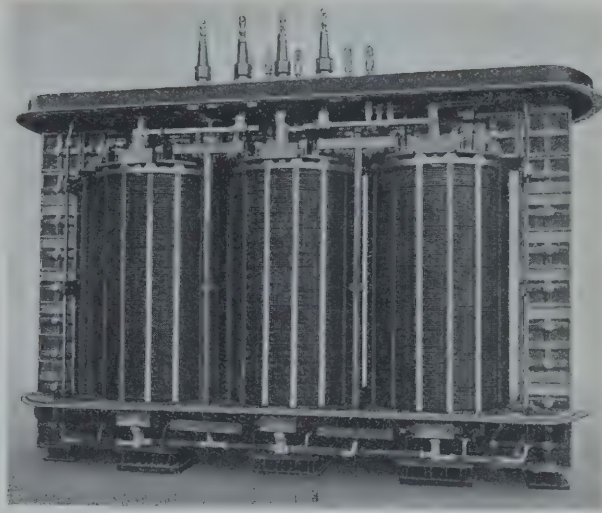


Abb. 4

Fertiger 44 000 kVA-Transformator ohne Ölkasten

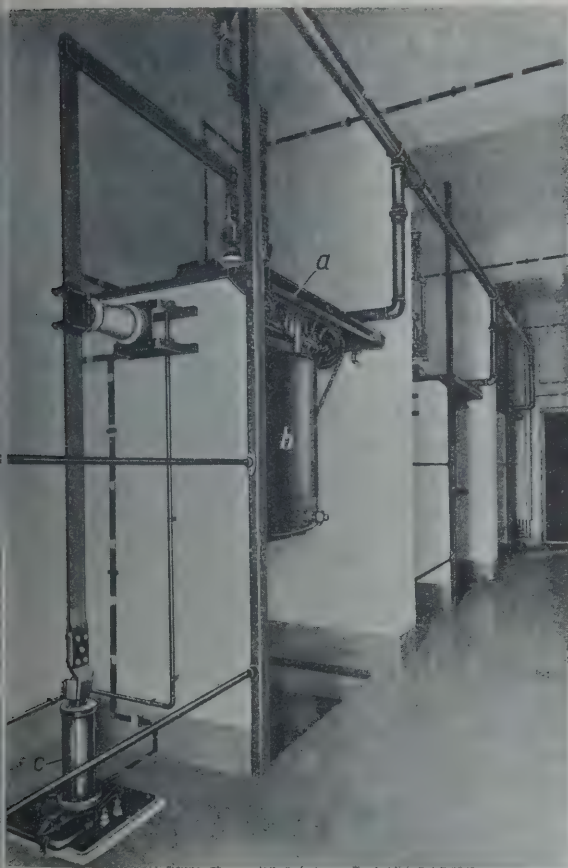


Abb. 5

Drei Ölschalter für die 30 kV-Sammelschienen stehen hintereinander.

a fester Ölschalter
b senkbares Gehäuse
c Durchführungs-Stromwandler

Im Obergeschoß stehen die Reaktanzspulen und die Transformator. Außerdem ist hier noch eine Sammelschiene zum Prüfen der Kabel mit den zugehörigen Umschaltern eingebaut. Im zweiten Obergeschoß stehen die Ölschalter mit ihren Antrieben und im dritten Obergeschoß sind die Doppelsammelschienen mit den zugehörigen Trennschaltern untergebracht. Das Schalt haus ist dem Schaltbild, Abb. 1, entsprechend in drei Gruppen unterteilt. Infolge der vorhandenen Treppenhäuser findet man sich trotz der großen

Längenausdehnung sehr leicht zurecht. Ein Betreten der Schalt räume beim Umschalten der Maschinen und der Abzweige auf den einen oder andern der beiden Sammelschienen systeme ist nicht erforderlich, weil nicht nur die Ölschalter, sondern auch die Trennschalter von der Warte aus elektrisch gesteuert werden.

Bestimmend für die Grundfläche der 30 kV-Schaltanlage sind die Reaktanzspulen für die Kabel und Sammelschienen. Diese Reaktanzspulen beanspruchen bei der bisher üblichen Anordnung der Ölschalter nebeneinander eine weit größere Grundfläche als die Ölschalter selbst. Um im vorliegenden Fall eine günstige Leitungsführung zu erzielen und die bei einem Kurzschluß entstehenden dynamischen Kräfte nach Möglichkeit herabzusetzen, hat man eine vollständig neue Anordnung geschaffen.

Man ersieht, aus den Querschnitten VII, Tafel 7, daß die Leitungen und Apparate der drei verschiedenen Phasen in den verschiedenen Stockwerken auf einer senkrechten Linie liegen. Es handelt sich aber bei diesem Aufbau nicht um eine Phasentrennung, wie man sie bei den amerikanischen Großkraftwerken in den letzten Jahren angewendet hat. Im Schalt haus des Großkraftwerkes Klingenberg sind die drei einphasigen Ölschalter, Abb. 5, eines Stromkreises nicht, wie bisher allgemein in Deutschland üblich, neben-, sondern hintereinander aufgestellt. Dadurch, daß die Ölschalterelemente mit ihrer schmalen Seite an der Wand sitzen, ist jeder Ölschalterkontakt leicht zugänglich.

Die drei Ölschalterglieder sind mechanisch gekuppelt und werden durch einen Kraftspeicherantrieb mit Gleichstrom von 220 V elektrisch ein- und ausgeschaltet. Ein Kurzschluß zwischen zwei Phasen ist bei der Gruppierung der Schaltgeräte im 30 kV-Schalt haus nicht möglich. Dagegen ist der Fall nicht ganz von der Hand zu weisen, daß Überschläge an Durchführungs-Isolatoren der Ölschalter in zwei verschiedenen Phasen gleichzeitig erfolgen könnten. Die Praxis hat bereits gezeigt, daß derartige Fälle, wenn auch selten, eintreten. Bei einem solchen doppelten Überschlag besteht die Möglichkeit, daß der volle Kurzschlußstrom des Kraftwerkes von dem einen Ölschalterdeckel durch das Antriebsgestänge zum andern Ölschalter geht. Um dies zu verhindern, sind die Ölschalterdeckel der verschiedenen Phasen durch Kupferschienen verbunden und geerdet. Die Erdleitungen bestehen aus so stark bemessenem Flachkupfer, daß der auftretende Kurzschlußstrom keine Zerstörung der Erdleitung hervorrufen kann.

Sämtliche Ölschalterantriebe, Abb. 6, liegen im Gegensatz zu den amerikanischen Ausführungsarten auf dem gleichen Flur wie die Ölschalter, aber von diesen durch eine feuerfeste Wand getrennt. Der Bedienungs-



Abb. 6.
30 kV-Ölschalterantriebe, von den Schaltern durch eine
feuerfeste Wand getrennt



Abb. 7
Antriebe der Trennschalter im 30 kV-Schaltheus

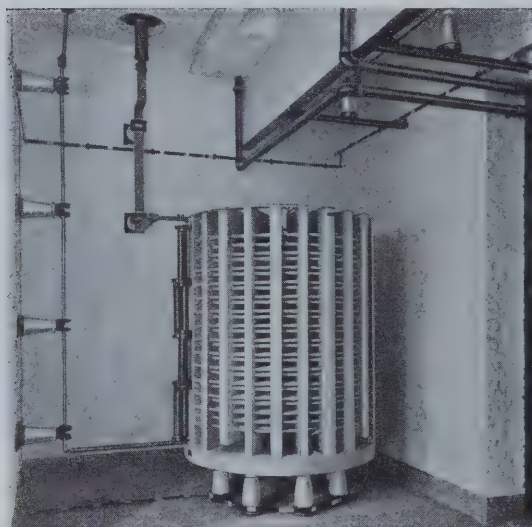


Abb. 8. Sammelschienen-Reaktanzspule für 30 kV,
44 000 kVA Durchangleistung

gang für die Ölschalterantriebe liegt an der Seite der Köpenicker Chaussee. Der für die Entqualmung vorge-
sehe Gang liegt auf der entgegengesetzten, also der Spreeseite. In diesen Gang münden auch die Abzugrohre,
durch welche die sich beim Abschalten der Ölschalter unter Kurzschlüssen bildenden Gase entweichen können.

Der elektrische Antrieb der Trennschalter ist so ausgeführt, daß Erdschlüsse in den Betätigungslei-
tungen keine ungewollten Ein- oder Ausschaltungen her-
vorrufen können. Die einpoligen Schalter werden nach den Angaben Klingenberg's durch Seilzug mechanisch ge-
kuppelt, s. Abb. 7.

Die im 30 kV-Schaltheus eingebauten Reaktanz-
spulen für die abgehenden Kabel haben 5 vH Reaktanz-
spannung bei 15 000 kVA Durchangleistung, die Sammel-
schienen-Reaktanzen, Abb. 8, 10 vH Reaktanzspannung
bei 44 000 kVA Durchangleistung. Die einzelnen Drähte
der Reaktanzspulen sind mit Asbest isoliert und in Beton-
stützen eingegossen.

An den Sammelschienenabschnitt einer Maschinen-
gruppe sind acht Kabelölschalter angeschlossen,

und hinter jedem Kabeltrennschalter zweigen die R-
phasenkabel ab, Abb. 9, die sich in einer in der E-
verlegten Muffe zu einem Dreiphasenkabel vereinen.

Die Warte

oder der Kommandoraum, Abb. 10, S. 1890, liegt
Vorbau des Maschinenhauses in der Nähe der Hau-
maschine 3, befindet sich also beim vollen Ausbau
Kraftwerkes in der Mitte des Vorbaues VI, Tafel 7. 1.
Fußboden liegt 2,5 m über dem Maschinenflur und
durch eine Brücke, die über die Köpenicker Chaus-
see führt, mit dem Bedienungsraum der 30 kV-Ölschal-
theus verbunden. In dem unteren Teil dieser Brücke lie-
gen die zahlreichen Betätigungskabel, die von der Warte zu
den Schaltern führen. Als Meß- und Betätigungsleitun-
gen sind eisendrahtbewehrte Bleikabel benutzt, die 10
20 Adern von 6 mm² Querschnitt enthalten. Trotz
der großen Zahl der Betätigungskabel ist jedes einze-
le Kabel von dem einen Endverschluß bis zum andern üb-
ersichtlich verlegt und leicht zu verfolgen, Abb. 15.

Für den Aufbau der Warte war der Grundsatz
Wichtigkeit, daß die Schaltgeräte der Eigenbedar-

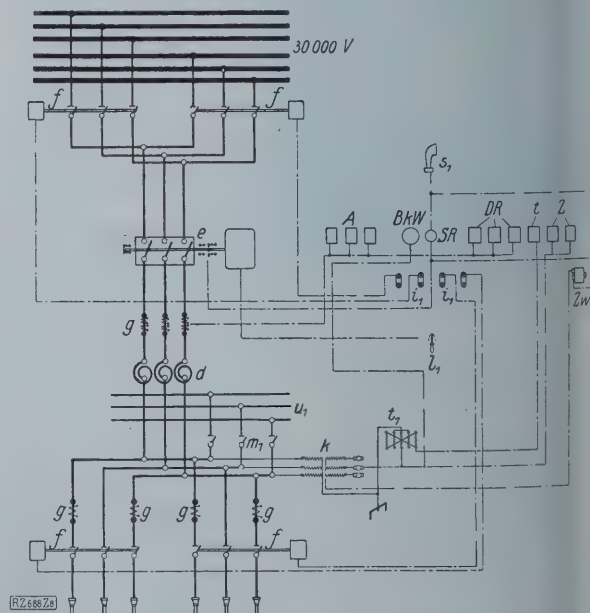


Abb. 9
Schaltbild für einen 30 kV-Doppelkabelabzweig,
Zeichenerklärung s. Abb. 24 auf S. 1899



Abb. 12
 Überwachungstafel für Turbinen, Kessel und Vorwärmung in der Warte

ge und der Umformer nicht von der Warte aus be-
 werden sollten. Demnach waren in der Warte in
 der Linie die Meß- und Betätigungsgeräte für die
 pt- und Vorwärmmaschinen und die Instrumente für
 Überwachung der 30 kV-Abzweige unterzubringen.
 er sollten von der Warte aus die größeren Ma-
 nen des alten Kraftwerkes Rummelsburg bedient wer-
 und in ihr auch die Geräte für die Überwachung des
 pftechnischen Teiles des Großkraftwerkes ihren Platz
 en.

Wie aus Abb. 10 und 11 hervorgeht, sind in der Warte
 Teile vermieden, die eine ruhige und klare Wirkung
 trächtigen könnten. Die übliche Beleuchtungsart hat
 durch eine mittelbare Beleuchtung ersetzt und alle
 baren Wandarme vermieden, die man sonst für Syn-
 nisierzwecke usw. benutzt.

Auf der einen Längsseite der Warte, nach dem
 V-Schalhaus zu, stehen die Meßgerätetafeln zum
 ein der Stromerzeuger und auf der entgegengesetzten
 e die Tafeln zum Überwachen des dampftechnischen
 es. Auf der schmaleren Seite stehen die Felder mit den
 elli- und Stromreglern für die Maschinen und den Ge-
 n zum Überwachen und Schalten der 30 kV-Abzweige.
 Abb. 11 zeigt die Tafeln für die drei Gruppen des
 en Ausbaues. Jede Gruppe besteht aus vier Feldern,
 zwar sitzen im ersten Felde links die Meßgeräte für
 n der im Kraftwerk Alt-Rummelsburg stehenden
 00 kVA-Stromerzeuger. Im zweiten Feld befinden sich
 Meßgeräte für den Stromerzeuger der Vorwärm-
 turbinen Transformator. Das dritte Feld ist dem
 00 kVA-Maschinensatz zugeordnet, und das vierte ent-
 die Meßgeräte für die Kupplung der Sammelschienen
 deren Reaktanz. Die Instrumententafel baut sich also
 er selbst auf wie das einphasige Schaltbild.

Bei der Ausbildung der Schalttafel-felder für
 Hauptstromerzeuger war folgendes zu beachten: Die
 Phasen einer 44 000 kVA-Maschine sollten durch je
 n Strommesser überwacht werden; da jeder Haupt-
 chinensatz aus zwei Stromerzeugern besteht, waren
 sechs Strommesser für jedes Feld eines Haupt-
 chinensatzes einzubauen, d. h. an Strommessern allein
 viel Instrumente, wie sonst ein normales Feld im
 zen an Meßgeräten erfordert. Da außer der Gesamt-
 ung noch jeder Stromerzeuger einen Leistungsmesser
 lten sollte, waren außer den sechs Strommessern noch
 Wattmeter unterzubringen. Hierzu kamen, weil jeder
 merzeuger auch eine eigene Erregermaschine hat, vier
 gerinstrumente, abgesehen von den üblichen Blind-
 ings- und Spannungsmessern. Jedes Feld der Haupt-



Abb. 15
 Kabelgang mit Meß- und Betätigungskabeln in der
 Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schalhaus

gruppe mußte also statt der sonst üblichen sechs in
 diesem Falle fünfzehn Meßinstrumente erhalten.

Die gewählte Gruppierung der Instrumente zeigt
 Abb. 11. Hiernach befinden sich in der untersten Reihe
 vier runde Instrumente für die beiden Erregermaschinen.
 In der darüber liegenden Reihe sitzen sechs Strommesser
 in Profilform für die beiden Stromerzeuger. In der
 dritten, also mittleren Reihe befinden sich drei Leistungs-
 messer, von denen das große Instrument die Gesamtlast
 beider Stromerzeuger, die beiden kleineren die Einzel-
 leistungen anzeigen. Die beiden oberen Geräte sind Blind-
 leistungsanzeiger und Spannungsmesser. Diese Art der
 Einstellung erstreckt sich über die ganze Anlage, soweit
 die Maschinen- und Kupplungsfelder in Betracht kommen.
 Trotz der zahlreichen Instrumente ist es gelungen, sie so
 anzuordnen, daß sich die Instrumente gleicher Art in einer
 wagerechten Reihe befinden.

Vor den Instrumententafeln für die Maschinengruppen
 stehen die Schalt-pulte, auf denen das Schaltbild
 und die für die Bedienung der Maschinen und Schalter
 erforderlichen Apparate angeordnet sind. Auf den Schalt-
 pulten selbst sitzen keine Instrumente. Die Relais,
 Zähler und selbstschreibenden Geräte
 sind auf Marmortafeln untergebracht, die hinter der Meß-
 gerätetafel und in einem darüberliegenden Raum stehen.

Mit Rücksicht auf die zu übertragende große Leistung
 erhielten die 30 kV-Kabelabzweige außer den üblichen

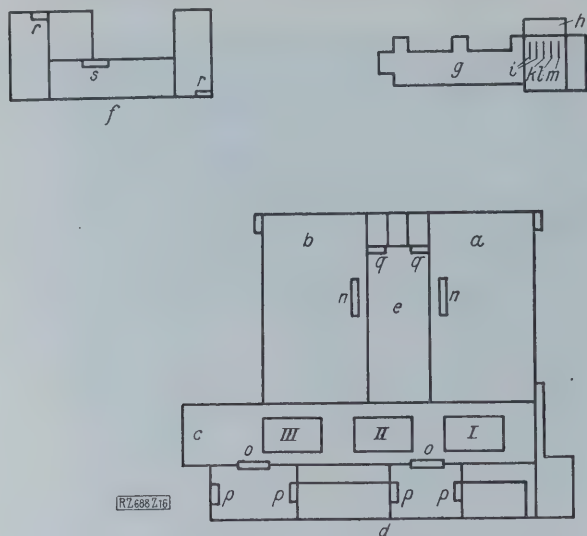


Abb. 19. Lageplan der 380 V-Schaltanlagen

a	Kesselhaus A	k	380 V-Hauptverteilung für
b	" B	l	Kohlenstaubbeförderung
c	Maschinenhaus mit den Haupt-	m	380 V-Hauptverteilung für
d	turbinen I, II, III	n	Kohlenförderung
e	Maschinenhaus-Vorbau	o	380 V-Hauptverteilung für
f	Vorwärmanlage	p	den übrigen Eigenbedarf
g	Werkstatt und Lager	q	Verteilung für Kesselhaus
h	Kohlensaubereitanlage	r	" " Maschinenhaus
i	Vorbau für 5 Transformatoren	s	" " Pumpenhaus
j	6000/380 V, gespeist von den		" " Vorwärmanlage
k	Eigenbedarfsammelschienen		" " Werkstatt
l	380 V-Hauptverteilung für		" " Lager und Öl-
m	Kohlensaubereitanlage		haltung

Schutzeinrichtungen in jeder Phase einen Strommesser. Auf den Feldern für die aus je acht Abzweigen bestehenden drei Kabelgruppen, von denen jede der Leistung einer Sammelschienengruppe entspricht, vergl. Abb. 10 und 12, Mitte links, sitzen oben die Spannungsmesser als große und die Leistungsanzeiger als kleine Instrumente. Darunter sind die nachgebildeten 30 kV-Sammelschienen mit den Signallampen angebracht. Dann folgen die Kontaktgeber für die an den Sammelschienen sitzenden Trennschalter, die drei Strommesser in Profilform für jeden Abzweig, die Kommandogeber für die Ölschalter, die Signalrelais und die Kontaktgeber für die Kabeltrennschalter. Alle diese Teile sind in der Form eines Schaltbildes übersichtlich gruppiert. Schauzeichen sind nicht verwendet.

Die Signallampen liegen an 24 V Spannung. Ein- und Ausschaltlampen haben verschiedene Farben und sind in zwei wagerechten Reihen angeordnet, so daß die Übersicht gegenüber der bisher üblichen Anordnung wesentlich erhöht wird. Außerdem haben die Einschaltlampen einen größeren Durchmesser als die Ausschaltlampen, so daß auch farbenblinde Wärter die Signalzeichen nicht verwechseln können und man auf die verschiedenen Farben der Lampen verzichten könnte.

Die in der Warte eingebauten vielen Meßgeräte, Kommandogeber, Signallampen brauchen auch eine entsprechend große Zahl von Meß- und Betätigungsleitungen. Für das Feld eines Hauptmaschinensatzes z. B. mußten 25 Endverschlüsse mit je 10 Adern vollkommen übersichtlich verlegt und gruppiert werden. Abb. 13 zeigt das Innere eines Schaltpultes und Abb. 14 die Leitungsverlegung auf der Rückseite einer Tafel für die 30 kV-Kabelabzweige, s. Textbl. 37. Abb. 15 gibt ein Bild von der Verlegung der Meß- und Betätigungskabel in der Verbindungsbrücke zum 30 kV-Schaltheis.

Die 6 kV-Schaltanlage für den Eigenbedarf

erhält in erster Linie ihren Strom von den Stromerzeugern der drei Vorwärmanlagen, die je 12 500 kVA leisten. Diese Maschinen arbeiten unmittelbar auf die 6 kV-Doppelsammelschienen, können aber auch im Bedarfsfall über je einen Transformator gleicher Leistung auf die 30 kV-Hauptsammelschienen geschaltet werden (s. Hauptschaltbild Abb. 1), wenn die Vorwärm-turbinen

infolge der Dampfzufuhr eine größere Leistung hergeben können, als dem Kraftbedarf der Eigenanlage entspricht.

Im normalen Fall arbeitet nur eine Vorwärmanlage auf die 6 kV-Sammelschienen, und diese sind durch zugehörigen Transformator mit den 30 kV-Sammelschienen verbunden. Der Transformator dient dann Lastausgleich und auch als Aushilfe für den Eigenbedarf, falls die Vorwärmanlage aus irgendeinem Grund ausgeschaltet würde. Sollte dagegen bei diesem Zusammenarbeiten die Spannung auf der 30 kV-Seite bei einem Kurzschluß im Netz stark sinken und die Motoren Eigenbedarfs dadurch in Mitleidenschaft gezogen werden, dann schaltet sich der Transformator selbstständig ab, die Vorwärmanlage arbeitet allein auf das 6 kV-Netz. Um eine Vorwärmanlage von der 6 kV-Seite auf die 30 kV-Seite umzuschalten, werden die Trennschalter von der Bedienungsschalttafel aus elektrisch gesteuert.

Beim Entwurf haben wir auch damit gerechnet, zwei oder drei Vorwärmanlagen gleichzeitig auf die Sammelschienen für den Eigenbedarf arbeiten könnten. Damit durch die Verbindung der 6 kV- und 30 kV-Sammelschienen über den Transformator einer Vorwärmanlage die Kurzschlußströme auf der 6 kV-Seite keinen hohen Wert annehmen, hat jeder Transformator 12 500 kVA eine Eigenreaktanz von 10 vH und eine äußere Reaktanz von 5 vH erhalten.

Der Aufbau der 6 kV-Schaltanlage ist zweistöckig. In dem unteren Raume sind die Ölschalter, Strom- und Spannungs-Transformatoren und die Kabelendverschlüsse untergebracht. Neben den Ölschalterantrieben im Schaltkasten-Bedienungsgang sind Meßgeräte, Relais, Zähler in der üblichen Anordnung angebracht, Abb. 16. Zwei Ölschalter sind durch einen Zwischenraum getrennt, der vom Ölschalter-Bedienungsgang zugänglich ist, um die Nachprüfung eines Ölschalters ohne Gefährdung ermöglicht. Oberhalb des Ölschalterraumes liegen die Trennschalter und die Doppelsammelschienen, Abb. 17.

Die Ölschalter der 6 kV-Anlage sind als Kesselschalter mit Löschkammern für 300 000 kVA Ausschaltleistung. Dagegen sind die Ölschalter für die 30 kV-Sammelschienen abgehenden Kabel nur für 150 000 kVA Ausschaltleistung bemessen, weil die Kabel durch Reaktanzspulen geschützt werden. Die Kabelschalter werden entweder von der Schalttafel im Unterraum aus, s. Abb. 21, Textbl. 38, oder von je zwei Stellen aus gesteuert, an denen sich die zugehörigen Motoren befinden. In der Nähe der Motoren steht ein Hochspannungs-Ölschalter oder -Anlasser.

Die Reaktanzspulen, die die Sammelschienen der Kabelabzweige mit den Sammelschienen der Vorwärm-turbinen verbinden, haben 10 000 kVA-Durchgangsleistung bei 10 vH Beaktanzspannung.

Die 380 V-Anlage

Die Motoren der Kühlwasserpumpen, Kesselschalt-pumpen und Drehstrom-Gleichstrom-Umformer liegen an 6 kV Spannung, die Motoren zum Regeln der Kessel-Gleichstrom von 440 V. Gleichstrom von 2×220 V. 220 V ist für die Hilferregung der Hauptstromerzeuger für die Beleuchtung des Kraftwerks und für einige kleinere Motoren vorgesehen. Alle übrigen Motoren des Kraftwerks sind an Drehstrom von 380 V angeschlossen.

Die für die 380 V-Anlage erforderlichen Umspanner für 6000/380 V und Schaltapparate sind in einem Anbau der Kohlenmahanlage untergebracht, s. Tafel 7 und 8. Der Aufbau der 6 kV-Schaltanlage an der Längsseite des Maschinenhauses, d. h. der 380 V-Hauptschaltanlage, im Dachgeschoß liegt die Sammelschienen mit den Trennschaltern und Reaktanzspulen, Abb. 18, Textbl. 38, und in dem Raum unter der selbsttätigen Ausschalter, Stromwandler und Meßgeräte.

Von dieser 380 V-Hauptschaltanlage führen Kabel zu den Unterschalttafeln, die im Kraftwerk an den wick-

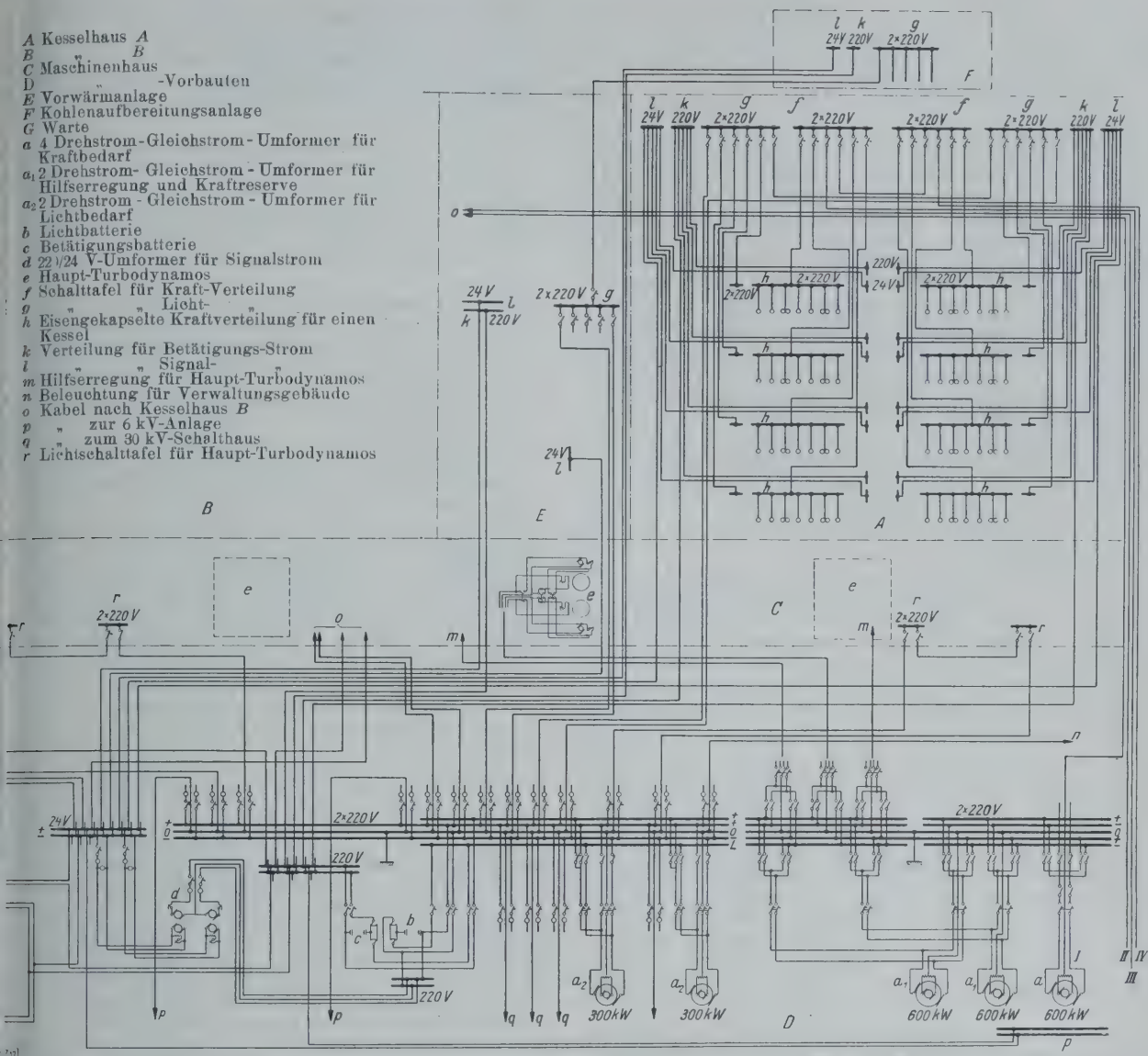


Abb. 20. Gesamtschaltbild der Gleichstromanlage

n Verteilpunkten aufgestellt wurden. Abb. 19. Sämtliche Niederspannungsabzweige sind nur durch selbstige Ausschalter geschützt; Schmelzsicherungen sind nicht eingebaut.

Gleichstromanlage

Die Drehstrom-Gleichstrom-Umformeranlage im Vorbau gegenüber den Hauptmaschinen 1 und 2 (Tafel 8) umfaßt vier Synchron-Motorgeneratoren $2 \times 220 \text{ V}$ zu je 600 kW Gleichstromleistung für den Kraftbedarf der Kesselhäuser und zwei gleiche Umformersätze für Erzeugung des Erregerstroms, der zum Anfahren beider Wellen eines Hauptmaschinenatzes und bei Ausfall einer Erregermaschine erforderlich ist. Zwei weitere mit Synchronmotoren angetriebene Umformer für $2 \times 220 \text{ V}$ von je 300 kW Gleichstromleistung dienen für den gesamten Lichtbedarfs des Kraftwerks mit Ausnahme der Kohlenmahlanlage und der Werkstatt, die außer einigen Gleichstrom-Notleuchtungskreisen Wechselstrombeleuchtung mit 220 V erhalten haben. Die beiden Umformer für Erregung sind so geschaltet, daß sie auch als Aushilfe für die Kraftumformer herangezogen werden können. Die Schaltung der Gleichstromanlage zeigt Abb. 20.

Die Synchronmotoren der Umformer werden dreiphasig asynchron über Anlaßtransformatoren mit Hilfe von Anlaßschaltern angelassen, die unterhalb der

Umformer in feuersicher gegeneinander und gegen die Nachbarräume abgeschlossenen Kammern stehen. Dabei befinden sich die Antriebe der ferngesteuerten Anlaßschalter außerhalb der Hochspannungsanlage, sind also zur Überwachung und gegebenenfalls erforderlichen Bedienung mit der Hand ohne Gefahr für das Personal zugänglich.

Ebenfalls unter den Umformern, an der Wand nach dem Maschinenhaus, sind die Spannungsteiler für die Kraft-, Erreger- und Lichtumformer aufgestellt. Die zu den Kraftverteilanlagen in den Kesselhäusern führenden Nullpunkt-kabel sind hier von den Spannungsteilern unmittelbar abgenommen.

An der Längsseite des Umformerraumes steht die Hauptschalttafel mit den Feldern für die Meßgeräte und die Betätigungsapparate der Gleichstrom- und der 6 kV -Schaltanlage. Die Schaltfelder sind aus Blechplatten hergestellt und passen sich dem Raum gut an; Abb. 21, Textbl. 38.

Die Gleichstrom-Hauptschaltgeräte sind hinter den Umformer-Schalttafeln in zwei Geschossen untergebracht, so daß auch hier die räumliche Anordnung die denkbar günstigste Leitungsführung und Ersparnis an Leitungsmaterial gestattet. Im oberen Geschos der Gleichstromanlagen, in gleicher Höhe mit den 6 kV -Sammelschienen für den Eigenbedarf, befinden sich die

2 × 220 V-Anlagen für den Kraftbedarf und für Erregung. Im unteren Stockwerk, in Höhe der 6 kV-Verteil lschalter ist die Hauptschaltanlage für die Gleichstrombeleuchtung untergebracht.

Die Gleichstromanlage für Kraftbedarf und die Hilfserregeranlage sind nebeneinander, also in einer Reihe aufgestellt. Die beiden durch Drahtgitter von einander getrennten Sätze von 440 V-Doppelsammelschienen, über denen sich die Trennschalter befinden, bieten weitgehende Schaltmöglichkeiten bei Störungen in einzelnen Anlageteilen. Die parallel mit dem Sammelschienenenger st aufgestellte Reihe der Kammern für die  berstromschalter enthält auch die Meßwiderstände und unterhalb der selbsttätigen Schalter die Klemmen für die Meß- und Betätigungsleitungen. Alle Gleichstrom-Selbstschalter in der Haupt-Kraftanlage sind als Fernschalter ausgebildet und durch feuersichere Wände von einander getrennt. Die  berstromschalter werden betätigt von der Gleichstrom-Schalttafel im Umformerraum aus, auf der in einem übersichtlichen Blindschaltbild durch Signallampen die jeweilige Stellung der einzelnen Schalter ersichtlich ist. Die vier Kraftumformer sind unmittelbar auf die vier in den Aschenkellern der beiden Kesselhäuser untergebrachten Hauptverteilanlagen für je vier Kessel geschaltet.

Von den Erregersammelschienen führen drei Abzweige zu den Hauptstromerzeugern über Fernschalter, mit denen von der Warte aus von Eigen- auf Fremderregung umgeschaltet wird. Sämtliche in der Hilfserregeranlage befindlichen Schalter sind untereinander so verriegelt, daß der Erregerstromkreis der Hauptstromerzeuger im Betriebe nicht geöffnet werden können.

Die Maschinen- und Hauptverteilanlage für die Gleichstrombeleuchtung enthält die Dreileiter-Sammelschienenans tze mit Trennschaltern und Selbstschaltern auf einem gemeinschaftlichen Gerüst. Eine 220 V-Batterie, die an der einen Netzh lfte hängt, ist imstande, bei Ausfall des auf das Netz geschalteten Umformers etwa die Hälfte der Gleichstrombeleuchtung als Notbeleuchtung zu speisen. Um unter allen Umständen die Notbeleuchtung betriebsbereit zu halten, sind die Dreileiterabzweige von den Lichtsammelschienen mit einpoligen Selbstschaltern gesch tzt, so daß bei Erdschluß in einem Kabel die gesunde Hälfte der angeschlossenen Verteilanlage im Betriebe bleibt.

Die weitere Gleichstromverteilung für Licht und Kraft in den Kesselhäusern ist der Übersichtlichkeit halber weitgehend vereinheitlicht, Abb. 20. So wie die Kraftumformer unmittelbar auf die in den Aschenkellern an den vier Längsseiten der beiden Kesselhäuser aufgebauten, vom Betrieb vollständig abgeschlossenen Verteilanlagen arbeiten, führen auch Lichtspeisekabel zu vier Verteilanlagen, die in der Verlängerung der vorgenannten Kraftanlagen an den Kesselhaus-Längswänden Platz gefunden haben. Von diesen Verteilanlagen, sowohl für Kraft als für Licht, zweigen je vier Leitungen ab, die zu je einem Kessel führen. An jedem Kessel ist eine in Eisengehäuse eingeschlossene Verteilanlage angeordnet, Abb. 22, Textbl. 38. Von diesen Anlagen aus werden die zum Kesselbetrieb gehörigen Motoren gespeist. Die Kraftabzweige von den Hauptverteilanlagen im Aschenkeller zu den Verteilstellen für die einzelnen Kessel, sind auch mit Fernschaltern ausgerüstet, die der W rter von der bei jedem Kessel aufgestellten Überwachungs- und Schalttafel betätigt, Abb. 23, Textbl. 38.

Schutzvorrichtungen

Die Maschinen und Einrichtungen eines Kraftwerkes werden am meisten durch die im Kabelnetz auftretenden Kurzschlüsse beansprucht. Um diese zum gröſsten Teil unwirksam zu machen oder abzuschwächen, haben die 30 kV-Kabelfelder, wie schon erwähnt, eine Reaktanzspule von 5 vH bei 15 000 kVA Durchgangsleistung erhalten. Aus diesem Grund ist die Ausschaltleistung der Kabelölschalter auf je 300 000 kVA beschränkt. Der anfängliche Kurzschlußstrom der Hauptstromerzeuger wird durch die Zusammenschaltung mit den beiden 44 000 kVA-Transformatoren herabgesetzt,

deren Kurzschlußspannung 6 vH beträgt. Die 30 kV Sammelschienengruppen sind durch Reaktanzspulen von 44 000 kVA Durchgangsleistung und 10 vH Reaktanzspannung verbunden, so daß der in einer Gruppe auftretende Kurzschluß die andre Gruppe nicht ebenso stark in Mitleidenschaft zieht.

Die im 6 kV-Netz des Kraftwerkes auftretenden Kurzschlußströme werden infolge der hohen Eigenreaktanz der 12 500 kVA-Transformatoren sowie mittels der in den 6 kV-Doppelsammelschienen eingebauten Reaktanzspulen herabgesetzt. Diese Transformatoren und Sammelschienenreaktanzen haben je 10 vH Reaktanzspannung.

Die Kurzschlußleistung der 380 V-Anlage wird durch den Einbau von Reaktanzspulen in den Hauptabzweig vermindert, Abb. 18. Außerdem wird der auf der 380 V-Seite auftretende Kurzschlußstrom dadurch herabgesetzt, daß die Transformatoren auf der Unterspannungsseite nicht parallel geschaltet werden. Um trotzdem größtmögliche Reserve beim Ausfallen eines Transformators zu haben, ist ein Ersatztransformator vorgesehen, der über eine Hilfsschiene auf jede einzeln arbeitende Transformatorgruppe geschaltet werden kann.

Einen weiteren Schutz gegen den Dauerkurzschlu strom bieten die Stromregler n , Abb. 24. Sie sind als Zweiphasen-(Doppel-)Strombegrenzungsregler ausgeführt und haben den Zweck, die Maschinenstr me über einen bestimmten, eingestellten Wert nicht anwachsen zu lassen. Die Regler arbeiten in Verbindung mit dem selbsttätigen Spannungsschnellregler m in der Weise, daß nach  berschreiten der Ansprechstromst rke die Tätigkeit der Spannungsschnellregler aufgehoben wird und der Strombegrenzungsregler die Regelung der Erregerspannung übernehmen.

Für den Überstromschutz der außerhalb der Hauptstromerzeuger und -transformatoren liegenden Teile der Schaltanlage dienen unabhängige Überstrom-Zeitrelais o , deren Arbeitskontakte nur auf die Auslöser der  lschalter wirken, damit die Stromerzeuger nicht zweckmäßigerweise ihre Felderregung verlieren.

Eine für die Stromerzeuger der Vorw rmturbine getroffene Sonderschaltung mittels unabhängiger Überstrom-Zeitrelais und R ckwattrelais dient dazu, im Fall, daß ein Stromerzeuger sowohl auf das 30 kV Netz, als auch auf die 6 kV-Eigenbedarfsanlage arbeitet, eine augenblickliche Abtrennung des Transformators von den 6 kV-Sammelschienen bei Kurzschluß auf der 30 kV Seite zu bewirken. Hierdurch wird eine längere Spannungssenkung am Stromerzeuger vermieden, die das H ausfallen der Nullspannungs- und Aufl semagnete der Eigenbedarfsanlage zur Folge haben könnte.

Den wichtigsten Schutz gegen innere Schaltungen bildet bei Stromerzeugern der Erdschlußschutz, Abb. 24. Infolge der hier vorliegenden Trennung der Hauptstromerzeuger vom Netz beschränkt sich die 6 kV-Seite auf die Unterspannungsteile der Transformatoren, die Stromerzeuger selbst und die Verbindungsschienen und -kabel dazwischen. Der Erdschlußschutz der Stromerzeuger ist daher gleichzeitig ein solcher für den ganzen Anlagenteil mit Stromerzeugerspannung. Die Bedingungen für die Herstellung eines Erdschlu schutzes stellten sich infolgedessen als denbar günstig dar und ergaben eine einfache Ausführung.

Der gemeinsame Nullpunkt der beiden Stromerzeuger eines Hauptmaschinensatzes ist über einen Widerstand f für 80 Ω und über einen Stromwandler h für 25/5 A angeschlossen. Ein hochempfindliches Stromrelais t , das bei 0,5 A bereits anspricht, im Anschluß an den Nullpunkt-Stromwandler h , sch tzt die Stromerzeuger und die Unterspannungsteile der Transformatoren bis zu 94 vH der Wicklungsumfanges. Die Erdung der Stromerzeuger hat vom Standpunkt des Überspannungsschutzes nur Vorteile. Bei einem Überschlag eines Transformators kann der Erdschlu reststrom der Hochspannungsseite gefahrlos abgeleitet werden. Allerdings muß die Isolation der Stromerzeuger der ersten anstürmenden Sprungwellen standgehalten haben, ehe dieser Schutz sich bemerkbar machen kann.

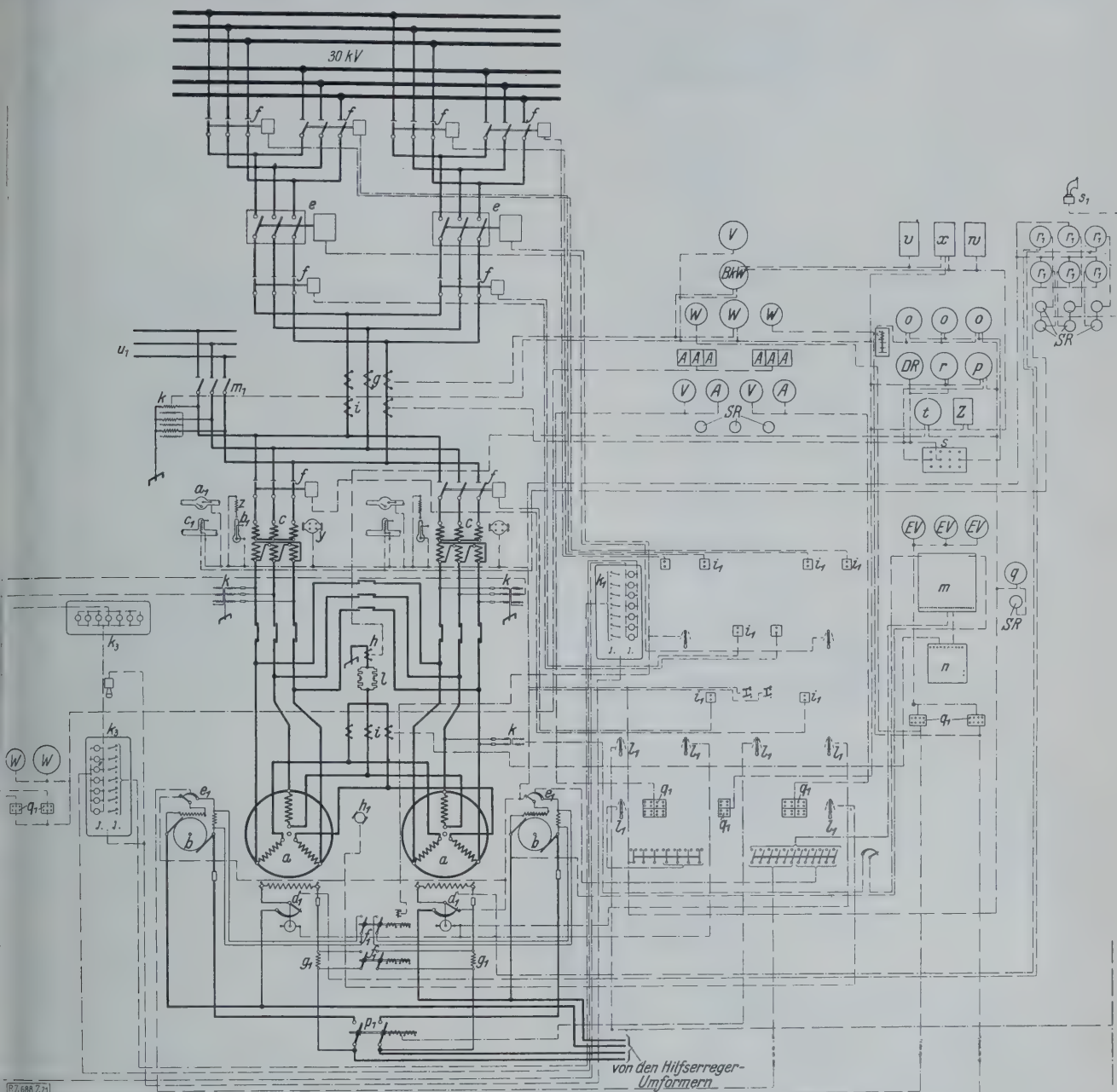


Abb. 24. Schaltbild der 88 000 kVA-Stromerzeuger

a	Stromerzeuger	SR	Signalrelais	e ₁	Nebenschlußregler
b	Erregermaschine	A	Strommesser	f ₁	Selbstschalter für Feldschwächung
c	Transformator	V	Spannungsmesser	g ₁	Feldschwächungswiderstand
d	Reaktanzspulen (Abb. 25)	EV	Erdschluß-Spannungsmesser	h ₁	Drehzahlregler-Antrieb
e	Öelschalter mit Fernantrieb	W	Leistungsmesser	i ₁	Druckknopfsteuerschalter
f	Trennschalter mit "	BkW	Blindleistungsmesser	k ₁	Kommandoapparat in der Warte
g	Stromwandler	u	Synchronoskop	k ₂	Kommandoapparat in der Vorwärmanlage (Abb. 25)
h	Erdschlußstromwandler	Fr	Frequenzmesser (Abb. 25)	k ₃	Kommandoapparat im Maschinenhaus
i	Differentialstromwandler	v	Selbstschreibender Strommesser (Abb. 25)	l ₁	Beitätigungsschalter
k	Spannungswandler	w	" Spannungsmesser	m ₁	Trennschalter mit Handantrieb
l	Erdungswiderstand	x	" Leistungsmesser (RW)	p ₁	Erreger-Umschalter
m	Spannungsschnellregler System Tirrill	Z	Zähler	q ₁	Stöckvorrichtung
n	Strombegrenzungsregler	z	Buchholz-Relais	r ₁	Temperaturanzeiger mit Signalkontakt
o	Unabhängiges Ueberstromzeitrelais	z	Temperatur-Meßwiderstand für Oel-	s ₁	Hupe
p	Rückwärtrelais	z	Kühlwasser	t ₁	Erdschlußdrossel (Abb. 9)
DR	Differentialrelais	a ₁	Rückschlagklappe	u ₁	Prüfsammelschienen
q	Zeitrelais	b ₁	Kontaktthermometer im Transformator	R	Ueberstromrelais
r	Wattendifferenzrelais	c ₁	Temperatur-Meßwiderstand in der Oel-	ZwR	Zwischenrelais
s	Hilfstransformator	d ₁	umlaufleitung	FR	Falkklappenrelais
t	Erdschlußrelais		Magnetregler		

Die Empfindlichkeit des Erdschlußrelais *t* ist so gewählt, daß geringe Ströme, deren Ursache nachstehend angedeutet wird, im Erdungswiderstand fließen können, ohne zu einem Fehlschalten des Relais zu führen. Bei Erdschluß im 30 kV-Netz tritt eine Spannungsverlagerung der Oberspannungswindungen der Transformatoren ein, über die Kapazität der Ober- und Unterspannungswindungen der Transformatoren gegeneinander und über die Stromerzeugerseite und deren Erdungswiderstand oder

über die Kapazität des Unterspannungsteiles gegen Erde schließt sich ein geringer Teil des kapazitiven Erdschlußstromes der Oberspannungsseite. Der Strom, der auf diese Weise im Erdungswiderstand zustande kommt, ist etwa von der Größenordnung 0,1 A, beträgt also 0,25 vH des Nennstromes des Widerstandes. Das Erdschlußstromrelais ist nun bei weitem nicht empfindlich genug, um bei diesem Stromfluß eine Fehlschaltung zu veranlassen. An dem Erdungswiderstand oder am Null-

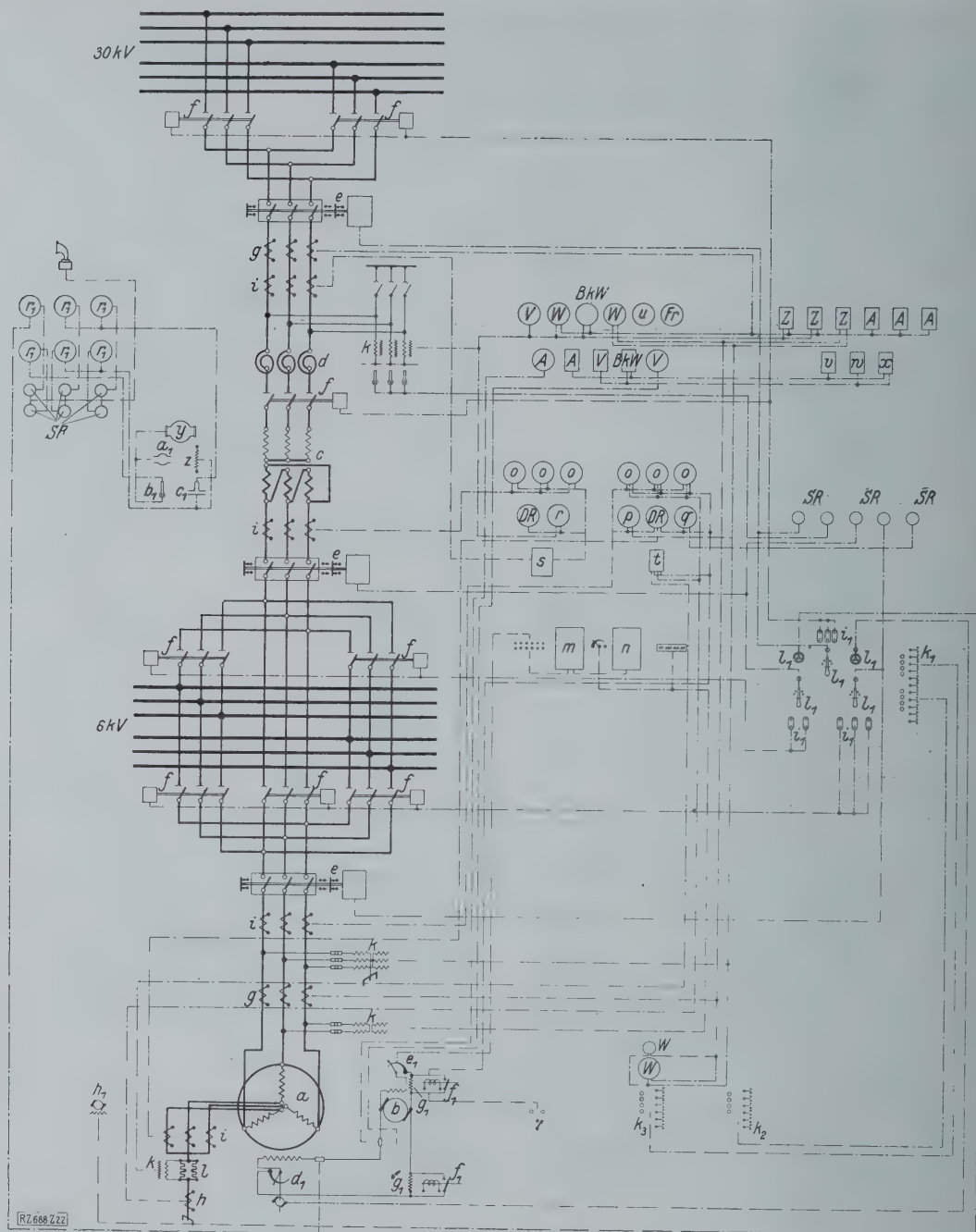


Abb 25. Schaltbild des 12 500 kVA-Stromerzeugers
(Zeichenerklärung siehe Abb. 24)

punkt der Stromerzeuger tritt dementsprechend auch nur eine Spannung von 0,25 vH der Phasenspannung auf.

Wäre der Erdschlußschutz ohne Widerstandung ausgeführt und statt dessen, wie es vielfach geschieht, nur durch einen Spannungswandler im Nullpunkt und ein Spannungsrelais hergestellt, so gestaltete sich die Sachlage bei Erdschluß im 30 kV-Netz anders. Der Spannungswandler würde den von der Oberspannungsseite übertragenen Kapazitätsstrom nicht abführen können. Dem Strom bliebe also nur der Weg über die Kapazität der Unterspannungsseite. Infolgedessen würde die Stromerzeugerseite eine Spannung annehmen, die das Spannungsrelais, wenn es empfindlich genug wäre, zum Fehlsprechen brächte. Auch dreifach- und mehrfachharmonische Ströme, die durch Oberwellen der Phasenspannung im Erdungswiderstand verursacht werden können, sind von so geringem Wert, daß der Erdschlußschutz davon unberührt bleibt.

Den Erdschlußschutz der Transformatoren bilden die Buchholzrelais η und bis zu einem gewissen Grad auch der nachstehend beschriebene Watt-Differen-

tialschutz. Die Hauptstromerzeuger und Transformatoren sind vom gemeinsamen Nullpunkt bis zur Zusammenfassung der 30 kV-Seiten der Transformatoren zu Zwecke der Zählung usw. mit einem Differentialschutz versehen. Das Kraftwerk Klingenberg ist daher eine der ersten Stellen, wo mit einem dreiphasigen Hilfstransformator s und einem dreiphasigen Differentialrelais DR ein zweifacher wattmetrischer Differentialschutz verbunden ist.

Die Schaltungen des Haupt- und Hilfstransformatoren sind grundsätzlich gleich ausgeführt, abgesehen von der Wicklung für die Differentialrelais, die noch auf dem Hilfstransformator aufgebracht und an die das in Stern geschaltete dreiphasige Differentialrelais angeschlossen ist. Die Wicklungen des Hilfstransformatoren sind den Übersetzungsverhältnissen der Differentialstromwandler auf der Ober- und Unterspannungsseite angepaßt, derart, daß bei ordnungsmäßigem Betrieb in der dritten Wicklung keine Spannung erzeugt wird. Erst in dem Augenblick, wo infolge eines Kurzschlusses zwischen den beiden Differentialwandlersätzen die Flüsse in

Transformator einen Unterschied ergeben, wird der Wicklung eine Spannung aufgedrückt, die einen im Differentialrelais zur Folge hat und es zur Messung bringt.

Der Differentialschutz allein stellt nur einen Grob-Indikator dar. Kleine Fehler im Transformator, wie beispielsweise Windungs- und Eisenschlüsse, werden durch das Differentialrelais beigegebene hochempfindliche Watt-Differentialrelais r erfaßt. Dieses arbeitet mit einer nach Aron geschalteten Doppelleistungser-Anordnung, mit der die Leistungen ober- und unterseits verglichen werden können. Infolgedessen zeigt das Relais im normalen Betrieb die Eisen- und Kupferverluste des Transformators an, die man an einem Zeiger ablesen kann, gestattet also die dauernde Überwachung des Transformators. Bei plötzlichem Ansteigen der Verluste gibt es Kontakt, infolgedessen laufen das Zeitrelais q und das Differentialrelais r ab und der Fallkontakt wird betätigt. Um ganz sicher zu gehen und um neben dem Watt-Differentialrelais auch über einen Aushilfsschutz zu verfügen, ist jeder Transformator, wie bereits erwähnt, außerdem noch durch ein Buchholz-Relais y geschützt.

Bei Störungen innerhalb des Schutzbereiches, d. h. im Bereich zwischen Nullpunkt des Stromerzeugers und den Differential-Stromwandlern auf der 30 kV-Seite des Transformators muß die Erregung des Stromerzeugers sofort aufgehoben und der gesamte Maschinensatz abgeschaltet werden. Aus diesem Grunde arbeitet die Auslösung des Differentialrelais und des Erdschlußrelais als Selbstschalter für Feldschwächung f_1 , der die Erregung je eines Widerstandes g_1 in die Erregung der Stromerzeuger wie auch in die Nebenschlußkreise der Erregermaschinen bewirkt. Ein Hilfskontakt am Feldschwächungs-Selbstschalter schaltet sodann die Öl-Schaltab. Die Spannung der Stromerzeuger sinkt in kurzer Zeit auf die Remanenzspannung, so daß die Entladung infolge Weiterarbeitens des Stromerzeugers auf die Fehlerstelle nicht mehr gefährdet ist. Im schlimmstenfalls entstehende Brände werden durch Einleiten von Kohlendioxid in die Frischluftkanäle zum Erlöschen gebracht. Zum Betätigen der Kohlendioxid-Vorrichtung dient ebenfalls das Differentialrelais.

Während die Schutzeinrichtungen der Hauptmaschinensätze die Stromerzeuger und Transformatoren als eine geschlossene Einheit umfassen, war es zweckmäßig, die Stromerzeuger der Vorwärmmaschinen und ihre Transformatoren mit Rücksicht auf die Eigenbedarfsanlage einzeln zu schützen. Die Schutzeinrichtungen der Vorwärmstromerzeuger unterscheiden sich in bezug auf den Erdschlußschutz grundsätzlich von denen der Hauptstromerzeuger. Der unmittelbare Anlaß der Eigenbedarfsanlage an die Vorwärmmaschinen bedingt eine selektive Erdschlußschaltung, die den Hauptmaschinen bereits dadurch gegeben war, daß jeder Hauptstromerzeuger auf seinen zugehörigen Transformator arbeitet. Betrachtet man den Eigenbedarf als das Netz der Vorwärmstromerzeuger, so muß verändert werden, daß ein Erdschluß in diesem Netz die Abschaltung der Stromerzeuger zur Folge hat. Aus diesem Grunde ist für die Vorwärmstromerzeuger eine besondere Schaltung, Abb. 25 und 26, entworfen worden. Für etwaige Kurzschlüsse im Schutzbereich des Stromerzeugers ist wieder das normale Differentialrelais DR vorhanden. Das Erdschlußrelais t ist gegen ein hochempfindliches Energierichtungsrelais, das bei etwa 0,002 A, bezogen auf die Phasenspannung, mit Sicherheit anspricht. Die Spannungsspeile des Relais liegt an der Sekundärwicklung eines Einphasen-Transformators k , der im Nullpunkt des Stromerzeugers parallel zum Erdungswiderstand l angeordnet ist, während die Stromspule in der Unsymmetrieschaltung über den Nullpunkt des Differentialrelais an den Transformatorsatz vor dem Stromerzeuger auf der Ölwanterseite angeschlossen ist.

Trifft ein Erdschluß im Stromerzeuger auf, so erfolgt infolge der Verlagerung des Spannungsdreiecks

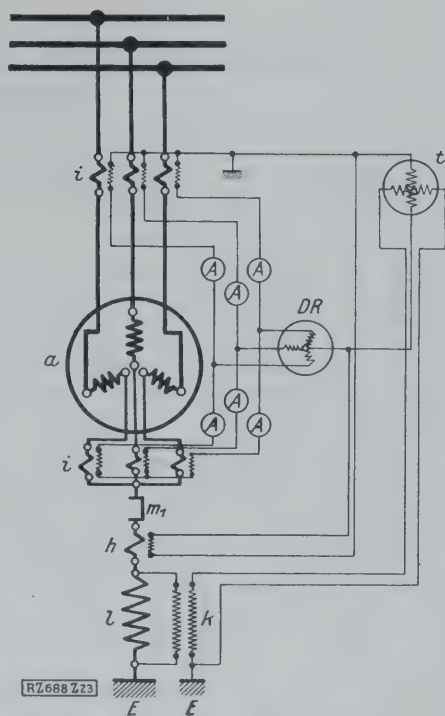


Abb. 26
Grundsätzliches Schaltbild des Erdschlußschutzes von Stromerzeugern. Zeichenerklärung s. Abb. 24.

eine Spannung im Nullpunkt, deren Größe durch die Lage des Erdschlusses im Stromerzeuger selbst bedingt ist. Diese Spannung hat einen Strom zur Folge, dessen Größe durch die Bemessung des Widerstandes festliegt. Die Nullpunkte der Vorwärmstromerzeuger sind über je einen Erdungswiderstand von 320Ω geerdet, so daß bei voller Phasenspannung 10 A Nullpunktstrom zustande kommen. Unter dem Einfluß von Nullpunktstrom und -spannung wird dann ein Drehmoment auf die Drehscheibe des Erdschlußrelais ausgeübt, das entsprechend der Energierichtung die Scheibe rechts oder links herum antreibt.

Mit Rücksicht auf die hohe Empfindlichkeit des Erdschlußrelais haben wir bei den Vorwärmmaschinen die Grundschaltung für Falschstromausgleich angewandt. Sie besteht darin, daß man den Falschstrom unschädlich macht, der infolge der Ungleichheit der Übersetzungsverhältnisse der Differentialwandler zustande kommt und über die Stromspule des Erdschlußrelais fließt. Dieser Falschstrom kann jede beliebige Phasenlage annehmen und beim Auftreten einer Spannung im Nullpunkt, verursacht durch einen Erdschluß im Netz, unter Umständen eine Fehlschaltung des Relais veranlassen. Daher ist in der Erdleitung des Maschinennullpunktes ein Stromwandler angeordnet, dessen Übersetzungsverhältnis etwas größer ist als das der Differential-Stromwandler. Der nach den Sammelschienen zu liegende Wandlersatz, der mit dem Nullpunkttransformator in Differentialschaltung zusammengeschlossen ist, schickt nun im Fall eines außerhalb des Schutzbereiches auftretenden Erdschlusses die sich aus dem Unterschied der Ströme ergebende Unsymmetriekomponente entgegen der Auslöserichtung durch die Stromspule des Erdschlußrelais und gleicht einen in Richtung der Auslösung wirkenden Falschstrom aus.

Die 12 500 kVA-Transformatoren der Vorwärmmaschinen haben die gleichen Einrichtungen wie die Haupttransformatoren, also Buchholzschutz und Differentialschutz.

Die von den 30 kV-Sammelschienen abgehenden Kabel sind durch Distanzrelais (Fernrelais, die bestimmte Streckenabschnitte überwachen), das 30 kV-Netz durch Petersen-Spulen geschützt. [B 688]

Wirtschaftlichkeit des Großkraftwerkes Klingenberg

Von R. Tröger, Berlin-Zehlendorf

Mit Hilfe der im ersten Abschnitt abgeleiteten allgemein gültigen Wirtschaftsgleichungen werden die Wärmeverluste der verschiedenen Teilbetriebe des Großkraftwerkes Klingenberg und daraus der betriebsmäßige Wärmeverbrauch des vollständigen Kraftwerkes in Abhängigkeit von dem Nutzungsgrad ermittelt. Den Schluß bilden eine Aufstellung über die spezifischen Anlagekosten und ein Vergleich der wirtschaftlichen Ergebnisse mit denen herkömmlicher Werke.

Rechnungsgrundlage

Grundsätzlich gilt für alle Wirtschaftsrechnungen von Erzeugungsstätten, also auch von Kraftwerken, die Beziehung: der Wert des den Betrieb verlassenden Erzeugnisses („Erzeugniswert“) ist die Summe aus dem in dem Erzeugnis enthaltenen „Stoffwert“ und den Werten, die zur Erzeugung aufzuwenden sind („Erzeugungswert“).

Stoffwert bedeutet hierbei die in dem Erzeugnis enthaltene und nach dem Einkaufspreis bewertete Menge der Ausgangsstoffe. Ihre Veredelung und Umformung im Lauf der Erzeugung bleibt also beim Stoffwert unberücksichtigt. Nur unter dieser Voraussetzung ist es möglich, einen alle Wirtschaftsvorgänge umfassenden Begriff des „Wirkungsgrades“ abzuleiten und damit die zahlreichen Unklarheiten zu beseitigen, zu denen dieser aus der Technik entlehnte, umfassende Maßstab zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit geführt hat.

Bezeichnet

W_t den Wert des zur Zeit t hergestellten Erzeugnisses (Erzeugniswert),

W_{Mt} den in dem Erzeugnis W_t enthaltenen Stoffwert,

W_{At} den Wertaufwand bei der Erzeugung von W_t (Erzeugungswert),

so gilt:

$$W_t = W_{Mt} + W_{At} \dots \dots \dots (1).$$

In der reinen Energiewirtschaft entsprechen: „Erzeugniswert“ dem Energieaufwand, „Stoffwert“ der Energiewirkung und „Erzeugungswert“ dem Energieverlust.

Jede Wirtschaft verfolgt das Ziel, den Erzeugungswert W_{At} so niedrig wie möglich zu erhalten, ihn also im Idealfall vollkommen verschwinden zu lassen. Die Verhältniszahl aus Stoff- und Erzeugniswert bildet einen zweckmäßigen Maßstab für den Grad, bis zu dem dieser Idealzustand erreicht ist; sie stellt den „Wirkungsgrad“ η_t des betrachteten Wirtschaftsvorganges dar. Aus Gl. (1) folgt demnach:

$$\eta_t = \frac{W_{Mt}}{W_t} = \frac{W_{Mt}}{W_{Mt} + W_{At}} \dots \dots \dots (2).$$

Der Wirkungsgrad ist null, wenn $W_{Mt} = 0$, also in der Zeit t kein fertiges Erzeugnis geliefert wird. Mit zunehmender Lieferung oder „Leistung“ W_{Mt} steigt η_t etwa bis zur Vollastgrenze, nach deren Überschreitung der Wirkungsgrad erfahrungsgemäß schnell zurückgeht. Daraus folgt: der Erzeugungswert W_{At} nimmt mit der Leistung nach einer Exponentialfunktion von W_{Mt} zu. Diese Beziehung läßt sich bei allen Wirtschaftsvorgängen hinreichend genau darstellen durch:

$$W_{At} = a + b W_{Mt} + c W_{Mt}^2 \dots \dots \dots (3);$$

a , b und c sind Festwerte, die das betreffende Erzeugungsverfahren kennzeichnen: a entspricht dem Wertaufwand (Verlust) für $W_{Mt} = 0$, also bei Leerlauf des Betriebes. Wir nennen:

a = Leer-Verlustzahl,

b = Last-Verlustzahl,

c = Lastquadrat-Verlustzahl.

Kennt man die Erzeugnis- oder Erzeugungswerte eines Betriebes für drei verschiedene Leistungen W_{Mt} , so sind damit alle drei Festwerte bestimmt.

Gl. (1) bis (3) setzen einen ununterbrochenen Verlauf der Erzeugung bei unveränderlicher Leistung voraus; sie gelten daher, streng genommen, nur für kurze Zeiten. Um den Wert W der Erzeugnisse in einer beliebigen Zeit $\Delta t = t_1 - t_0$ zu bestimmen, muß man Gl. (1) nach der Zeit integrieren.

Wenn nichts andres bemerkt ist, rechnen wir Zeit stets von $t_0 = 0$ bis $t_1 = 1$. Im Sonderfall sind die Ergebnisse noch mit der wirklichen Zeitdauer zu tipplizieren. Aus Gl. (1) und (3) folgt:

$$W = \int_0^1 W_{Mt} dt + a \int_0^1 dt + b \int_0^1 W_{Mt} dt + c \int_0^1 W_{Mt}^2 dt$$

Die Abhängigkeit der Leistung von der Zeit sich allgemein annähernd bestimmen, wenn man die W_{Mt} des zeitlich aufgetragenen Lastverlaufes nach ihrer Ordnung, wodurch bekanntlich das Ergebnis der Integration verändert wird, und folgende die Betriebsart zeichnende Größen als Unveränderliche der Gleichung annimmt:

W_{Mv} = Volleistung des Betriebes,

W_{Ms} = Spitzenwert der Leistung während der Dauer Δt ,

$$m_v = \frac{W_{Ms}}{W_{Mv}} = \text{Spitzengrad}$$

= Spitzenwert der Leistung während der Zeit Δt Volleistung

m = Leistungsgrad oder Lastgrad
= Durchschnittsleistung während der Zeit Δt Spitzenleistung W_{Ms}

$\mu = m_v m$ = Nutzungsgrad
= Durchschnittsleistung während der Zeit Δt Vollastleistung W_{Mv}

m_g = Ungleichförmigkeitsgrad der Leistung
= Mindestleistung während der Zeit Δt Spitzenleistung W_{Ms}

Die Näherungsgleichung lautet dann:

$$W_{Mt} = m_v W_{Mv} \left[m_g + (1 - m_g) t^{\frac{1-m}{m_g}} \right]$$

Diese Gleichung genügt der Begriffsbestimmung Lastgrades, nämlich:

$$m = \frac{1}{m_v W_{Mv}} \int_0^1 W_{Mt} dt \dots \dots$$

Der Ungleichförmigkeitsgrad m_g beeinflusst lediglich das quadratische Glied von Gl. (4); der Gesamtwert dieses Gliedes ist meist nur ein Bruchteil von jenen übrigen Gliedern dieser Gleichung (bei den Wirtschaftsberechnungen von Kraftbetrieben verschwindet er praktisch wie später gezeigt wird); es ist daher ohne erheblichen Fehler zulässig, in Gl. (5) $m_g = 0$ zu setzen, also:

$$W_{Mt} = m_v W_{Mv} t^{\frac{1-m}{m}} \dots \dots \dots$$

Damit erhält man als Lösung von Gl. (4)

$$W = \mu W_{Mv} + \left[a + b \mu W_{Mv} + c \frac{\mu m_v}{2-m} W_{Mv}^2 \right]$$

Daraus folgt als der spezifische Erzeugungswert w , d. i. der durchschnittliche Wert für die Leistung während des Zeitabschnittes $t_0 = 0$ bis $t_1 = 1$ der Erzeugnisse:

$$w = \frac{W}{\mu W_{Mv}} = 1 + \left[\frac{a}{\mu} + b + c \frac{m_v}{2-m} \right]$$

wenn

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{a}{W_{Mv}} \\ \gamma &= c W_{Mv} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots$$

ferner als spezifischer Erzeugungswert w_A , d. i. der durchschnittliche spezifische Verlust

für die Einheit der während des Zeitabschnitts $t_0 = 0$ hergestellten Erzeugnisse:

$$w_A = \frac{\alpha}{\mu} + b + \gamma \frac{m_v}{2 - m} \dots \dots \dots (11)$$

als Wirkungsgrad der während des Zeitabschnitts $t_0 = 0$ bis $t_1 = 1$ geleisteten Arbeit

$$\eta = \frac{1}{w} = \frac{1}{1 + \left[\frac{\alpha}{\mu} + b + \gamma \frac{m_v}{2 - m} \right]} \dots \dots \dots (12).$$

Zusammengesetzter Betrieb

Das Erzeugnis, wie z. B. die elektrische Arbeit, Herstellung mehrere aufeinanderfolgende Arbeitsgänge zu durchlaufen, so sind die Wirtschaftsgleichungen für jeden Teilvorgang besonders zu bestimmen. Das Produkt ergibt dann den Erzeugniswert w_z des Gesamtbetriebes:

$$w_z = w_1 w_2 \dots w_n \dots \dots \dots (13).$$

Man aus Gl. (13) einen beliebigen Augenblickswert des Erzeugnisses zu bestimmen, hat man w_z mit dem bestimmten Nutzungsgrad μ_1 zu multiplizieren und $m_1 = m_n = 1$ zu setzen; demnach

$$w_{z_t} = (m_{v1} + \alpha_1 + b_1 m_{v1} + \gamma_1 m_{v1}^2) \left(1 + \frac{\alpha_1}{m_{v2}} + b_2 + \gamma_2 m_{v2} \right) \dots \left(1 + \frac{\alpha_n}{m_{vn}} + b_n + \gamma_n m_{vn} \right) \dots \dots \dots (14).$$

Die Abhängigkeit der Spitzen-, Last- und Nutzungsgrade m_v , m , μ voneinander kann man rechnerisch nur erfassen, wenn sämtliche Betriebe gleichmäßig arbeiten und an keiner Stelle größere Vorräte geteilt werden. Bei dieser in jedem neuzeitlichen Betrieb strebten und in der Energiewirtschaft fast restlos durchgeführten Arbeitsweise folgt aus der Gleichheit der abgegebenen und aufgenommenen Werte zweier aufeinanderfolgender Teilbetriebe:

$$\left. \begin{aligned} m_1 w_1 &= m_2 w_{s1} \\ m_2 w_2 &= m_3 w_{s2} \\ \dots &\dots \dots \\ m_{n-1} w_{n-1} &= m_n w_{s(n-1)} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (15);$$

... $(n-1)$ = dem vom Teilbetrieb 1, 2, ..., $(n-1)$ bei Spitzenlast $m_{1,2,\dots,(n-1)} = 1$ aufgenommenen oder vom Teilbetrieb 2, 3, ..., n bei Spitzenlast abgegebenen Wert.

Die Werte $w_{1,2,\dots,(n-1)}$ und $w_{s1,2,3,\dots,(n-1)}$ sind aus Gl. (9) zu bestimmen; man erhält demnach als allgemeine Gleichung für die gegenseitige Abhängigkeit der Teilbetriebe:

$$w_{n-1} = \frac{1 + \left[\frac{\alpha_{n-1}}{m_{n-1}} + b_{n-1} + \gamma_{n-1} \frac{m_{v(n-1)}}{2 - m_{n-1}} \right]}{1 + \left[\frac{\alpha_{n-1}}{m_{v(n-1)}} + b_{n-1} + \gamma_{n-1} m_{v(n-1)} \right]} \dots \dots \dots (16).$$

Unter der weiteren, durchweg zutreffenden Annahme, alle Maschinen in den Teilbetrieben zu gleicher Zeit belastet laufen, gilt ähnlich Gl. (15) für die Spitzenlast:

$$\left. \begin{aligned} m_{v1} w_{s1} &= m_{v2} w_{v1} \\ m_{v2} w_{s2} &= m_{v3} w_{v2} \\ \dots &\dots \dots \\ m_{v(n-1)} w_{s(n-1)} &= m_{vn} w_{v(n-1)} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (17)$$

... $s \dots (n-1)$ = dem vom Teilbetrieb 1, 2, ..., $(n-1)$ bei Vollast ($\mu_{1,2,3,\dots,n} = 1$) aufgenommenen oder vom Teilbetrieb 2, 3, ..., n bei Vollast abgegebenen Wert.

Demnach folgt aus Gl. (9) und (17):

$$w_{v(n-1)} = \frac{1 + \left[\frac{\alpha_{n-1}}{m_{v(n-1)}} + b_{n-1} + \gamma_{n-1} m_{v(n-1)} \right]}{1 + \left[\alpha_{n-1} + b_{n-1} + \gamma_{n-1} \right]} \dots \dots \dots (18)$$

und aus Gl. (16) und (18):

$$\mu_n = m_n m_{vn} = \mu_{n-1} \frac{1 + \left[\frac{\alpha_{n-1}}{m_{n-1}} + b_{n-1} + \gamma_{n-1} \frac{m_{v(n-1)}}{2 - m_{n-1}} \right]}{1 + \left[\alpha_{n-1} + b_{n-1} + \gamma_{n-1} \right]} \dots \dots \dots (19).$$

Ist $\gamma_{1,2,3,\dots,(n-1)} = 0$ oder vernachlässigbar klein, so erhält man aus Gl. (19):

$$\mu_n = \frac{(1 + b_{n-1}) \mu_{n-1} + \alpha_{n-1}}{(1 + b_{n-1}) + \alpha_{n-1}} \dots \dots \dots (20).$$

Sämtliche Rechnungsgrößen der Wirtschaftsgleichungen (9) bis (20) sind dimensionslose Verhältnis- (Vergleichs-) Werte; der Wertmaßstab kann beliebig gewählt werden; die Gleichungen gelten daher allgemein und für wirtschaftliche Untersuchungen jeglicher Art, insbesondere auch für zusammengesetzte Betriebe, bei denen das Erzeugnis eine Reihe von Arbeitsvorgängen mit den verschiedensten Wertmaßstäben zu durchlaufen hat.

Anwendung auf das Großkraftwerk Klingenberg

Den „Stoffwert“ eines Kraftwerkbetriebes bildet die an das Netz abgegebene elektrische Arbeit in kWh. Der „Erzeugungswert“ (Verlust) setzt sich zusammen aus den

Aufwendungen, die erforderlich sind, um die angelieferte Kohle in elektrische Arbeit umzusetzen, mit Ausnahme des der nutzbar abgegebenen Arbeit gleichwertigen Teiles der Kohle. Man unterscheidet zweckmäßig folgende Arten von Aufwendungen:

- a) Kohle,
- b) Betriebsstoffe: Öl, Wasser, Werkstattstoffe usw.,
- c) Löhne und Gehälter,
- d) Kapitaldienst: Zinsen, Abschreibungen, Erneuerungen.

Die vorliegende Arbeit behandelt lediglich den wärmewirtschaftlichen Teil des Betriebes, also die Bestimmung des an erster Stelle aufgeführten Kohlenaufwandes. Am Schluß sind noch die Anlagekosten zusammengestellt, die die Grundlage des Kapitaldienstes bilden.

Wärmewirtschaftlicher Teil

Nach dem heutigen Stande der physikalischen Erkenntnis ist die Arbeit identisch mit der Bewegung der an dem Arbeitsvorgang beteiligten Masse. Der Satz von der Erhaltung der Arbeit gilt daher unverändert für die Bewegung. Wenn durch Kohle Bewegung „erzeugt“ werden kann, so muß schon die unverbrannte Kohle eine mindestens gleichwertige Bewegung ausführen, obwohl sie sich scheinbar in Ruhe befindet. Die Bewegung der Kohle geschieht in einer Form, die bei der Unvollkommenheit unserer Sinne nicht unmittelbar wahrgenommen wird. Arbeit „leisten“ oder „erzeugen“ bedeutet somit lediglich, eine vorhandene Bewegung einer Masse in eine gleichwertige, jedoch verschieden geartete Bewegung derselben oder einer andern Masse umzuformen.

Die Technik ist heute noch nicht im Stande, die Eigenbewegung der Kohle unmittelbar in elektrische Bewegung zu verwandeln; sie muß sie zu diesem Zweck mindestens viermal „umformen“. Hierzu ist eine Reihe von Teilbetrieben nötig, deren Wärmeleistungen man einzeln bestimmen muß, um die Wirtschaftlichkeit des vollständigen Arbeitsvorganges zu erfassen.

Für die Untersuchung erweist es sich als zweckmäßig, das Kraftwerk in folgende Teilbetriebe zu gliedern:

1. Eigenverbrauchsanlagen mit elektrischem Antrieb,
2. Maschinenanlage (Turbodynamos und Vorwärmung),
3. Anlagen zur Übertragung der Wärme (Dampf- und Warmwasserleitungen),
4. Kesselanlage,
5. Kohlenaufbereitung.

Eigenverbrauchsanlagen mit elektrischem Antrieb

Im Kraftwerk Klingenberg werden alle Hilfsanlagen elektrisch angetrieben. Die Energie wird den 6 kV-Hilfssammelschienen der Vorwärm-Stromerzeuger entnommen.

Für die Hilfsantriebe erster Ordnung, d. s. im wesentlichen die Pumpen der Kondensation und der Kesselspeisung, stehen Dampfreserven zur Verfügung, die jedoch nur im Notfall oder beim Hochfahren der Anlage laufen und infolgedessen die Wirtschaftlichkeit praktisch nicht beeinflussen. Obwohl z. B. die Arbeit der Kühlwasserpumpen oder der Saugzugmotoren Verluste der Turbodynamos oder der Kesselanlage darstellen, ist es rechnerisch einfacher, alle elektrischen Hilfsantriebe, wie oben angegeben, zu einem besonderen Betrieb zusammenzufassen. In Zahlentafel 1 ist der Eigenverbrauch so geordnet, daß er erforderlichenfalls auf die verschiedenen Teile der Einrichtung verrechnet werden kann.

Der Eigenverbrauch steigt annähernd linear mit der Belastung des Kraftwerkes. Unter dieser Annahme ($c=0$) folgt aus Gl. (8) der Eigenverbrauch bei Vollast ($\mu_1=1$):

$$W_{v_1} = W_{Mv_1} + [a_1 + b_1 W_{Mv_1}] \quad (21)$$

Die Zahlenwerte dieser Gleichung ergeben sich aus Zahlentafel 1; sie sind in Zahlentafel 2 zusammen mit den Wirtschaftsgleichungen eingetragen.

Maschinenanlage

Die Ergebnisse der Abnahmeversuche an den Hauptturbinen zeigen zwischen Voll- und Viertellast eine fast genaue lineare Abhängigkeit des Dampfverbrauches von der Belastung. Da praktisch nur dieser Lastbereich interessiert, darf in Gl. (8) $c=0$ gesetzt werden. Mit einem Zuschlag von rd. 5 vH auf die Versuchswerte zur Berücksichtigung der unvermeidlichen Unregelmäßigkeiten des praktischen Betriebes (Schwankungen des Dampfdrucks, der Überhitzung, der Luftleere, der Schaufelabnutzung usw.) ist der Dampfverbrauch einer Hauptmaschine Q_D zwischen Viertel- und Vollast einschließlich Erregung

$$Q_D = 10\,300 + 3,84 \mu_2 W'_{Mv_2} \text{ (kg)} \quad (23);$$

W'_{Mv_2} = Klemmleistung einer Hauptturbodynamo bei Vollast.

Den Zustandswerten des Turbinendampfes: 33 atabs, 400° bei 25° Endtemperatur entspricht ein Wärmegefälle von 746 kcal/kg und ein elektrisches Gefälle von $746/860 = 0,868$ kWh/kg. Demnach erhält man aus Gl. (8) und (23)

$$W'_2 = \mu_2 W'_{Mv_2} + [8940 + 2,33 \mu_2 W'_{Mv_2}] \quad (24)$$

Zahlentafel 1
Elektrischer Eigenverbrauch des Kraftwerkes Klingenberg
bei Leerlauf und bei Vollast

Nr.	Abnahmestelle	Eigenverbrauch bei Betrieb mit					
		1 Maschinen- gruppe		2 Maschinen- gruppen		3 Maschinen- gruppen	
		unbe- lastet kW	voll belast. (90 000 kW) kW	unbe- lastet kW	voll belast. (180 000 kW) kW	unbe- lastet kW	voll belast. (270 000 kW) kW
1	Maschinenanlage: Kühlwasser- und Kondensatpumpen, Siebrechenanlage, Rückkühlung der Stromerzeuger	700	880	1 400	1 760	2 100	2 640
2	Kesselanlage: Speisewasserpumpen einschl. Zusatzpumpen der Vorwärmung . . .	500	750	950	1 400	1 400	2 100
	Gleichstromumformer .	200	660	360	1 200	450	1 500
3	Kohlenaufbereitung: Mühlen, Trockner, Förderschnecken, Filter, Kompressor, Staubbförderung	350	1 000	500	1 500	700	2 000
4	Kohlenförderanlage . . .	150	350	200	500	300	700
5	Beleuchtung	190	190	240	240	290	290
6	Heizung (Winter)	110	110	130	130	150	150
7	Gebrauchwasserpumpen .	15	20	25	30	30	30
8	Verschiedenes	70	140	80	160	90	180
9	zusammen	2 285	4 100	3 885	6 920	5 510	9 640

und ferner, da $W'_{Mv_2} = 80\,000$ (kW):

$$a_2' = \frac{8\,940}{80\,000} = 0,112, \quad b_2' = 2,33.$$

Die Wirtschaftsgleichung der Hauptturbine lautet daher:

$$w_2' = 1 + \left[\frac{0,112}{\mu_2} + 2,33 \right] \dots \dots \dots$$

Der Vollastwirkungsgrad beträgt:

$$\eta'_{v_2} = \frac{100}{1 + (0,112 + 2,33)} = 29,1 \text{ vH}.$$

Die Vorwärmerturbinen arbeiten in der Anlage als Abdampfturbinen mit einer Anzapfstufe. An der Anzapfstufe und Abdampf dienen zur Vorwärmung des Speisewassers das thermodynamisch unbenutzte Wärmegefälle des Dampfstromes der Vorwärmerturbinen kommt also dem Kreislauf bis auf folgende Verluste zugute:

Verluste, bezogen auf Vollast-Klemmleistung

Verlustart		Leer-Verlust vH	Last-Verlust vH	Lastqu- Verl- vH
mechanisch	rd.	1,5	—	—
Wärmeableitung	„	0,5	—	—
elektrisch	„	2,8	—	2,8
Summe	rd.	4,8	—	2,8

Zahlentafel 2
Eigenverbrauchsgleichungen

	1 Maschinengruppe	Betrieb mit 2 Maschinengruppen	3 Maschinengruppen
Klemmleistung W_{v_1} kW	90 000	180 000	270 000
Nutzbare Leistung W_{Mv_1} „	85 900	173 800	260 350
Festwert a_1 „	2 285	3 885	5 510
„ $b_1 W_{Mv_1}$ „	1 815	3 035	4 140
$a_1 = \frac{\alpha_1}{W_{Mv_1}}$	0,0266	0,0222	0,0212
$b_1 = \frac{b_1 W_{Mv_1}}{W_{Mv_1}}$	0,0211	0,0175	0,0159
w_1 aus Gl. (9)	$1 + \left[\frac{0,0266}{\mu_1} + 0,0211 \right]$ (Gl. 22a)	$1 + \left[\frac{0,0222}{\mu_1} + 0,0175 \right]$ (Gl. 22b)	$1 + \left[\frac{0,0212}{\mu_1} + 0,0159 \right]$ (Gl. 22c)
Vollastwirkungsgrad η_{v_1} aus Gl. (12)	0,955	0,962	0,964

ie Stopfbüchsenverluste werden später bei dem Zu-
asser berücksichtigt.

emnach sind die Festwerte:

$$a_2'' = 0,048,$$

$$b_2'' = 0,$$

$$\gamma_2'' = 0,024;$$

irtschaftsgleichung der Vorwärmmaschinen ist

$$w_2'' = 1 + \left[\frac{0,048}{\mu_2} + 0,024 \frac{m_{v_2}}{2 - m_2} \right] \dots (26)$$

er Vollastwirkungsgrad

$$\eta_{v_2}'' = \frac{100}{1 + [0,048 + 0,024]} = 93,3 \text{ vH.}$$

a sich das Verhältnis der thermodynamischen Wir-
ngrade der Haupt- und Vorwärmturbinen
hen Voll- und Viertellast nur wenig ändert und da
ic mit festem Dampfgefall arbeiten (Anzapfdampf und
npf der Vorwärmturbinen werden auf gleichbleibenden
ic geregelt), so muß auch das Leistungsverhältnis
ic Maschinen annähernd gleich bleiben. Die Abwei-
en vom Mittelwert liegen unter 5 vH. Das Lei-
sverhältnis beträgt zwischen Voll- und Viertellast
ittel 12,6 vH.

ei der Einheit der Klemmenleistung des vereinigten
asinsatzes betragen demnach die aus Gl. (25) und
erechneten Wertanteile:

auptturbine:

$$0,888 w_2' = 0,888 + 0,0995 \frac{1}{\mu_2} + 2,069,$$

orwärmturbinen:

$$0,122 w_2'' = 0,122 + 0,0059 \frac{1}{\mu_2} + 0,0029 \frac{m_{v_2}}{2 - m_2}.$$

us folgt als Wirtschaftsgleichung der Maschinen-
e:

$$w_2 = 1 + \left[\frac{0,1054}{\mu_2} + 2,069 + 0,0029 \frac{m_{v_2}}{2 - m_2} \right] \dots (27)$$

unter Vernachlässigung des quadratischen Verlust-
es in der Klammer, das nur den Bruchteil von 1 vH
iesamtverlustes ausmacht, abgerundet:

$$w_2 = 1 + \left[\frac{0,105}{\mu_2} + 2,075 \right] \dots (28).$$

Vollastwirkungsgrad ist dann:

$$\eta_{v_2} = \frac{100}{1 + [0,105 + 2,075]} = 31,5 \text{ vH.}$$

n Zahlentafel 3 sind die aus Gl. (25) für verschied-
Belastungen berechneten Wirkungsgrade der Haupt-
nen denen der vereinigten Maschinengruppe gegen-
gestellt.

Zahlentafel 3

esserung des Maschinenwirkungsgrades
durch die Vorwärmung

Belastung Maschinengruppe	Thermischer Haupt- maschine vH	Wirkungsgrad Maschinen- gruppe vH	Wirkungs- grad- verbesserung vH
st = 90 000 kW	29,10	31,54	8,39
st = 67 500 "	28,80	31,21	8,37
st = 45 000 "	28,19	30,54	8,35
st = 22 500 "	26,50	28,70	8,31

Der wirkliche Gewinn durch Vorwärmung ist gerin-
da die zugehörige Vorwärmanlage, wenn auch nur
ge, zusätzliche Verluste hervorruft, die in dem fol-
en Abschnitt berücksichtigt sind.

Aus Gl. (20) folgt $\mu_2 = \frac{(1 + b_1) \mu_1 + a_1}{(1 + b_1) + a_1}$.

Setzt man die Werte für a_1 und b_1 aus Zahlentafel 2
so erhält man bei Betrieb mit

$$\left. \begin{array}{l} \text{r Maschinengruppe} \quad \mu_2 = 0,9750 \mu_1 + 0,0250 \\ \text{Maschinengruppen} \quad \mu_2 = 0,9786 \mu_1 + 0,0214 \\ \text{,,} \quad \mu_2 = 0,9795 \mu_1 + 0,0205 \end{array} \right\} (29).$$

Anlagen zur Übertragung der Wärme- arbeit

(Dampf- und Wasserleitungen)

Die Aufwendungen oder Verluste bei Fortleitung der
Wärmearbeit durch die Rohrleitungen mittels Dampf und
Warmwasser teilt man zweckmäßig in drei Arten:

- a) Verluste durch Wärmeableitung in die Außenluft,
- b) Verluste durch Strömung in den Leitungen,
- c) Verluste durch Undichtheiten der Leitungen.

Werden die Verluste getrennt bestimmt, so lautet Wirt-
schaftsgleichung (9):

$$w_3 = 1 + [w_{Aa} + w_{Ab} + w_{Ac}] \\ = 1 + \left[\frac{a_a + a_b + a_c}{\mu_3} + (b_a + b_b + b_c) + (\gamma_a + \gamma_b + \gamma_c) \frac{m_{v_3}}{2 - m_3} \right] \quad (30).$$

Um die Übertragungsverluste in dieser allgemeinen
Form zu erfassen, muß man Näherungsannahmen machen.
Die hierdurch bedingten Ungenauigkeiten, die auf höch-
stens ± 15 vH geschätzt werden, beeinflussen das End-
ergebnis wenig, da alle Übertragungsverluste zusammen
nur einen geringen Teil der übrigen Verluste im Kraft-
werk bilden.

Wir setzen voraus, daß für den Betrieb einer Maschi-
nengruppe jeweils $\frac{1}{2}$ der gesamten Rohrleitungsanlage
nötig ist, und daß infolgedessen die für das vollständige
Kraftwerk (drei Maschinengruppen) berechneten Fest-
werte in Gl. (30) auch bei Betrieb mit einer oder zwei
Maschinengruppen unverändert gelten.

Im Wärmemaßstab beträgt die nutzbare Energieab-
gabe (Erzeugniswert) der Leitungen bei Vollast:

$$W_{Mv_3} = 860 \frac{W_{Mv_1}}{\eta_{v_1} \eta_{v_2}} \text{ kcal/h}$$

Nach Zahlentafel 2 ist für Betrieb mit drei Maschi-
nengruppen

$$W_{Mv_1} = 260 \text{ 350 kW,}$$

$$\eta_{v_1} = 0,964,$$

$$\eta_{v_2} = 0,315,$$

mithin

$$W_{Mv_3} = 738 \cdot 10^6 \text{ kcal/h.}$$

Vernachlässigt man die Schwankungen der Unter-
schiede zwischen Innen- und Außentemperatur der Lei-
tungen, so ist die stündliche Wärmeableitung
unveränderlich, demnach sind b und γ in Gl. (11) null
und

$$w_{Aa} = \frac{a_a}{\mu_3}.$$

Nach den ausgeführten Messungen betragen die
Wärmeableitzahlen des Kraftwerkes, bezogen auf die
metallische Rohroberfläche einschließlich eines Sicher-
heitszuschlages für unisolierte Teile

für Frischdampfleitungen mit Zubehör

$$\text{rd. } 0,44 \text{ kcal/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h,}$$

für Leitungen der Vorwärmanlage mit Zubehör

$$\text{rd. } 0,61 \text{ kcal/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h.}$$

Aus der Rohroberfläche der Gesamtanlage und dem
Temperaturgefälle zwischen Rohr und Luft ergeben sich
folgende Ableitungsverluste:

	Rohrober- fläche m ²	Temperatur- gefälle °C	Isolationsver- luste (a in Gl.10) kcal/h
Frischdampfleitungen	2750	rd. 385	0,466.10 ⁶
Vorwärmleitungen	2800	„ 115	0,197.10 ⁶
	5550		0,663.10 ⁶

daraus folgt

$$w_{Aa} = \frac{0,663 \cdot 10^6}{738 \cdot 10^6 \mu_3} = \frac{0,9 \cdot 10^{-3}}{\mu_3} \dots (31).$$

Als Strömungsverluste in den Rohr-
leitungen kommen drei Arten, nämlich die Verluste
für Wasser, für Kohlenstaub-Luftgemisch und für Dampf
(Frischdampf, Abdampf und Anzapfdampf) in Frage.

Zum Fortbewegen der ersten beiden Mittel dienen besondere elektrisch angetriebene Pumpen; ihre Strömungsverluste sind daher im elektrischen Eigenverbrauch (Zahlentafel 1) bereits berücksichtigt. Die Verluste in den Rohrleitungen für den Anzapf- und Abdampf der Vorwärmerturbinen sind infolge der kleinen Stromgeschwindigkeiten und kurzen Leitungen bedeutungslos und werden vernachlässigt.

Die Stromverluste in den Frischdampfleitungen hängen teilweise von der Schaltung des Rohrnetzes ab, s. S. 1882. Abb. 9 bis 11. Die Leitungen sind so bemessen, daß die Strömgeschwindigkeit bei der üblichen Schaltung unter Vollast der Turbinen am Anfang der Leitung rd. 80 m/s, und der Spannungsabfall bis zum Ende der Leitung rd. 2 at, d. s. knapp 6 vH, beträgt. Werden diese Werte zugrunde gelegt, so sind die durch den Dampfstrom hervorgerufenen Änderungen der ohnehin geringen Isolationsverluste Gl. (28) bedeutungslos; die Strömungsvorgänge vollziehen sich daher praktisch ohne Wärmeaustausch zwischen Strommittel und Umgebung der Rohrleitungen.

Daraus folgt: die Gesamtbewegung der im Dampfstrom enthaltenen Masse, d. h. die Summe aus sichtbarer und unsichtbarer (Wärme-) Bewegung, bleibt während des Strömens unverändert. Wie der Spannungsabfall und die damit zusammenhängende Volumenvergrößerung in der Leitung beweisen, führt die Reibung der Dampfteilchen aneinander und an der Rohrwandung dazu, die sichtbare Bewegung des Dampfes auf Kosten der unsichtbaren (Wärmebewegung) zu vergrößern. Der in der Strömrichtung beschleunigte Teil der sichtbaren Strombewegung kommt der Turbine zugute; dieser Einfluß der Reibung bedeutet somit keinen Verlust.

Der übrige, turbulente oder gegen den Strom gerichtete Teil der Zunahme der sichtbaren Bewegung wird fortlaufend in unsichtbare Bewegung (Wärme) zurückverwandelt; diese Umwandlung: molekulare in sichtbare und zurück in molekulare Bewegung, läßt sich nicht beliebig wiederholen; wird der Strom anderweitig nicht beeinflusst, so wird erfahrungsgemäß der aus der molekularen in sichtbare Bewegung umwandelbare Teil mit jedem Kreislauf kleiner; daher nimmt in längeren Leitungen trotz ununterbrochener Erzeugung turbulenter Bewegung die Gesamtturbulenz nicht zu, sondern es vermehrt sich nur die Wärmebewegung um einen dem Totlaufen der Turbulenzbewegung gleichwertigen Betrag. Um genau ebenso viel wird der zur Erzeugung von sichtbarer (mechanischer) Bewegung verwendbare Teil des in die Turbine einströmenden Dampfes verringert; das ist daher der eigentliche Strömungsverlust der Frischdampfleitungen.

Da sich die Gesamtturbulenz des Stromes, wie eben gezeigt, praktisch nicht ändert, so kann man den Strömungsverlust an der Hand der Entropietafel aus den Zustandswerten des Dampfes am Anfang der Leitung und im Kondensator und aus dem Spannungsabfall in der Leitung ermitteln, s. Zahlentafel 4.

Zahlentafel 4
Zustandswerte

	Anfang der Leitung	Ende der Leitung	Konden- sator
	1	2	3
Temperatur t °C	410	—	—
Spannung p at abs	35	33	0,04
Wärmeinhalt J . . . kcal/kg (ausschl. Strombewegung)	776	—	—
Entropie S	1,623	—	—
Spez. Volumen m ³ /kg	0,088	—	—
Strömgeschwindigkeit v m/s	80	—	—

Der durch die Beschleunigung des Dampfstromes von v_1 auf v_2 bedingte Abfall des Dampfdrucks von p_1 auf p_2 darf vernachlässigt werden, wie folgende Überschlagsrechnung zeigt:

Den ungünstigsten Fall, isothermischen Spannungsverlauf, vorausgesetzt, ist

$$v_2 = v_1 \frac{p_1}{p_2} = 84,8 \text{ m/s,}$$

und der auf die Beschleunigung zwischen Anfang Ende der Leitung entfallende Teil des gesamten Druckabfalls:

$$\Delta p = \frac{(v_2^2 - v_1^2) \gamma}{2 g \cdot 10000} \text{ at} \dots\dots\dots$$

mit $\gamma = 10,9$ ist $\Delta p = 0,044$ at abs, d. s. rd. 2 vH des gesamten Druckabfalls.

Mit dieser Vernachlässigung erhält man folgende Stromverluste der Leitung aus der JS-Tafel:

	p at	J_1 kcal/kg	S	J_2 kcal/kg
Anfang der Leitung . . .	35,0	776,0	1,623	495,0
Ende der Leitung . . .	33,0	776,0	1,626	496,7

Die in der Turbine ausnutzbare Dampfwärme 281,0 kcal/kg wird durch den Einfluß der Leitung $\Delta J = 1,7$ kcal/kg vermindert; ΔJ entspricht daher Stromverlust der Leitung bei Vollast.

Da der Stromverlust bei Leerlauf null ist ($\gamma = 0$), so und bis Vollast praktisch linear ansteigt ($\gamma = 0$), so halten wir aus Gl. (11) für den spezifischen Stromverlust:

$$w_{Ab} = b_b = \frac{1,7}{279,3} = 0,061 \dots\dots\dots$$

Unter den Verlusten durch Undichtheiten der Leitungen verstehen wir sämtliche Abgänge an umlaufendem Strommittel (Dampf Wasser), die dauernd durch das „Zusatzwasser“ zu ergänzen sind; diesen Verlust kann man einwandfrei stellen; er umfaßt außer den Undichtheiten der Leitungen die Stopfbüchsenverluste der Turbinen, die Undichtheiten der Kessel, die Abgänge durch Entschlammung, Rußblasen usw.

Die Menge an Zusatzwasser beträgt im Regelbetrieb, wenn alle drei Maschinengruppen laufen, rd. 12 t/h Leerlauf und 36 t/h bei Vollast.

Nach dem spezifischen Wärmearaufwand entfallen bei 50 vH von rd.

50 vH auf Frischdampf,	Wärmearaufwand rd. 755 kcal
10 „ „ Anzapfdampf	„ „ 640
5 „ „ vorgewärmtes Wasser,	„ „ 125
35 „ „ Kesselwasser	„ „ 230

Der mittlere Wärmewert der durch Zusatzwasser gesetzten Wasserverluste beträgt somit rd. 528 kcal/kg. linearem Anstieg der Verluste zwischen Leerlauf und Vollast ($c = 0$) ist nach Gl. (8)

$$W_{Ac} = 12000 \cdot 528 + (36000 - 12000) \cdot 528 \mu_3 = 6,33 \cdot 10^6 + 12,66 \cdot 10^6 \mu_3;$$

da $W_{Mv_3} = 738 \cdot 10^6$, so folgt aus Gl. (9) und (11) spezifische Verlust durch Undichtheiten

$$w_{Ac} = \frac{0,0086}{\mu_3} + 0,0172 \dots\dots\dots$$

Mit den Werten von Gl. (31), (33) und (34) ergibt sich Gl. (30) als Wirtschaftsgleichung für die Übertragung der Wärmeeinheit:

$$w_3 = 1 + \left[\frac{0,010}{\mu_3} + 0,023 \right] \dots\dots\dots$$

und als Vollastwirkungsgrad

$$\eta_v = \frac{100}{1 + (0,01 + 0,023)} = 96,7 \text{ vH.}$$

Aus Gl. (20) folgt

$$\mu_3 = \frac{(1 + b_2) \mu_2 + a_2}{(1 + b_2) + a_2} = 0,967 \mu_2 + 0,033 \dots\dots\dots$$

da nach Gl. (28) $b_2 = 2,075$ und $a_2 = 0,105$ ist.

Die Werte für μ_2 aus Gl. (29) eingesetzt, ergeben bei Betrieb von

- einer Maschinengruppe $\mu_3 = 0,9428 \mu_1 + 0,0572$
- zwei Maschinengruppen $\mu_3 = 0,9463 \mu_1 + 0,0537$
- drei Maschinengruppen $\mu_3 = 0,9472 \mu_1 + 0,0528$

Kesselanlage

is Mangel an einer geeigneten Wgevorrichtung
ohlenstaub konnten bisher noch keine einwand-
Versuche uber den Wirkungsgrad der Kessel
gefuhrt werden. Man erwartet, daß die Kessel be-
nagig, also einschließlich der Verluste durch An-
Verschmutzung der Heizflachen usw., ohne
grichtigkeit folgende Wirkungsgrade erreichen:

	mit Economiser vH	ohne Economiser vH
ei 70 t/h	rd. 88	rd. 83
„ 80 t/h	„ 85	„ 80

erverlustzahl (a) betragt einschließlich der Anheiz-
te etwa 4 vH der Nutzleistung. Der Verlust steigt
va 70 t/h praktisch linear an. Der Einfachheit halber
n wir eine lineare Verlustkurve fur den gesamten
reich an, indem wir als Vollastwirkungsgrad das
beider Werte, also 86,5 vH mit Economiser und
1 ohne Economiser rechnen. Dann ergibt sich fol-
Wirtschaftsgleichung der Kesselanlage :

	mit Economiser	ohne Economiser
erlust a_4 . . .	0,040	0,040
erlust b_4 . . .	0,115	0,186
irtschaftsgleichung (338)	$w_4' = 1 + \left[\frac{0,040}{\mu_4} + 0,115 \right]$	$w_4'' = 1 + \left[\frac{0,040}{\mu_4} + 0,186 \right]$
rtwirkungsgrad	$\eta'_{v_4} = 0,865$	$\eta''_{v_4} = 0,815$

isher sind von den 16 Kesseln nur zwei mit Ekono-
n versehen; die Grunde hierfur sind weiter oben
gelegt. Da von vornherein mit dem Einbau weiterer
omiser gerechnet ist, sei fur die folgenden Rechnun-
angenommen, daß jeweils zur Halfte Kessel mit und
Economiser betrieben werden, und daß unter mitt-
Verhaltnissen folgende Wirtschaftsgleichung gilt:

$$w_4 = 1 + \left[\frac{0,040}{\mu_4} + 0,151 \right] \dots \dots \dots (39);$$

ollastwirkungsgrad ist dann

$$\eta_{v_4} = \frac{100}{1 + (0,04 + 0,151)} = 84,0 \text{ vH.}$$

aus Gl. (20) folgt:

$$\mu_4 = \frac{(1 + b_3) \mu_3 + \alpha_3}{(1 + b_3) + \alpha_3} = 0,9903 \mu_3 + 0,0097 \dots \dots \dots (40),$$

ch Gl. (35) $b_3 = 0,023$ und $\alpha_3 = 0,010$ ist.

ie Werte fur μ_3 aus Gl. (37) eingesetzt, ergeben: bei
eb von

$$\left. \begin{array}{l} \text{ner Maschinengruppe } \mu_4 = 0,9337 \mu_1 + 0,0663 \\ \text{wei Maschinengruppen } \mu_4 = 0,9372 \mu_1 + 0,0628 \\ \text{rei } \mu_4 = 0,9380 \mu_1 + 0,0620 \end{array} \right\} \dots (41).$$

Der Arbeitsbedarf der mit Gleichstrom angetriebenen
elgeblase und Staubschnecken ist als Eigenver-
ch (Zahlentafel 1) berucksichtigt. Der erforder-
Gleichstrom wird durch Umformer erzeugt; von
in Zahlentafel 1 angegebenen Verbrauch der Gleich-
-Umformer entfallen etwa 75 vH auf den Bedarf
Kesselanlage.

Kohlenaufbereitung

Warmewirtschaftlich sind die durch Lagerung be-
e Minderung des Heizwertes der Kohle und die zur
erung und Umwandlung der Kohle in Staub er-
rliche Arbeit als Verluste zu werten. Die Heiz-
verluste durch Lagerung kann man rechnerisch
erfassen; sie seien auf rd. 1 vH geschatzt.

Der Aufwand fur die Forderung von Rohkohlen und
sowie fur den Antrieb der Muhlen, Trockner usw.
ls Eigenverbrauch in Zahlentafel 1 eingeschlossen;
tragt, wenn zwei Maschinengruppen vollbelastet sind,

rd. 1000 kW fur jede Gruppe. Die Rohkohle wird durch
Abdampf getrocknet. Der thermische Wirkungsgrad
dieses Vorganges einschließlich der Verluste in den Zu-
leitungen betragt etwa 50 vH beim Trocknen der Kohle
von 10 auf 3 vH Wassergehalt, oder rd. 40 vH ins-
gesamt, wenn ein mittlerer Kesselwirkungsgrad von 80 vH
zugrunde gelegt wird.

Dank den Staubbunkern ist es moglich, die Mahl-
anlage unabhangig von der Kraftwerkbelastung vor-
wiegend vollbelastet und mit unveranderlichem Wir-
kungsgrad zu betreiben. Der mittlere Warmeverbrauch
der Trockner erhalt damit den Charakter eines „Last-
Verlustes“ (b_5'). Die Anheizverluste der Trockner und
Zuleitungen werden bei der groten Benutzungsdauer
von 20 h taglich auf etwa 5 vH des mittleren Warme-
verbrauchs b_5' veranschlagt. Dieser im wesentlichen als
Leerverlust anzusprechende Verbrauch betragt daher an-
nahernd $a_5' = 0,05 b_5'$.

Bei Berucksichtigung des Gesamtwirkungsgrades von
40 vH lautet demnach die Gleichung der spezifischen
Verluste der reinen Verdampfung, entsprechend Gl. (11),

$$\begin{aligned} w'_{A_5} &= \frac{0,05}{\mu_5} \left(\frac{1}{0,4} - 1 \right) + \left(\frac{1}{0,4} - 1 \right) \\ &= \frac{0,075}{\mu_5} + 1,5 \dots \dots \dots (42). \end{aligned}$$

Das Erzeugnis der Kohlenaufbereitung, der Kohlen-
staub, hat einen Heizwert

$$W_{M_5} = \frac{H + 624 (h_0 - h_1)}{1 - (h_0 - h_1)} \dots \dots \dots (43);$$

H = Heizwert der Kohle vor der Trocknung,
 h_0 und h_1 = Wassergehalt der Kohle vor und nach der
Trocknung in kg fur 1 kg Rohkohle.

Bezogen auf 1 kg Staubkohle betragt die durch
Trocknung erzielte Heizwertzunahme

$$\frac{624 (h_0 - h_1)}{1 - (h_0 - h_1)} \text{ kcal/kg} \dots \dots \dots (44);$$

hiernach sind nach Gl. (42) aufzuwenden:

$$W_{A_5} = \frac{624 (h_0 - h_1)}{1 - (h_0 - h_1)} \left(\frac{0,075}{\mu_5} + 1,5 \right) \dots \dots (45).$$

Aus Gl. (9), (43) und (45) ergibt sich als Wirtschafts-
gleichung der Kohlentrocknung einschließlich 1 vH Ver-
lust durch Lagerung:

$$w_5 = 1 + \left[\frac{624 (h_0 - h_1)}{H + 624 (h_0 - h_1)} \left(\frac{0,075}{\mu_5} + 1,5 \right) + 0,01 \right] \dots (46).$$

Diese Gleichung darf fur Kohle von 7 bis 15 vH Wasser-
gehalt bei Trocknung um 5 bis 10 vH als hinreichend zu-
verlassig angesehen werden.

Fur mittlere Verhaltnisse des Großkraftwerkes
Klingenberg wird angenommen: $H = 6300$ kcal/kg,
 $h_0 = 0,10$, $h_1 = 0,03$.

Demnach:

$$w_5 = 1 + \left[\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{\mu_5} + 20,3 \cdot 10^{-3} \right] \dots \dots (47)$$

$$\text{und } \eta_{v_5} = \frac{100}{1 + (0,5 \cdot 10^{-3} + 20,3 \cdot 10^{-3})} = 98 \text{ vH.}$$

Aus Gl. (20) folgt

$$\begin{aligned} \mu_5 &= \frac{(1 + b_4) \mu_4 + \alpha_4}{(1 + b_4) + \alpha_4} \\ &= 0,966 \mu_4 + 0,034 \dots \dots \dots (48). \end{aligned}$$

da nach Gl. (39) $b_4 = 0,151$ und $\alpha_4 = 0,04$.

Die Werte fur μ_4 aus Gl. (41) eingesetzt, ergeben:
bei Betrieb von

$$\left. \begin{array}{l} \text{einer Maschinengruppe } \mu_5 = 0,9020 \mu_1 + 0,0980 \\ \text{zwei Maschinengruppen } \mu_5 = 0,9054 \mu_1 + 0,0946 \\ \text{drei } \mu_5 = 0,9060 \mu_1 + 0,0940 \end{array} \right\} \dots (49).$$

Gesamtwirtschaftlichkeit des Kohlenverbrauchs

In der Zahlentafel 5 sind die gefundenen Werte zur
Bestimmung der Gesamtwirtschaftlichkeit nach Gl. (13)
und (14) fur den Fall zusammengestellt, daß zwei Ma-
schinengruppen betrieben werden.

Zahlentafel 5
Zusammenstellung der Ergebnisse für den Betrieb mit zwei Maschinengruppen

Gegenstand	Eigenverbrauch	Maschinen	Leitungen	Kessel	Kohlenaufbereitung	Gesamt
Festwerte	$\left\{ \begin{matrix} a \\ b \end{matrix} \right.$ 0,0222 0,0175	0,1050 2,0650	0,0100 0,0230	0,0400 0,1510	0,0005 0,0203	—
Nutzungsgrad	μ μ_1	0,9786 μ_1 + 0,0214	0,9463 μ_1 + 0,0537	0,9372 μ_1 + 0,0628	0,9054 μ_1 + 0,0946	—
Vollastwerte	$\left\{ \begin{matrix} \text{aus Gl. (14)} & w_v & 1,0397 \\ & \eta_v & 0,962 \end{matrix} \right.$	3,1700 0,315	1,0330 0,967	1,1910 0,840	1,0208 0,980	4,2 0,2
Leerlaufwerte	$\left\{ \begin{matrix} \text{aus Gl. (14)} & \mu_0 & 0 \\ & w_0 & 0,0222 \\ & w_v & — \end{matrix} \right.$	0,0214 7,9730 —	0,0537 1,2093 —	0,0628 1,7880 —	0,0946 1,0256 —	0 0,39 9,47

Das Gesamtwerk ergibt bei Vollast mit zwei Maschinengruppen als Wirkungsgrad $\eta_{\Sigma} = 24,12$ vH, als Wärmeverbrauch: $W_v = 3564$ kcal/kWh und als Kohlenverbrauch: $K_v = \frac{1}{H} 3564$ kg/kWh.

Die nach Gl. (14) für verschiedene Belastungen berechneten Augenblickswerte $w_{\Sigma t}$ liegen annähernd auf der Geraden:

$$w_{\Sigma t} = w_{\Sigma_0} + (w_{\Sigma_v} - w_{\Sigma_0}) \mu_1$$
$$= 0,392 + 3,753 \mu_1 \dots \dots \dots (50),$$

daraus erhält man die wärmewirtschaftlichen Näherungsgleichungen des vollständigen Kraftwerkes

$$w_{\Sigma} = 1 + \left[\frac{0,392}{\mu_1} + 2,753 \right] \dots \dots \dots (51),$$

$$\eta_{\Sigma} = \frac{1}{1 + \left[\frac{0,392}{\mu_1} + 2,753 \right]} \dots \dots \dots (52);$$

Gl. (51) ergibt höhere Werte als die genaue Rechnung. Unter den Verhältnissen des Großkraftwerkes Klingenberg beträgt die größte Abweichung weniger als 0,5 vH.

Wählt man als Maßstab den Wärmewert von 1 kWh, so erhält man als mittleren Wärmeverbrauch für 1 kWh:

$$w_{\Sigma \text{ kWh}} = 860 + \left[\frac{337}{\mu_1} + 2367 \right] \text{ kcal/kWh} \dots (53).$$

In Abb. 1 und Zahlentafel 6 sind die aus Gl. (52) und (53) berechneten Werte des spezifischen Wärmeverbrauchs sowie des absoluten und des auf den Vollastwirkungsgrad bezogenen Wirkungsgrades in Abhängigkeit vom Nutzungsgrad μ_1 des Kraftwerkes zusammengestellt.

Zahlentafel 6
Wärmewirtschaft des Kraftwerkes bei Betrieb von zwei Maschinengruppen

Nutzungsgrad	Wärmeverbrauch w_{Σ}	Absoluter Wirkungsgrad η_{Σ}	Relativer Wirkungsgrad $\eta_r = \frac{\eta_{\Sigma}}{\eta_{\Sigma_v}}$
μ_1	kcal/kWh	vH	vH
0	∞	0	—
0,1	6604	13,01	54,00
0,2	4914	17,50	72,60
0,3	4351	19,74	81,92
0,4	4069	21,13	87,60
0,5	3900	22,03	91,40
0,6	3787	22,70	94,09
0,7	3707	23,20	96,20
0,8	3647	23,58	97,80
0,9	3600	23,90	99,10
1,0	3564	24,12	100,00

Die vorstehenden Verbrauchswerte werden annähernd bereits heute erreicht, obwohl bisher nur zwei von den 16 Kesseln mit Ekonomisern ausgestattet sind und das Werk erst kurze Zeit in Betrieb ist. Erfahrungsgemäß braucht man etwa 1 bis 2 Jahre, um das Beste aus

einer solchen Anlage herauszuwirtschaften. Die V in Zahlentafel 6 werden daher voraussichtlich mit Zeit noch unterboten werden.

Bemerkenswert ist der geringe Leerverbrauch des Kraftwerkes von rd. 10 vH. Infolgedessen verläuft der Wirkungsgrad η_r besonders flach. Mit 30 vH Nutzungsgrad erreicht man noch 82 vH vom Wirkungsgrad der Vollast. Große Elektrizitätsbetriebe für gemischten Verbrauch arbeiten in der Regel mit etwa 50 vH T und 25 vH Jahres-Lastgrad. Die übliche Ansicht, große Maschineneinheiten in erster Linie für Grundlasten in Frage kämen, verliert damit die Gültigkeit. Wirtschaftlich steht der ausschließlichen Verwendung der Maschinen in der Größenordnung 100 000 kW bei mindestens zweifacher Werkspitze nichts im Wege. Die Ergebnisse verdienen besondere Beachtung bei Plänen der Spitzendeckung; mancher der zu diesem Zweck gemachten Vorschläge dürfte sich im Lichte genauer Wirtschaftlichkeitsrechnung als unvorteilhaft erweisen, selbst wenn man die betriebstechnischen Nachteile der zumeist ständigen und wenig ausgenutzten Einrichtungen in Betracht läßt.

Um eine drei- bis vierstündige Winterspitze zu decken braucht man in der Regel 20 bis 40 vH der Spitzenleistung. Da die Größe der Maschinen in erster Linie durch die Spitzenlast bedingt ist, führt der Einbau besonderer Anlagen zur Spitzendeckung unter sonst gleichen Verhältnissen zu einer entsprechenden Einschränkung der Maschinengrößen, mit deren finanziellen und betrieblichen Nachteilen daher jene zu belasten sind. Aus diesen Gesichtspunkt hat man, soweit mir bekannt, bisher bei den Erörterungen über das Problem nicht achtet.

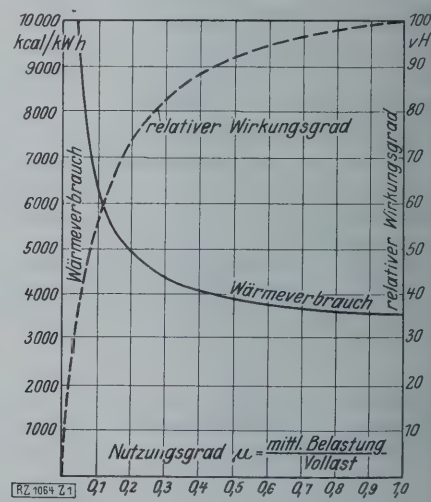


Abb. 1
Wärmeverbrauch und relativer Wirkungsgrad des Kraftwerkes in Abhängigkeit vom Nutzungsgrad
Vollastwirkungsgrad $\eta_{\Sigma_v} = 24,12$ vH

Anlagekosten des Kraftwerkes

Für die Beurteilung eines Kraftwerkes fällt die Frage neben seiner Wärmewirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit seiner Einrichtung entscheidend ins Gewicht. Maßgebend sind die spezifischen Anlagekosten, die Kosten für 1 kW der eingebauten Leistung.

$$k = \frac{\text{Gesamtkosten des Kraftwerkes}}{\text{Gesamtleistung des Kraftwerkes}}$$

Diese scheinbar einfache und eindeutige Formel führt zu sehr verschiedenen Werten, wenn die Grundstoffe: Kosten und Leistung des Kraftwerkes nicht richtig umschrieben werden.

Die Kosten umfassen alle Teile der Anlage und alle, die zur Energieabgabe mit der von den Maschinen erzeugten Spannung an das Netz nötig und ausgeführt werden. Umspann- und Schaltanlagen für die Stromverteilung außerhalb des Kraftwerkes hängen von der Eigenart der Netzverhältnisse ab; sie können bei der Beurteilung und beim Vergleich der spezifischen Kosten eines Kraftwerkes irreführen und sind als Bestandteile des Werkes zu buchen. Sind für die Hauptmaschinen Sammelschienen vorhanden, so endet das Kraftwerk mit dem Filter an den Sammelschienen, andernfalls an den Niederspannungsklemmen der Transformatoren. Selbstverständlich gehören alle Schalteinrichtungen und Transformatoren für den Eigenbetrieb sowie sämtliche für den Kraftwerksbetrieb erforderlichen Teile der Betätigung zum Kraftwerk.

Größere Aufwendungen für Teile, die ausschließlich für spätere Erweiterungen dienen, dürften ausbleiben und unter allgemeinen Unkosten zu buchen sein; hierunter gehören jedoch nicht Teile, wie z. B. Gebäude, die von vornherein mit Rücksicht auf etwaige Erweiterungen reichlich bemessen sind und beim Betrieb im ersten Ausbau benutzt werden.

Unzulässig scheint es, Mehrkosten für Teile abzurechnen, die durch Besonderheiten der Lage bedingt sind, z. B. Rückkühlanlagen, übermäßig große Kohlen- und Förderanlagen, architektonische und andere Rücksichten auf die Umgebung. Die Wahl eines günstigen Standortes für die Energieerzeugung stellt einen wesentlichen Teil der Bauaufgabe dar.

Einzuschließen sind alle Kosten für Versuche, Bauzeitung, Gutachten, Beratung usw. sowie die Bauzinsen. Aus Einheitlichkeit halber schlage ich vor, Bauzinsen auf die Weise zu berechnen, daß man das gesamte Baukapital während 45 vH der Bauzeit voll verzinst, was annähernd der Wirklichkeit entspricht. Als Zinssatz werde 6 vH jährlich gerechnet.

Für Übersichtlichkeit wegen sind weiter unten die Kosten der 30 kV-Schaltanlage und der Erweiterungen angegeben.

In der Regel bezeichnet man als Gesamtleistung des Kraftwerkes die Volleistung der Turbinen. Dies führt insbesondere bei Vergleich mit Anlagen im Ausland zu Irrtümern, da sich je nach Bewertung der Maschinenleistung Unterschiede von 20 vH ergeben können. Das Kraftwerk soll bis zur Nennleistung voll ausnutzbar sein, demnach ist zu fordern, daß die Maschinen mit dieser Leistung dauernd und wirtschaftlich zu betreiben und dabei hinreichend regelbar sind. Diese Bedingung scheint nicht erfüllt, wenn man die Höchstleistung der Turbine zugrundelegt, wie es vielfach geschieht. Andererseits wäre unzweckmäßig, die Nennleistung nach dem günstigsten Wirkungsgrad zu bestimmen, weil der obere Teil der Wirkungsgradlinie meist sehr flach verläuft und daher der Scheitelpunktwert unbestimmt ist. Wir schlagen vor, die Höchstleistung der Turbine, gemessen an den Leistungen, auszugehen, jedoch nur 90 vH dieses Wertes zur Nennleistung zu rechnen. Wird der Stromerzeuger durch Kessel erregt, so ist die hierzu erforderliche Energie von der Klemmenleistung abzuziehen. Für Kessel ist von einer ähnlichen Wertung der Leistungen ge-
wöhnlich.

Zahlentafel 7. Gesamtleistung des Kraftwerkes

Anzahl	Teil der Anlage	Gewährleistete Dauerleistung	
		einzel	insgesamt
3	Hauptturbinen (Klemmenleistung einschließlich Erregung) . . kW	80 000	240 000
3	Vorwärmeturbinen (Klemmenleistung einschl. Erregung) . kW	10 000	30 000
	Maschinenleistung insgesamt . kW		270 000
16	Kessel Dampfleistung . . . t/h	80	1 280
	elektrische Leistung ($A_D = 4,45$ kg/kWh) kW	18 000	288 000
	Eigenverbrauch (s. Zahlentafel 1) elektrisch insgesamt . . . kW		9 650
2	Dampf-Speisepumpen . . . kW	750	1 500
6	Dampf-Kondensatpumpen . . kW	440	2 640
	Reiner Eigenverbrauch . . . kW		5 510

Zahlentafel 8. Gesamtkosten des Kraftwerkes

Teil der Anlage	Bauten	Einrichtung	Gesamtkosten
	Mill. M.	Mill. M.	Mill. M.
Hauptmaschinenanlage mit Kühlwasserversorgung . .	5,540	11,135	16,675
Vorwärmanlage mit Wasseraufbereitung	2,000	3,590	5,590
Kesselanlage mit Entaschung Kohlenaufbereitung mit Staubbeförderung	6,090	17,640	23,730
Kohlenförderanlage mit Stichkanal und Kohlenlagerplatz	2,560	1,700	4,260
Schaltanlage mit Warte (Anteil), Eigenverbrauchsanlagen, Kabel, Beleuchtung, Fernmeldeeinrichtung	2,830	—	2,830
Hochhaus	0,535	2,765	3,300
Werkstatt, Lager, Oelaufbereitung, Grundstückregulierung, Wasserhaltung, Baubeleuchtung	1,430	0,100	1,530
Verschiedenes: Grunderwerb, Straßenregulierung usw. . .	1,530	0,270	1,800
Bauzinsen	1,570	—	1,570
Bauzeit: $\left\{ \begin{array}{l} 1. \text{ Drittel} = 16 \text{ Monate} \\ 2. \text{ Drittel} = 21 \text{ Monate} \\ 3. \text{ Drittel} = 24 \text{ Monate} \\ \text{Mittel} = 20,3 \text{ Monate} \end{array} \right.$			
6 vH auf 0,45 · 20,3 Monate	1,320	2,040	3,360
Insgesamt	25,405	39,240	64,645

Zahlentafel 9. Gesamtkosten der 30 kV-Schaltanlage mit Transformatoren

Teil der Anlage	Bauten	Einrichtung	Gesamtkosten
	Mill. M.	Mill. M.	Mill. M.
30 kV-Schaltanlage mit Transformatoren und Straßenüberführungen.	1,560	4,525	6,085
6 kV-Schaltanlage (Anteil) . .	0,190	0,370	0,560
Warte (Anteil)	0,065	0,155	0,220
Kabel, Beleuchtung, Oelversorgung, Grundstückregulierung, Wasserhaltung, Baubeleuchtung	0,180	1,415	1,595
Verschiedenes, Grunderwerb, Straßenregulierung	0,570	—	0,570
Bauzinsen			
Bauzeit: $\left\{ \begin{array}{l} 1. \text{ Drittel} 12 \text{ Monate} \\ 2. \text{ Drittel} 14 \text{ Monate} \\ 3. \text{ Drittel} 22 \text{ Monate} \\ \text{Mittel} 16 \text{ Monate} \end{array} \right.$			
6 vH auf 0,45 · 16 Monate	0,110	0,280	0,390
Insgesamt	2,675	6,745	9,420

Ergeben, wie es meist der Fall zu sein pflegt, Maschinen und Kessel verschiedene Leistungen, so ist jeweils der kleinere von beiden Werten maßgebend, da das Kraftwerk nur bis zu dieser Leistung ausgenutzt werden kann. Die Wertzahl A_D für den Vergleich der Dampfleistung der Kessel (kg/h) mit der Klemmenleistung (kW/h) der Stromerzeuger berechnet sich für das Klingenbergwerk wie folgt: 1 kWh Arbeit des Stromerzeugers erfordert nach Zahlentafel 5 bei Vollast

$$860 \cdot 3,170 \cdot 1,033 (1,021 - 0,010) = 2850 \text{ kcal.}$$

Die spezifische Kesselleistung beträgt rd. 640 kcal für 1 kg Dampf, demnach

$$A_D = \frac{2850}{640} = 4,45 \text{ kg/kWh.}$$

Der Eigenverbrauch ist abzuziehen, soweit er elektrisch betrieben wird und keine Dampfeserven zur Verfügung stehen. Unterschiede im Leistungsfaktor der Stromerzeuger dürften zu vernachlässigen sein; die an sich geringen Kostenunterschiede betreffen ausschließlich den Stromerzeuger des Maschinensatzes, der wiederum nur einen Bruchteil vom Preis der gesamten Anlage kostet.

Die unter diesen Voraussetzungen ermittelten Werte der Leistung und Kosten des Kraftwerkes sind in Zahlentafeln 7 bis 9 zusammengestellt.

Ausschlaggebend ist die Maschinenleistung abzüglich des reinen Eigenverbrauchs. Demnach beträgt die nutzbare Gesamtleistung des Kraftwerkes rd. 264 500 kW.

In Zahlentafel 8 sind an Kosten für den zweiten Ausbau abgesetzt:

unter Hauptmaschinenanlage	0,60 Mill. \mathcal{M}
„ Kohlenaufbereitung	0,20 „ „
„ Werkstatt usw.	0,10 „ „
zusammen	0,90 Mill. \mathcal{M}

Die spezifischen Anlagekosten des Kraftwerkes betragen nach Zahlentafel 7 bis 9

$$k = \frac{64\,645\,000}{264\,500} = 244 \text{ \mathcal{M} /kW.}$$

Klingenberg rechnet für Kraftwerke ohne wärmung mit Kettenrostfeuerung und 20 000 kW-Maschinen mit einem Nettopreis (Vorkriegswährung) 150 \mathcal{M} /kW. In der Währung des Jahres 1926 und gleicher Verrechnungsweise wie für das Klingenbergwerk würde das etwa 260 \mathcal{M} /kW entsprechen. Ein Teil der Vergrößerung der Maschinen und Kessel erzielter Ersparnisse ist durch die Mehrkosten der technischen Einrichtungen zur Verbesserung der Wärmewirtschaft und Mechanisierung des Betriebes ausgeglichen.

Dem Vollast-Wärmeverbrauch des Kraftwerkes 20 000 kW-Maschinen von 5174 kcal/kWh (nach Klingenberg) stehen beim Großkraftwerk Klingenberg 15 000 kcal/kWh gegenüber; der Leerverbrauch beträgt statt nur 337 kcal/kWh. An Kohle werden erspart:

31,2 vH beim Nutzungsgrad $\mu_1 = 1$	
33,3 „ „ „ „	= 0,75
36,7 „ „ „ „	= 0,5
43,7 „ „ „ „	= 0,25

Hierzu kommen weitere Ersparnisse an Betriebskosten wegen der Möglichkeit, billigere Kohlsorten bei Rostfeuerung zu verwenden, und durch die Verminderung der Belegschaft infolge der großen Maschinen der ausgedehnten Mechanisierung des Betriebes. Übliche Lastverhältnisse vorausgesetzt, dürften die Gesamtersparnisse an Betriebskosten in der Nähe von 50 vH liegen.

Dieses wirtschaftliche Ergebnis entspricht den Erwartungen. Der damit erzielte Fortschritt der Technik bedeutet einen Stützpunkt für den Ingenieur, der ihm Recht gibt und gleichzeitig die Pflicht auferlegt, sich neue Gebiete des Kraftwerkbaues vorzuwagen. [B 68]

Verzeichnis der Bau- und Lieferfirmen

(Sitz der Firma ist Berlin, sofern nichts anderes angegeben.)

Tiefbauten

unter Führung von Wayss & Freitag, A.-G.,
Gottlieb Tesch, Erdarbeiten,
Daedlow & Pollems, Wasserspiegelsenkung,
Industriebau, A.-G., Kanäle und Gründungen,
Hoch- und Tiefbau, A.-G., Ausgußkanal.

Eisenkonstruktionen

unter Führung der Mitteldeutschen Stahlwerke, A.-G.,
Lauchhammer

G. E. Dellschau,
Hein, Lehmann & Co.,
A. Druckemüller, G. m. b. H.,
Steffens & Nölle,
D. Hirsch,
Vorm. Ravenéscher Eisenhandel und Eisenbau,
H. Gossen,
Breest & Co.,
Thyssen & Co.,
Brass & Hertslet.

Hochbau, Gebäudeausbau und Werkeinrichtung

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft
Richard Abeldt
H. Achsenich
Alex & Sohn

Bachmann & Söhne
Passavantwerke

A. L. Benecke
Berliner Asphalt-Gesellschaft, Kopp & Co.

Michelbach. Hütte

Beleuchtung und Werkeinricht.
Schlosserarbeiten desgl.
Maler- und Anstreicherarbeit.
Stuckarbeiten
Absperrschieber für Kühlwasserkanäle
Schlosserarbeiten
Fußböden, Asphaltierungen

Birkle & Thomer
R. Blume
Gustav Boldt
A. Borchmann
Boswau & Knauer
Buderus'sche Eisenwerke
Christoph & Unmack
I. Degenhardt
Deutsche Metalltürenwerke
Richard Dietze

Robert Döffert
Willy Donner
Duroplattenwerke
Louis Eilers

Eisenbau Essen, G. m. b. H.
Gebr. Friesecke
Oskar Gabbert

Geister & Sohn
Ges. für Isolierungen geg. Erschütterungen u. Geräusche
Glaser & Pflaum
Grändorf & Zechedorf
Hebron & Kühn
Paul Heinrichs

Staffel a. d. Lahn

Niesky O.-S.

Brakwede i. W.

Hannover

Essen

Malararbeiten
Schlosserarbeiten
Malararbeiten
Kunststeintreppendegl.
Schachtabdeckungen
Barackenbauten
Schlosserarbeiten
Türen und Türrahmen
Be- und Entlüftung
Verblendarbeiten
Schlosserarbeiten
Duroplattenwerke
Eisenkonstruktionen
Werkstatt-Lagergebäude
Verbindungsbrücken
Türen und Türen
Kunststeinarbeiten
Kunstschmiedearbeiten
Klempnerarbeiten
Isolierungen
Mühlensysteme
Drehseibe
Schlosserarbeiten
desgl.

[illegible]

Gako, Ges. f. Gas- u. Kohlenstaubfeur. Gesellschaft für Ventilatorzug H. Gossen Grobema Emil Hannemann	Essen	Gaszündbrenner Saugzüge Rauchgasfuchse Spannvorrichtg. Wasserstand- und Druckregler Kessel	Märkische Isolierfabrik Oberschlesische Rohrbau-Ges. Reinhold & Co. Schäffer & Budenberg Schumann & Co. F. Seiffert & Co. Vereinigte Rohrleitungsbau (Phönix-Märkische) G. m. b. H. Westphal & Schreyer Gustav Kussatz	Magdeburg Leipzig	Isolierungen Rohrleitungen Isolierungen Schieber desgl. Rohrleitungen desgl. desgl. desgl.
Hannoversche Maschinenbau A.-G. H. R. Heinicke Hochtief A.-G. vorm. Gebr. Helfmann Kohlenscheidungs-Gesellschaft Kosmos G. m. b. H., Rud. Pawlikowski Fried. Krupp A.-G. Linke - Hofmann-Werke A.-G. R. O. Meyer Preß- und Walzwerk A.-G. Karl Roschmann Rota, Kessel- u. Maschinenb. G. m. b. H. Rotator G. m. b. H. Anton Rothstein Karl Selle G. m. b. H. Friedr. Siemens A.-G. L. & C. Steinmüller AugustThyssen-Hütte Vereinigte Kesselwerke A.-G.	Hannover-Linden Görlitz Essen Breslau Hamburg Reisholz b. Düsseldorf Leipzig Erfurt Gummersbach Mülheim/Ruhr Düsseldorf, Düren/Rhld.	Einmauerung desgl Feuerung Entaschung Kesseltrommeln Kessel Druckstutzen Kesseltrommeln Einmauerung Kessel Druckstutzen Entaschung Einmauerung desgl. Kessel Kesseltrommeln Kessel	Meß- und Anzeigergeräte und Zubehör		
			Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft Georg Bloch, K.-G. Dr. Martin Böhme Bopp & Reuther G. m. b. H. Alfred Fischbach Flach & Callenbach G. m. b. H. Forschungsheim für Wärmeschutz E. V. Hartmann & Braun A.-G. H. Maihak A.-G. Metrum-Apparatebau A.-G. Mix & Genest Neufeld & Kuhnke Schäffer & Budenberg Carl Schenck Siemens & Halske A.-G.		Meß- u. Anzeigergeräte f. Dampf-, Messungen, lais, Signa, Wasserstan, Fernmeld, Preßluftmesser, Venturimes, Wasserstanzeiger, Meßleitungen desgl. Wärmefluß Maschinenh Kesselh.-anzeiger Zählwerke Zugmesser, Flüssigkeitsmanomet Signal- und mandogeb Fernzeiger Manometer Kohlenstaubegevorrich Dampf- und Wasserm Rauchgas
Rohrleitungen, Heizungsanlagen					
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft Allgemeine Rohrleitungsbau-Gesellschaft Bopp & Reuther A. Borsig G. m. b. H. Deutsche Prioform-Werke, Bolander & Co. Flach & Callenbach Ges. für Hochdruckrohrleitungen Thomas Goodson David Grove Herrlein & Schoppe John & Nagel P. Krause	Düsseldorf Mannheim Köln	Druckknopfsteuerungen f. Schieb. Rohrleitungen, Schieber Rohrleitungen Isolierungen Rohrleitungen desgl. Be- und Entwässerung Heizanlagen desgl. desgl., Be- u. Entwässerung Isolierungen	Vollständige Schaltanlagen mit elektrischen Antrieben Fernsteuerungen und Kabeln Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft		

Schluß des Textteiles

I N H A L T :

	Seite	
Das Großkraftwerk Klingenberg. Von M. Rehmer	1829	Die Hilfsmaschinen des Großkraftwerkes Klingenberg
Die Richtlinien für den Entwurf der Anlage. Von R. Tröger. (Hierzu Tafel 7 und 8)	1831	Von H. Denecke
Die Bauanlagen des Großkraftwerkes Klingenberg. Von R. Laube. (Hierzu Textblatt 33)	1840	Die Stromerzeuger des Großkraftwerkes Klingenberg
Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg. Von F. Münzinger. (Hierzu Tafel 9 und Textblatt 34)	1855	Von R. Pohl
Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg. Von E. A. Kraft. (Hierzu Tafel 10 sowie Textblatt 35 und 36)	1869	Der elektrische Teil des Großkraftwerkes Klingenberg
		Von H. Probst. (Hierzu Textblatt 37 und 38)
		Wirtschaftlichkeit des Großkraftwerkes Klingenberg
		Von R. Tröger
		Verzeichnis der Bau- und Lieferfirmen

Kaltwalzwerke mit elektrischem Antrieb und Leonardsteuerung.

Mitteilung der AEG.

Kaltwalzwerke wurden bisher ausschließlich durch in einer Richtung laufende Motoren, meist Drehstrommotoren, angetrieben. Das Umkehren der Drehrichtung erfolgte dabei mittels Reversierkupplungen. Die Ab- und Aufhaspel dieser Walzwerke wurden von der Hauptantriebswelle über Ketten oder ähnliche Übersetzungsmittel unter Einschaltung von Rutschkupplungen angetrieben. Reversier- und Rutschkupplungen sind schwache Glieder solcher Anlagen und geben häufig Störungen Anlaß. Die Zugspannung in den Bändern ist ferner unkontrollierbar und lediglich dem Gefühl des Arbeiters überlassen. Die Geschwindigkeit ist ein für alle Male festgelegt und kann nicht reguliert oder gar gesteigert werden. Außerdem wirken die Rutschkupplungen nicht immer gleichmäßig, sondern ruckweise. Die AEG hat daher eine ganz neue Antriebsart für diese Kaltwalzwerke entwickelt und praktisch erprobt, deren Hauptmerkmale folgende sind:

Der Antriebsmotor der Walze ist ein Gleichstromumkehrmotor, der von einer besonderen Steuerdynamo nach Leonardschaltung gespeist wird. Die Drehzahl ist

sehr fein-
ufig regel-
bar von 0 bis
zu einem
Maximum.
Die Dreh-
zahl kann
genblick-
lich durch
einen einfa-
chen Steuer-
hebel einge-
stellt wer-
den. Außer-
dem ist je-
zeit so-
fortiges Um-
schalten so-
wie Stillset-
zen möglich.
Parallel an-
geordneten
gleichartigen
Steuerdyna-
men hängen
zwei weite-
re Gleich-
strom-Um-
kehrmoto-
ren, die den
Auf- bzw. Auf-
haspel an-
treiben. Nor-
mal werden
aus drei Mo-
toren gleich-
zeitig ge-
speuert. Es
kann aber
auch am

bedeutet, daß die im Band herrschende Zugkraft konstant bleibt, unabhängig vom zunehmenden Haspeldurchmesser. Dabei wird der Abhaspelmotor so reguliert, daß er als Generator arbeitet und Strom in den Leonardstromkreis zurückgibt, während der Aufhaspelmotor den gleichen Strom dem Leonardstromkreis entnimmt. Der

Haspelvorgang erfolgt also, abgesehen von den unbedeutenden Verlusten der Haspelmotoren, praktisch ohne besonderen Energieaufwand. Die Spannung der Steuerdynamo und damit die Walzgeschwindigkeit bleiben während des Stiches konstant. Da die Haspelmotoren auf konstanten Strom reguliert werden, so ist damit auch die Haspelmotorleistung während des Stiches konstant. Man kann an den Strommessern der Haspelmotoren somit direkt die Zugspannung ablesen.

Als besondere Vorteile der neuen Antriebsart ergeben sich somit folgende:

Feinstufige Regulierung der Walzgeschwindigkeit und die Möglichkeit, sofort stillzusetzen.

Vermeidung aller Reversier- und Rutschkupplungen, die bisher häufige Störungen verursachten.

Einstellbarkeit der Zugkraft des Auf- und Abhaspels in weiten Grenzen.
Ablesbarkeit der Bandspannung an den Strommessern der Haspelmotoren.

Selbsttätige Einstellung gleichbleibender Bandspannung trotz veränderlichen Wickeldurchmessers.

Einstellbarkeit stärkerer Bandzüge, da die Regelung der Zugkraft ganz sanft

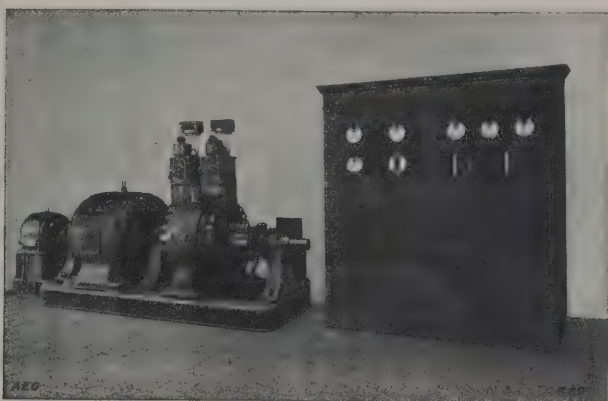


Bild 1. Umformer für das Kaltwalzwerk mit Schaltschränken und Reglern für die Haspel.

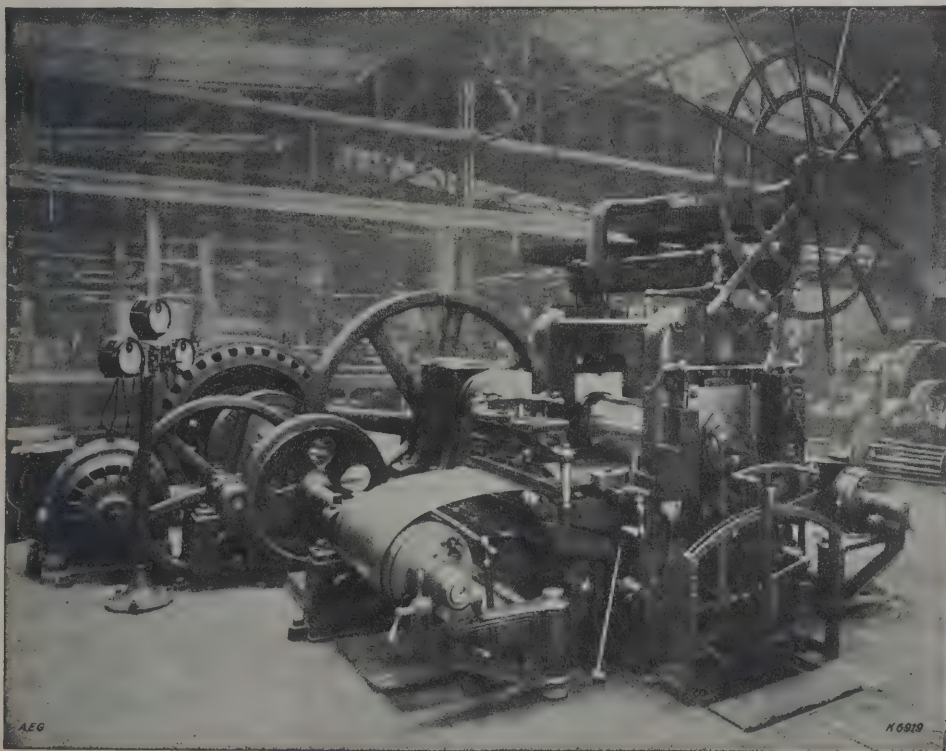


Bild 2. Kaltwalzwerk von 300 mm Walzendurchmesser für 600 mm breite Messingbänder.

Walzwerk handlich angebrachte Schalter ohne weiteres, jeden Motor einzeln oder nur zwei Motoren laufen zu lassen. Die Haspelmotoren werden durch selbsttätige Feld-Regulatoren so beeinflusst, daß sich ihr Leerstrom während eines Stiches nicht ändert. Das

erfolgt und nicht ruckweise.

Die Bilder zeigen ein mit Gleichstrom-Leonardmotor angetriebenes Kaltwalzwerk von 350 mm Walzendurchmesser für Messingbänder von 600 mm Breite, sowie den Umformer mit den Schaltschränken und Reglern für die Haspel.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABDAMPF-AUSNUTZUNG ABGAS-AUSNUTZUNG

für Heizung und Trocknung
Man verlange neuen Prospekt 101B
Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G.m.b.H. „ABAS“, Berlin W 57



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G.m.b.H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

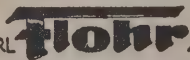
AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer . Krane



Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren



CARL Flohr A-G
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen,
Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge

mit

Feineinstellung

Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster.

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BIEGSAME WELLEN

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPFHÄMMER

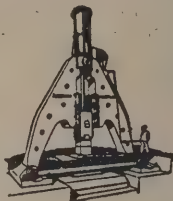
bis 20000 kg Fallgewicht

Luft-hämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen

Adjustage-
maschinen usw.



J. Banning, A.-G., Hamm i.W.

DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“



Luft-
hämmer
Fall-
hämmer



EUMUCO
Aktiengesellschaft für
Maschinenbau
Schlebusch-Manfort

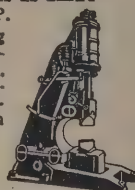
KREUSER- DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausführ.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.



DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSE

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof



DAMPFMESSE



Belastungsmesser, Rauchgasprüfer
Wassermesser, Trommelflüssig-
keitsmesser

Luftmengenmesser, Zugmesser,
Thermometer, Manometer, Vacuum-
meter, anzeigend u. schreibend, a. m.
ablauf. Streifen u. elektr. Fernanzeige

J. C. Eckardt A.-G.
Stuttgart-Cannstatt

DAMPFMESSE

aller Art

Grauguß und Metallguß

Eisenwerk Schwedt
Dipl.-Ing. Ernst Claassen
Schwedt (Oder)

STABE- DAMPFMESSE

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend mit
automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 328
in Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen,
Dampfhammer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.

Man verlange Referenzenliste R 24
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 28

PONDO- DAMPFMESSE

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfhühren

Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 8

DIAMANTEN

für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

DIESELMOTORE-

Dichtungsmaterialien;
desgl. für Dampfmaschinen
fertigt als Spezialität seit 25 Jahre
Markus M. Bach, Berlin W 15



DEMAG ELEKTROZUG

Bauart Demag,
¼ bis 5 t Tragkra.
Lager im In- u. Ausl.

Demag-Duisburg

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Turbinen für Sonderzwecke.

Mitteilung der AEG.

Das Bestreben, die Wirtschaftlichkeit von industriellen Kraftwerken zu verbessern, hat zur Erhöhung der Dampfdrucke und Verbesserung der Maschinenwirkungsgrade geführt. Weitere Mittel zur Verbesserung der Energiewirtschaft sind, alle Übertragungsverluste, die durch Transmissionen oder elektrische Ummarmung entstehen, so weit wie möglich zu verringern, oder durch weitere, oft erhebliche Ersparnisse erzielt werden können.

Die Arbeitsleistung von Dampfmaschinen mit ihren hohen Wirkungsgraden und großen Leistungen unter Ausschaltung möglicher aller Zwischenverluste zu erhöhen, erscheint somit erstrebenswert. Die Lösung wird durch die Anwendung von Zahnrad-Vorgelegen mit hohen Wirkungsgraden, großer Leistungs-Aufnahme und hohem Übersetzungsverhältnis möglich, um Antriebs- und Arbeitsmaschine in ihren günstigsten Drehzahlen arbeiten lassen zu können.

Eine Anlage, die unter Verwendung eines Zahnradvorgeleges mit einem Übersetzungsverhältnis von 3000 auf 240 U/min arbeitet, zeigt in Ansicht die Anordnung das Bild.

Die Turbine ist eine zweigehäusige Anzapfturbine, die nach den neuesten Grundsätzen gebaut und als Hochdruckteil als Scheitelturbine, im Niederdruckteil als Trommelturbine ausgebildet ist. Die Turbinenleistung beträgt 2200 kW. Der Frischdampf hat 34 atü bei 400°. Zur Deckung des Heizdampf-Bedarfes bei 10 000 kg/h Dampf der regulierten Anzapfstelle entnommen werden. Die Turbine wird am Hochdruckteil als Scheitelturbine ausgezapft; der in der Fackelung nicht gebrauchte Dampf wird durch Überdampfrohr zum Niederdruckteil geführt.

Von besonderem Interesse ist das Zahnrad-Vorgelege. Wie aus dem Bild hervorgeht, treibt das Ritzel in der Turbinenachse auf einer Seite das große Rad für die Holzschleifer (40 U/min), auf der anderen ein kleineres für einen Gleichstrom-Generator an, der mit 750 U/min arbeitet. Die Leistungsaufnahme des Generators ist hierbei 20 PS, die der Schleifer 1700 PS.

Das Getriebe ist mit Pfeilverzahnung versehen, deren Vorteile gleichmäßiger Zahnwechsel, große, im Eingriff befindliche Zähnezah und infolge der unter dem gleichen Winkel gegen die Achse geneigten zweikräftigen Verzahnung Ausgleich der Axialschübe sind. Die Zahnstange ist eine verbesserte Evolvente, welche die AEG auf Grund jahrelanger Erfahrungen für Getriebe mit hohen Drehzahlen und großen Leistungen entwickelt hat. Ritzel und Rad sind von einem starren gußeisernen Gehäuse eingeschlossen. Der Unterteil des Gehäuses stützt sich mit einer rings herum laufenden, kräftigen Auflagerfläche auf die Grundplatte, die möglichst nahe an die Wellenmitte herangezogen ist, damit die zentrische Lage

der Welle auch bei Wärme-Dehnungen gewahrt bleibt. Der Festpunkt des Getriebes ist das Rad, das durch Bundlager an jeder axialen Verschiebung gehindert ist. Das Ritzel muß sich daher selbsttätig einstellen können, um eine gleichmäßige Kraftverteilung auf die im Eingriff befindlichen Zähne zu ermöglichen. Aus diesem Grunde ist die Ritzelwelle mit dem Turbinenläufer durch eine nachgiebige AEG-Doppelverzahnungskupplung verbunden. Das kleinere Rad, das den Generator antreibt und mit diesem starr verbunden ist, folgt bei seiner Einstellung dem Ritzel.

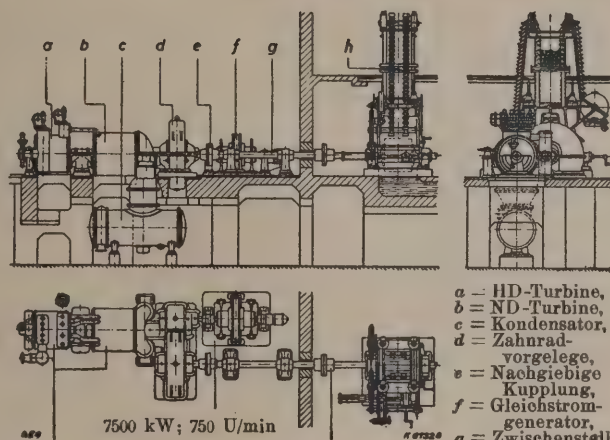
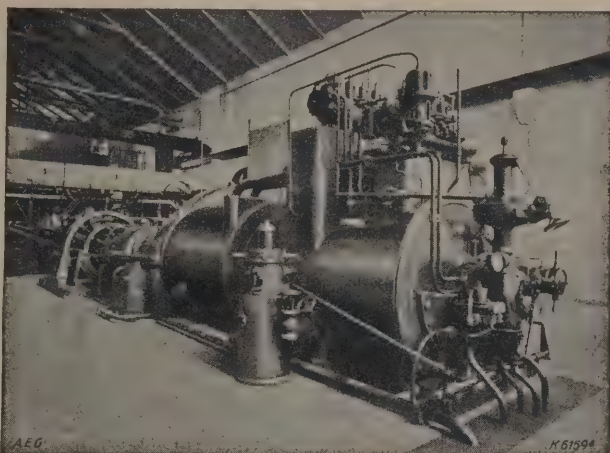
Das Rad ist so hergestellt, daß auf den gußeisernen Radkörper zwei Kränze aus hochwertigem Stahl aufgeschraubt sind. Die Formgebung des Radkörpers ist derart, daß weder beim Abkühlen nach dem Gießen noch während des Betriebes Spannungen durch Wärmedehnungen auftreten. Der Umfang des Rades ist aus diesen Gründen radial geschlitz, die Wandstärken sind trotz der großen Abmessungen verhältnismäßig gering. Zwischen den beiden Seitenwänden sind noch radiale Rippen zur Erhöhung der Festigkeit eingegossen. Die Radnabe ist ebenfalls mehrfach radial geschlitz und wird nach dem Einpressen der Radwelle noch mittels zweier kräftiger Schruppfringe gesichert. Nach Festschrupfen, Aufziehen der Kränze und Auswuchten des Rades wird mit dem Schneiden der Verzahnung auf der Fräsmaschine begonnen.

Für den geräuschlosen Gang ist eine genaue, völlig fehlerfreie Verzahnung die Grundbedingung. Da 0,001 % des Teilkreisdurchmessers als obere Grenze der Teilungs-Genauigkeit bei Turbo-Getrieben angesehen werden muß, ist es selbstverständlich, daß bei dieser Genauigkeit jede Nacharbeit von Hand entfallen muß. Die Verzahnung ist sofort nach dem Schneiden der Zähne betriebsfertig. Auch ein Einlaufen ist unnötig. Zur Nachprüfung der Genauigkeit werden von der AEG besonders ausgebildete Meßinstrumente verwendet.

Zur Bestimmung des Wirkungsgrades des Getriebes wurden im Betriebe Menge, Druck und Wärmegrad des zu- und abfließenden Öles gemessen. Hieraus ergab sich ein Verlust von 11,8 PS, zu dem die Wärmestrahlung des Gehäuses, die mit 12,86 PS errechnet wurde, hinzuzurechnen ist. Die gesamte Verlustleistung von 24,66 PS beträgt also nur 0,91 vH der Vollleistung, was einem Wirkungsgrad von 99 vH entspricht.

Diese Versuche ergaben, daß selbst bei Getrieben mit so großen Übersetzungsverhältnissen und zwei Getrieberädern die verursachten Verluste dank der mittelbaren Kupplung nur ganz gering sind.

Ein anderes von der AEG zum Antrieb von Schleifern gebautes Aggregat für 4500 kW mit einem Übersetzungsverhältnis 3000 : 240 ergab gleich günstige Resultate und ruhigen Gang.



2000 kW; 3000 U/min

1700 PS; 240 U/min

Anordnung einer zweigehäusigen Anzapf-Triebturbine für Holzschleifer- und Gleichstromgeneratorantrieb (N = 2000 kW; n = 3000/240/750 U/min).

- a = HD-Turbine,
- b = ND-Turbine,
- c = Kondensator,
- d = Zahnradvorgelege,
- e = Nachgiebige Kupplung,
- f = Gleichstrom-generator,
- g = Zwischenstelle,
- h = Holzschleifer

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen ::
Abgas-Economiser ::
Abgas-Lufterhitzer ::
Man verlange neuen Prospekt 101B
Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig



AUFZÜGE

Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A-G

Berlin N4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzugsfabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen
mit sämtlichem Zubehör
Gaswerkzeuge
für alle Gasarten.

Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)



BRUNNENBAU

(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF- DRUCKVERMINDERER

Gehr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

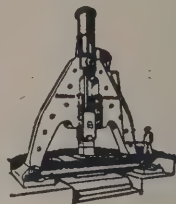
DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Luftschlämmer,
Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



KREUSER- DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausführg.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.



DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSE

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



DAMPFMESSE

aller Art
Grauguß und Metallguß
Eisenwerk Schwedt
Dipl.-Ing. Ernst Claassen
Schwedt (Oder)

STABE-

DAMPFMESSE

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend mit
automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 328

in Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen,
Dampfhammer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.

Man verlange Referenzliste R 24
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO- DAMPFMESSE

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren

Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN

für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

DIESELMOTORE-

Dichtungsmaterialien;
desgl. für Dampfmaschinen
fertigt als Spezialität seit 25 Jahr
Markus M. Bach, Berlin W 12



ELEKTRO- FLASCHENZUG

Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit

Bamag Dessau



DEMAG ELEKTROZUG

Bauart Demag
¼ bis 5 t Tragkr.
Lager im In- u. Ausl.
Demag-Duisburg



ENTÖLER

F. Mattick
Dresden 24c, Münchener Straße
Maschinenfabrik u. Eisengießere
in Pulsnitz i. Sa.



FABRIK- ANLAGEN

für chem. Großindustrie
Transport-, Zerkleinerungs-
Trocken-, Verdampf-Apparate



G. Sauerbrey Maschinenfabrik
Aktiengesellschaft-Staßfurt

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrokarren als Arbeitshelfer.

Mitteilung der AEG.

Die zunehmende Verwendung von Elektrokarren im Werkförderwesen führt selbstverständlich dazu, daß diese Fahrzeuge auch im wachsenden Umfange zu besonderen Dienstleistungen herangezogen werden.



Bild 1. Elektrokarren mit Kehrwalze und Staubsaugevorrichtung.

Die Reinigung von Werkstätten, Bahnhöfen, Lagerhäusern usw. bereitet immer gewisse Schwierigkeiten, da einmal ziemlich große Flächen zu reinigen sind, andererseits diese Arbeit möglichst ohne Staubentwicklung durchgeführt werden soll. Der in Bild 1 dargestellte Elektrokarren ist mit einem entsprechenden Aufbau versehen, um die vorhergehend beschriebene Reinigung durchzuführen. Der normale Elektrokarren EK 752 (E) erhält einen abnehmbaren Aufbau, an dem die gesamte Einrichtung angebracht ist. Entgegen der Normalausführung ist die Batterie hier auf die Plattform des Elektrokarrens gesetzt, damit die Zugänglichkeit bei gelegentlichem Auswechseln oder während der Ladung gewährleistet ist. Aus diesem Grunde mußte der Staubbehälter entsprechend hoch gesetzt werden, andererseits war es möglich, den Antriebsmotor für die Saugvorrichtung hier unterzubringen. Wie Bild 1 zeigt, ist eine heb- und senkbare Kehrwalze vorhanden, die von den Treibrädern des Elektrokarrens angetrieben wird. Der aufgelegte oder aufgewirbelte Schmutz, Staub usw. wird von dem Saugkopf angesaugt und durch den Exhauster in den Schmutzbehälter befördert. Die in den Behälter eingeblasene Luft kann durch die oben im Behälter angebrachten Filtertücher entweichen, der Schmutz wird

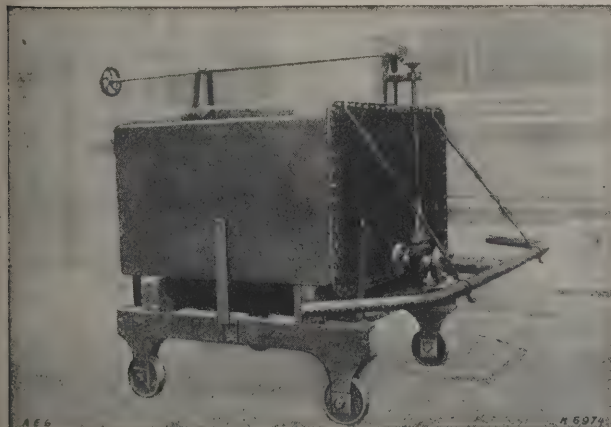


Bild 2. Ladebank mit Sprengaufbau.

aus den Behältern nach Öffnen einer Seitenwand entleert. Die Walze kann vor- und rückwärtsfahrend benutzt werden; die Saugvorrichtung arbeitet in beiden

Fahrtrichtungen. Der Antriebsmotor für die Exhaustoren enthält seinen Strom von der Fahrzeugbatterie, die daher entsprechend groß zu wählen ist.

Bild 1 zeigt den Elektrokarren mit Fegemaschine und Staubsaugevorrichtung (DRP. angemeldet) in einer Werkstatt. Die hier mit dem Karren erzielten Ergebnisse sind als außerordentlich günstig zu bezeichnen.

Es ist anzunehmen, daß die gleichen Erfolge insbesondere auf den Bahnsteigen der großen Personenbahnhöfe, in den Lagerhallen der Güterbahnhöfe als auch in den großen Lagerhäusern erzielbar sind. Besonders für die Reinigung der Bahnsteige der großen Bahnhöfe bietet dieses Hilfsmittel unschätzbare Dienste, da es hier ja darauf ankommt, die Reinigung in kurzen Betriebspausen durchzuführen. Erleichtert wird die Verwendung, da jeder vorhandene Elektrokarren mit dieser Einrichtung ausgerüstet werden kann.

In vielen Fabrikräumen ist es erforderlich, auf jeden Fall eine Staubbildung zu verhüten, und zwar insbesondere dort, wo gesundheitsschädliche Einflüsse unter allen Umständen vermieden werden müssen. Dieses trifft besonders zu für alle Blei verarbeitenden Industrien, wie Akkumulatoren-Fabriken usw. Man hilft sich hier durch Aufsetzen einer Sprengvorrichtung auf einen sehr beweglichen Elektrokarren, der alle Werkstattgänge befahren kann. Bild 2 zeigt eine Ladebank zu einem Elektrohuckarren mit tiefliegender Plattform, auf der ein Sprengbehälter und Sprengrohr aufgesetzt sind. Dieser



Bild 3. Elektrohuckarren mit Ladebank und Sprengaufbau für Werkstattbesprengung.

Behälter faßt etwa 1200 l Inhalt.

Aus Bild 3 ist die Verwendungsweise zu ersehen, und zwar in Verbindung mit dem Elektrohuckarren. Sehr günstig ist die tiefe Lage des Sprengrohres, da hierdurch vermieden wird, daß Arbeiter oder am Boden herumliegende Werkstücke bespritzt werden.

Mit den in den Bildern gezeigten Verwendungsmöglichkeiten ist die Art der hier beschriebenen Anwendungsgebiete in Fabriken usw. bei weitem nicht erschöpft. Der Elektrokarren eignet sich, mit entsprechendem Sprengaufbau versehen, natürlich auch zum Sprengen des Fabrihofes, sowie zum Sammeln und Abfahren der Kehrriechtsabfälle aus Werkstätten und Werkhöfen. Vielfach wird das Fahrzeug auch benutzt, die Fabrik-Feuerwehrgeräte zu ziehen und diese einschließlich der Bedienungsleute im Bedarfsfalle schnellstens an Ort und Stelle zu befördern. Der hierin liegende Vorteil kann für jedes Unternehmen von unschätzbarem Werte sein.

Im Winter ist es unbedingt erforderlich, die hauptsächlichsten Wege der Werkhöfe schneefrei zu halten; auch hier ist der Elektrokarren berufen, mit Hilfe eines anzubauenden Schneepfluges vor Beginn der täglichen Arbeitsschicht den Hof vom Schnee zu säubern, bzw. Durchgangswege frei zu machen. Vorstehende Ausführungen lassen erkennen, daß auch die vielfach als nebensächlich erscheinenden Arbeitsleistungen von einem Elektrokarren vorteilhaft übernommen werden können.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

A

**ABDAMPF-
AUSNUTZUNG
ABGAS-AUSNUTZUNG**

für Heizung und Trocknung
Man verlange neuen Prospekt 101B
Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G.m.b.H. „ABAS“, Berlin W 57

**ABDAMPF-
ENTÖLER**

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G.m.b.H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

Carl Flohr A-G
Berlin N4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 99

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung

Lasten-Aufzüge

**Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim**

AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

SCHINDLER
1874

AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE
für Lasten und Personen

Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art

**Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München**

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL

Paternoster

Elektrozüge
**R. Stahl, A.-G.
Stuttgart**

AUFZÜGE

in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel
sowie
Feineinstellung
selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

**AUFZÜGE · KRANE
TRANSPORTANLAGEN**

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

B

BRUNNENBAU
(Rohrfilterbrunnen)
Reuther Tiefbau G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof 7

D

**DAMPF-
DRUCKVER-
MINDERUNGSVENTILE**

auch f. Preßluft, Gas usw. geeignet,
ohne Quecksilber u. ohne Membrane.
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFHÄMMER
bis 20000 kg-Fallgewicht

Lufthämmer,
Rein-
u. dampfhydr.
schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i.W.

DAMPFHÄMMER
„EUMUCO“

Lufthämmer
Fallhämmer

EUMUCO
Aktiengesellschaft für
Maschinenbau
Schleibusch-Manfort

**KREUSER-
DAMPFHÄMMER**
D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)
Werkstattausführ.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.

DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragungen,
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSE

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

DAMPFMESSE

aller Art

Grauguß und Metallguß

Ernst Claassen & Co.
Schwedt (Oder)

**STABE-
DAMPFMESSE**

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend mit
automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D.R.P. 365 328

In Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen,
Dampfhämmer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 24

Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

**PONDO-
DAMPFMESSE**

mit automatischer
Druckberücksichtigung D.R.P.
elektr. Fern-Dampfzähler.
elektr. Fern-Dampfuhren

Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN
für die Industrie

1879

Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

DIESELMOTORE-

Dichtungsmaterialien;
desgl. für Dampfmaschinen
fertigt als Spezialität seit 25 Jahren

Markus M. Bach, Berlin W 15

E

DEMAG ELEKTROZÜGE

Bauart Demag,
½ bis 5 t Tragkraft,
Lager in In- u. Ausland

Demag-Duisburg

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Umformerwerk Uferstraße des Elektrizitätswerkes Eisenach.

Mitteilung der AEG.

Die Versorgung der Stadt Eisenach mit elektrischer Energie für Licht und Kraft erfolgt im Stadttinnern durch ein Dreileiternetz mit 2 × 120 V Gleichstrom. Für den Betrieb der Straßenbahn wird außerdem Gleichstrom



Bild 1. Umformerwerk Uferstraße des Elektrizitätswerkes Eisenach (Ansicht von der Straße aus).

aus einer Spannung von 600 V erzeugt. Für die Umformung waren vor der Errichtung des nachstehend betriebenen Unterwerks mehrere Unterwerke vorhanden, die aus einem Hochspannungsnetz mit 6000 V Drehstrom gespeist wurden.

Der wachsende Bedarf an elektrischer Energie forderte eine Erhöhung der Leistung der Unterwerke. Eine neue Untersuchung ergab jedoch, daß es zweckmäßiger war, ein neues Unterwerk für den gesamten Bedarf zu bauen. Mit der Projektierung und Bauleitung, sowie der Ausrüstung der elektrischen und der neu zu beschaffenden maschinellen Ausrüstung wurde die AEG betraut. Auf diese Weise entstand das Umformerwerk Uferstraße, das im ersten Ausbau für die Aufnahme von sechs Umformern bemessen ist.

Bild 1 zeigt das Werk von der Straße aus gesehen, Bild 2 einen Schnitt senkrecht zur Maschinenhausachse. Die Anordnung der einzelnen Räume wurde so gewählt, daß sich für das Gebäude ein rechteckiger Grundriß ohne Gliederung ergab. Eine gemeinsame Dachhaut überspannt daher den Maschinenraum und die auf der einen Längsseite sich erstreckende 6000 V-Schaltanlage, während ein Anbau auf der gegenüberliegenden Längsseite die Umspannerkammern enthält. Der geräumige Keller dient zur Aufnahme der Gleichstromverteilung, während der Anlaßschalter der Umformer; ein Quecksilber- und ein Glasgleichrichter ist ebenfalls dort untergebracht.

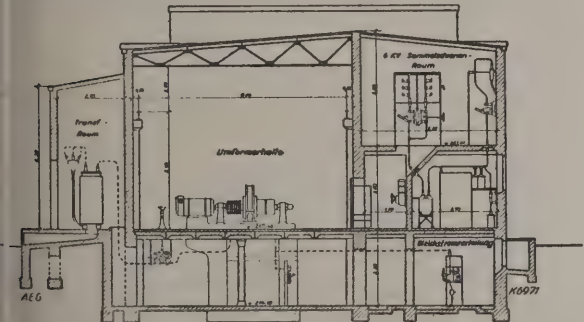


Bild 2. Schnitt senkrecht zur Maschinenhausachse.

Die 6000 V-Anlage umfaßt die Schalteinrichtungen für vier ankommende Kabel und sechs Abzweige zu den Umspannern der Umformer. Der Aufbau der Anlage ist

aus Bild 2 ersichtlich. Zur Vereinfachung der niederspannungsseitigen Leitungsführung sind die Umspanner überspannungsseitig durch Kabel mit der Schaltanlage verbunden.

Es sind im ganzen fünf Einheiten zur Umformung des Drehstromes in Gleichstrom aufgestellt, und zwar: für Licht- und Kraftstrom je 1 Einankerumformer mit einer Leistung von 900, 200 und 100 kW, für 2 × 120 V Gleichstrom,

für Bahnbetrieb je 1 Einankerumformer und 1 Glasgleichrichter mit einer Leistung von 100 kW für 600 V Gleichstrom.

Bild 3 zeigt den 900 kW-Einankerumformer, der als offene Nebenschluß-Maschine gebaut ist. Die Drehzahl beträgt 750 U/min. Mittels des angebauten Drehreglers ist die Gleichstromspannung zwischen 240 und 300 V regelbar. Die Leistung ist entsprechend 770 bis 960 kW. Bei Vollast beträgt der Wirkungsgrad einschl. Umspanner 92 vH.

Der Anlauf erfolgt asynchron, indem der Umformer mittels des Anlaßschalters zunächst an eine Anzapfung des Umspanners gelegt wird, die ihm etwa 35 % der vollen Spannung zuführt. Nach Erreichen der synchronen Drehzahl, wobei der Umformer von selbst in Tritt fällt, erhält dieser durch Umlegen des Anlaßschalters die volle Spannung. In den Schalter eingebaute Überschaltwiderstände verhindern hierbei das Auftreten von Stromstößen. Der Schalter ist so ausgeführt, daß das Umschalten stets mit einer bestimmten Geschwindigkeit geschieht, die so gewählt ist, daß sie einerseits die Überschalt-Widerstände sich zweckmäßig auswirken läßt, andererseits ein Außertrittfallen des Umformers während

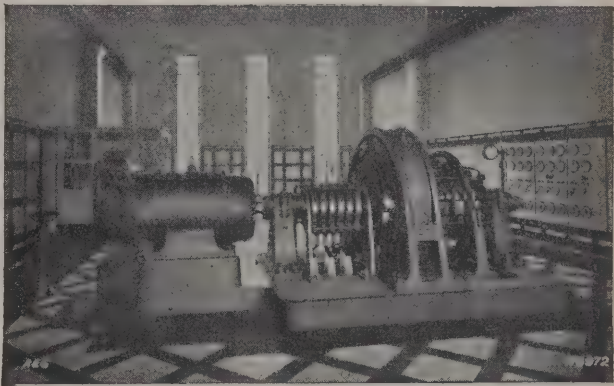


Bild 3. Einankerumformer 900 kW.

des Umschaltens ausschließt.

Die Gleichstrom-Verteilung ist — wie schon erwähnt — im Keller untergebracht. Unmittelbar unter den Maschinen sind die Hauptautomaten der Umformer angeordnet, während ein besonderes Gerüst unterhalb des Schalthauses die eigentliche Gleichstrom-Verteilungsanlage bildet. Vorläufig sind 8 Abzweige ausgebaut für eine Leistung von je 100 kW. Jeder Abzweig ist mit zwei einpoligen Überstrom- und Rückstrom-Fernschaltern ausgerüstet, die von der Schalttafel aus gesteuert werden.

Die auf Bild 3 teilweise sichtbare Bedienungs-Schalttafel ist in Pfeileröffnungen zwischen Maschinenraum und Schalthaus eingebaut. Sie ist somit auch von hinten leicht zugänglich, ohne einen besonderen Raum zu beanspruchen.

Später erhielt das Werk noch eine Akkumulatoren-Batterie von 1944 Ah Kapazität zur Speisung der Abzweige für Licht und Kraft beim etwaigen Ausbleiben des Drehstromes. Die Batterie ist in einem besonderen Anbau aufgestellt, die Ladung erfolgt von den Sammelschienen der Gleichstromverteilungsanlage her über ein Zusatzaggregat.

BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS



ABDAMPF- AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Man verlange neuen Prospekt 101B
Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57



ABDAMPF- ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöple.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane



Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge



AUFZÜGE

Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL **Flohr** A-G

Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen,
Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE

STAHL

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a./M.-West

AUTOWERKZEUGE

F.D.V. Weltmarke

Paul F. Dick, Esslingen a. N.
Stahlwaren- und Werkzeugfabrik.



BIEGSAME WELLEN

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF- DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

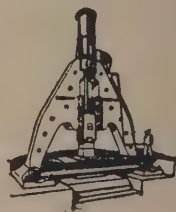
DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,
Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



KREUSER- DAMPFHÄMMER D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Beck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattaussführg.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.



DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



DAMPFMESSER

aller Art
Grauguß und Metallguß
Ernst Claassen & Co.
Schwedt (Oder)

STABE-

DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend m.
automatischer Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 31
in Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen,
Dampfhämmer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzliste R.
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 28

PONDO-

DAMPFMESSER

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
eiekt. Fern-Dampfuhren
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

DIESELMOTORE-

Dichtungsmaterialien;
desgl. für Dampfmaschinen
fertigt als Spezialität seit 25 Jahren
Markus M. Bach, Berlin W 15



ELEKTRO- FLASCHENZUG

Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit

Bamag Dessau



BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS

Horizontalbohrwerke mit behelfsmäßigem und mit wirtschaftlichem Einzelantrieb.

Mitteilung der AEG.

Die heutige Forderung nach intensivster Steigerung der Produktion stellt an Mensch und Maschine besondere Ansprüche. Der Arbeitsvorgang ist bis in

gelöst. Durch eine Zentralschmierung wird jede Lagerstelle mit der nötigen Ölmenge versorgt. Heißläufer, die durch Vergessen oder Übersehen einer Lagerstelle auftreten, sind ausgeschlossen.

Der eingebaute Motor ist ein AEG-Gleichstrom-Regelmotor, mit Kugel- und Rollenlagerung. Die Drehzahl kann durch einen kleinen direkt an die Maschine angebauten Reglerhebel, unabhängig von der Getriebeschaltung, verlustlos im Verhältnis 1 zu 3 bis 4 geändert werden. Auf diese Weise ist die Schnittgeschwindigkeit ohne besondere Komplikationen während des Laufes allen Verhältnissen anzupassen. Das Abstellen der Maschine geschieht u. a. auch durch einen Druckknopf vom Support aus. Das Bedienungspersonal kann unabgelenkt seine ganze Aufmerksamkeit dem Arbeitsvorgang selbst zuwenden und wird durch keinerlei Nebengriffe gehindert. Werkzeugbrüche, Fehlerarbeiten und Ausschußstücke können infolgedessen wirksam ausgeschaltet werden. Der Antriebsmotor ist ausgewuchtet und läuft bei allen Drehzahlen vollkommen ruhig und erschütterungsfrei. Erschütterungen sind selbst bei höchster Drehzahl und stärkstem Spanquerschnitt sowie bei Tiefenbohrungen nicht zu beobachten. Die Maschine wird durch den elektrischen Einzelantrieb viel elastischer, universeller, der Betrieb leistungsfähiger und wirtschaftlicher.

Gerade dieser Gesichtspunkt ist in der heutigen Zeit besonders wichtig. Es darf keinem Werk gleichgültig sein, ob eine Werkzeugmaschine mit einem mittleren Wirkungsgrad von 0,6 oder 0,8 arbeitet. Derartige Werte kann man tagtäglich messen, sie werden bei Gruppen-Antrieben noch erheblich unterschritten; hier kommen je nach der Ausnutzungsziffer Werte von 0,3 bis 0,4 vor.

Durch den elektrischen Einzelantrieb ist heute ein Mittel an die Hand gegeben, der Forderung nach größtmöglicher Verrbilligung in der Werkstatt in weitem

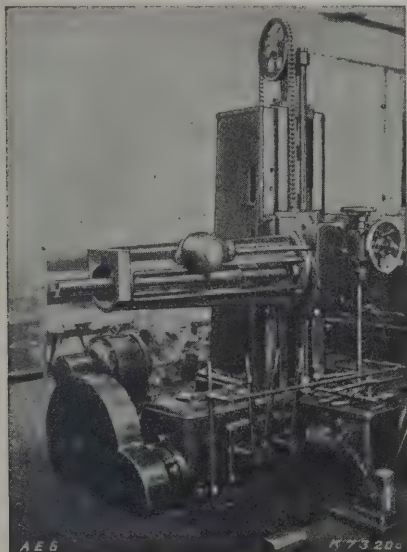


Bild 1.
Horizontalbohrwerk (Union, Chemnitz).

die letzten Einzelheiten zergliedert und jeder Werkzeugmaschine eine Spezial-Aufgabe zugewiesen.

Das Hauptaugenmerk ist auf Verwendung leistungsfähiger Maschinen und Vermeidung toter Zeiten gerichtet. Die besten Stähle sind gerade gut genug; gegenüber früher überaus hohe Schnittgeschwindigkeiten sind an der Tagesordnung.

Hand in Hand damit geht eine Verbesserung des Antriebes. Der frühere Gruppenantrieb mit seinem Vorgelege- und Riemengewirr ist als unwirtschaftlich verlassen. Auch die Einscheiben-Anordnung entspricht nicht mehr dem gesteigerten Bedürfnis. Nur der konstruktiv richtige, organisch entwickelte elektrische Einzelantrieb kommt allen Anforderungen nach. Getriebe und Lagerung sind so einfach und übersichtlich, wie es im Interesse einer wirtschaftlichen Betriebsführung notwendig ist.

Dieses zeigt deutlich die Gegenüberstellung der beiden Bilder.

Bild 1 gibt eine heute noch häufige Konstruktion wieder, an der man auf den ersten Blick den früheren Einscheiben-Antrieb erkennt. Hier ist er durch ein mehrfaches Rädervorgelege zum Einzelantrieb umgebaut worden. Die Unzahl der verschiedenen Hebel wirkt geradezu verwirrend; das ganze Getriebe ist so unübersichtlich eingebaut, daß schon der Gedanke an eine gelegentliche Reparatur Unbehagen hervorruft.

Ganz anders liegt der Fall bei einer Maschine nach Bild 2. Schon der äußere Eindruck ist ruhiger, sachlicher. Durch den direkt an den Spindelstock angeflanschten Motor fallen alle unbequemen Übertragungselemente fort, Kupplungen, die bekanntlich zu Störungen neigen, fehlen vollständig. Das ganze Getriebe ist so einfach und übersichtlich, daß Versager kaum möglich sind. Die Ölfrage ist durch die geringe Zahl der notwendigen Lagerstellen in einfachster Weise

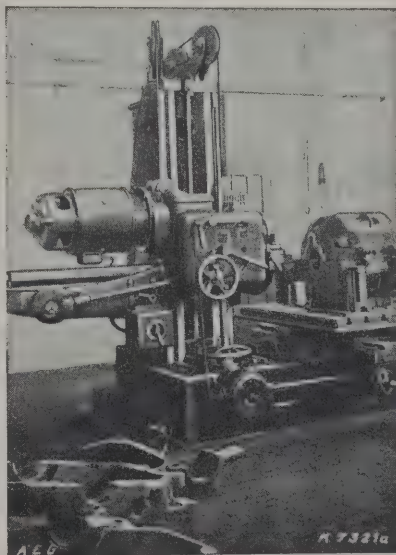


Bild 2.
Horizontalbohrwerk (Wetzel, Gera).

Umfange nachzukommen. Daher sollten Neuanschaffungen nur von diesem Gesichtspunkte aus vorgenommen werden.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABDAMPF-AUSNUTZUNG ABGAS-AUSNUTZUNG

für Heizung und Trocknung
Man verlange neuen Prospekt 101B
Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G.m.b.H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G.m.b.H.
Düsseldorf-Rath



ABDAMPF-ENTÖLER
nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G.m.b.H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof



AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krano

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL FLOHR A-G

Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut



Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen

Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen
mit sämtlichem Zubehör
Gaswerkzeuge
für alle Gasarten.



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)



BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



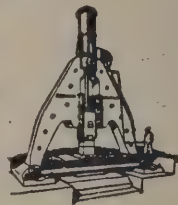
DAMPF-HÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Luft-
hämmer,
Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i.W.



DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Luft-
hämmer
Fall-
hämmer



EUMUCO
Aktiengesellschaft für
Maschinenbau
Schlebusch-Manfort



KREUSER-

DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein-
u. zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausführ.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.



DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung,
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampföhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



STABE-

DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend mit
automatischer Druckberichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 328

In Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen,
Dampfhammer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.

Man verlange Referenzliste R 24
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO-

DAMPFMESSER

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampföhren

Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN

für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

DIESELMOTORE-

Dichtungsmaterialien;
desgl. für Dampfmaschinen
fertigt als Spezialität seit 25 Jahren
Markus M. Bach, Berlin W 15

DRUCKREGLER



Kondenstopf-Kontr.-Apparate,
Trommelflüssigkeitsmesser,
Kondensatmesser

Manometer, Thermometer,
Zugmesser, Luftmengenmesser,
anzeigend und schreibend, a. m.
ablauf-Streifen u. elektr. Fernanzeiger

J. C. Eckardt A.-G.
Stuttgart-Cannstatt

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Rundstangen, Profilstangen und Rohre.

Mitteilung der AEG.

Für die Gruppe der Nichteisenmetalle einschließlich der Leichtmetalle sind in der untenstehenden Zahlentafel die Festigkeits-Eigenschaften zusammengestellt, nach denen der Konstrukteur und Verbraucher die Werkstoffauswahl treffen kann. Neben der normalen Ausführung in Rund-, Vierkant-, Flach- und Sechskantstangen sowie in Rohren ist die Gestaltungsmöglichkeit für Profilstangen (s. Bild) nahezu unbegrenzt. Da das Kabel- und Metallwerk der AEG über umfangreiche Werkanlagen und einen großen Bestand an neuzeitlichen Maschinen und Werkzeugen, sowie ein mit modernsten Hilfsmitteln ausgestattetes Werkstoff-Prüflaboratorium verfügt, sind die AEG-Metallwerke Oberspree*) in der Lage, höchste Anforderungen an Menge und Güte der zu liefernden Metallfabrikate zu erfüllen.

Die Rund- und Profilstangen aus Messing, Sondermessing und Leichtmetall werden teils in „gepreßter“, teils in „gezogener“ Ausführung geliefert, die Rohre werden nahtlos gezogen. Alle Abmessungen werden nach Dinorm-Toleranzen eingehalten. Anhaltspunkte über die Grenzwerte der Festigkeits-Eigenschaften der einzelnen Werkstoffe gibt die Zahlentafel in praktischen, gut erreichbaren Mittelwerten.

Kupfer. Das zur Verwendung gelangende Kupfer besteht aus dem besten deutschen und amerikanischen

Kupfer ebenfalls weitgehende Anwendung, nicht zuletzt wegen seines günstigen Verhaltens gegen chemische Einflüsse.

Messing. Die technisch wertbaren Messinglegierungen bewegen sich in Grenzen von 90 % Cu beim Rottombak bis herunter zu 58 % Cu beim Schraubenmessing. Einen geeigneten Werkstoff in guter Bohr-, Dreh- und Fräseigenschaft stellt das bekannte Schrauben- und Mechanikermessing (Ms 58 und Ms 59) dar, das durch einen Bleizusatz seine gute Schnittbarkeit erhält. Wird neben genügender Schnittbarkeit noch eine größere Biege- und Dehnungsfähigkeit gefordert, so kommt Schmiedemessing (Ms 60) in Betracht.

Sondermessing. Die AEG-Metallwerke Oberspree haben hierin einige Sonderqualitäten geschaffen, von denen das Kondensatorrohr-Messing in der bekannten Admiralitäs-Legierung, die Gruppe der härteren und seewasserbeständigen Manganmessinge (Spreemetall) und die Nickelmessinge hervorzuheben sind.

Bronze. Neben den reinen Sn-Bronzen gehört hierher Aluminium-Bronze, die neben hoher Festigkeit eine sehr gute Dehnung aufweist und außerdem als gut säure- und wetterbeständig gelten kann.

Leichtmetall. Für die Verwendung von Leichtmetall ist das geringe spezifische Gewicht ausschlag-



Abschnitte von gepreßten und gezogenen Profilstangen.

					Rund- und Profilstangen				R o h r e					
Werkstoff	Kurzzeichen	DIN	Farbton (poliert)	Spez.- Gew.	Festigkeit		Dehnung		Härte (5/250/30) kg/mm ²	Festigkeit		Dehnung		Härte (5/250/30) kg/mm ²
					weich hart kg/mm ²		weich	hart		kg/mm ²	weich	hart	kg/mm ²	
							0/0	0/0				0/0	0/0	
Kupfer														
Elektrolytkupfer	E—Cu	1708	rot	8,9	22	30	40	8	45 bis 80	—	—	—	—	—
Rohrkupfer	R—Cu	—	rot	8,9	—	—	—	—	—	22	35	35	5	50 bis 85
Stehbolzenkupfer	Bz 0,5	—	rot	8,9	23	—	38	—	50	—	—	—	—	—
Messing														
Rottombak	Ms 90	1709	goldrot	8,8	25	40	40	5	60 bis 100	—	—	—	—	—
Mittelrottombak	Ms 85	1709	goldgelb	8,7	25	40	40	10	60 bis 100	—	—	—	—	—
Gelbtombak	Ms 72	1709	grünlichgelb	8,6	25	40	40	15	60 bis 105	—	—	—	—	—
Halbtombak	Ms 67	1709	grünlichgelb	8,6	30	45	35	15	65 bis 110	—	—	—	—	—
Druckmessing	Ms 63	1709	rötlichgelb	8,6	30	45	35	15	65 bis 110	32	45	35	10	65 bis 110
Schmiedemessing	Ms 60	1709	ockergelb	8,5	35	50	30	15	70 bis 120	35	50	30	10	70 bis 120
Schraubenmessing	Ms 58	1709	ockergelb	8,5	40	50	25	15	80 bis 140	—	—	—	—	—
Mechanikermessing	Ms 59	—	ockergelb	8,5	40	50	20	12	80 bis 140	—	—	—	—	—
Sondermessing	So—Ms	1709												
Kondensatorrohr-Messing .	Ms 71	—	grünlichgelb	8,6	—	—	—	—	—	—	40	—	25	—
Spreemetall	Mn—Ms 1,4	1709	braungelb	8,3	45	—	25	—	bis 105	—	—	—	—	—
Manganmessing	Mn—Ms 3	1709	braungelb	8,3	45	55	25	10	105 bis 150	—	55	—	10	140
Nickelmessing	Ni—Ms 10	—	gelblichweiß	8,5	40	50	35	25	140	—	—	—	—	—
Sondermessing	Mn—Ms 1,5	1709	ockergelb	8,5	40	60	30	12	100 bis 150	40	60	30	12	100 bis 150
Bronze														
Al-Walzbronze	Al—Bz 5	—	goldgelb	8,3	40	60	50	10	90 bis 160	—	—	—	—	—
Leichtmetall														
Reinaluminium	Al 98—99,5%	1712	silberweiß	2,7	8	16	25	5	30 bis 55	9	15	25	5	30 bis 55
Bahnaluminium	Al 94	—	weiß	2,8	20	25	25	10	50 bis 70	—	—	—	—	—

BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS



ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Man verlange neuen Prospekt 101B
Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge



AUFZÜGE

Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A-G
Berlin N4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzugsfabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE

in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel
sowie
Feineinstellung
selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF- DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFDRUCKVER- MINDERUNGSVENTILE

auch f. Preßluft, Gas usw. geeignet,
ohne Quecksilber u. ohne Membrane.
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

DAMPFHÄMMER

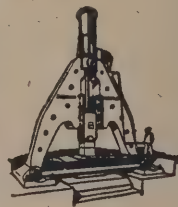
bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i.W.



KREUSER-

DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausföhr.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.



DAMPFMESSER

anzeigend registrierend
zählend



ASKANIA-WERKE
BAMBERGWERK
BERLIN FRIEDENAU
KATISCHALLEE 87/88

DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung,
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



STABE- DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend mit
automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 385 32
in Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen
Dampfhämmer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 2
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO- DAMPFMESSER

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

DIESELMOTORE-

Dichtungsmaterialien;
desgl. für Dampfmaschinen
fertigt als Spezialität seit 25 Jahre
Markus M. Bach, Berlin W 15

BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS

Elektrizitätszähler für die Betriebskontrolle.

Mitteilung der AEG.

Jede im modernen Fabrikations-Verfahren hergestellte Ware ist mit einem gewissen mehr oder weniger hohen Kostenbetrag für die elektrische Energie belastet, die bei der Fertigung benötigt wurde. Der anfallende Betrag nimmt mit der Modernisierung der Industrie mehr und mehr zu, da diese in stets wachsendem Maße auf eine Mechanisierung und Rationalisierung der Herstellungsvorgänge hinausläuft, was mit Elektrifizierung gleichbedeutend ist.

Mit der zunehmenden Verschiebung der Kostenverhältnisse ergibt sich die Notwendigkeit, dem Stromverbrauch in den einzelnen Betrieben mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden als bisher; man kann sich nicht mehr darauf beschränken, die Kosten des Gesamtverbrauches auf die Gesamterzeugung umzulegen.

Die Grundlage einer richtigen Preisstellung bildet die Feststellung der Selbstkosten. Die Anteile des Aufwandes an elektrischem Strom für Kraft, thermische und chemische Zwecke sind bei den einzelnen Fabrikaten sehr verschieden und erheblichen Schwankungen unterworfen. Es empfiehlt sich daher, für jede Abteilung, für jede Werkstatt und für jeden Arbeitsorganismus die Stromkosten festzustellen, um den genauen Anteil an den Selbstkosten zu erhalten. Diesem Zwecke dienen die Elektrizitätszähler, die den Verbrauch an Kilowattstunden registrieren, nach denen dann die Geldbeträge errechnet werden können.

Natürgemäß sucht man für die genannten Zwecke mit Einrichtungen auszukommen, für die der Aufwand in einem möglichst günstigen Verhältnis zu ihrem praktischen Wert steht. Im folgenden werden einfache Einrichtungen beschrieben, die der erforderlichen Genauigkeit durchaus genügen und nur ein geringes Maß von Ausgaben verursachen.

Der praktische Betrieb bedient sich von allen Stromarten fast ausschließlich des Drehstromes.

Da in den Kraftbetrieben zumeist symmetrische Belastung angenommen werden kann, genügt es, an Stelle des eigentlichen Drehstromzählers einen Zähler für gleichbelastete Phasen (Bild 1) zu verwenden.

Die AEG baut Zähler dieser Art unter der Bezeichnung Lmf, LOF und LOF 60. Sie sind ihrem Aufbau und ihrer inneren Einrichtung nach Einphasenzähler der Form Ljf und unterscheiden sich nur durch die innere Schaltung und das Übersetzungsverhältnis zwischen Schneckenrad und Zählwerk.

Die genannten Zähler werden für direkte Messung bis zu Stromstärken von 3×100 bzw. 3×200 A gebaut. Bei höheren Stromstärken ist ein Stromwandler erforderlich.

Eine Anzahl stromverbrauchender Einrichtungen kann mit noch einfacheren Mitteln kontrolliert werden. Die Wandertische für die Fließarbeit und ähnliche Transporteinrichtungen, auch viele Bearbeitungsmaschinen beanspruchen eine bestimmte konstante Leistung. Daher genügt es in diesen Fällen, einen Zeitähler anzuwenden, aus dessen Angaben mühelos die Kilowattstunden errechnet werden können. Mit der Verwendung des Zeitzählers ist gleichzeitig eine für Zeitstudien wertvolle Unterlage zu erhalten.

Die AEG baut Zeitzähler in verschiedenen Ausführungen. Sehr geeignet für die Zwecke des praktischen Betriebes sind die Zeitzähler Form ZSt mit elektromagnetischer Auslösung des Uhrwerkes durch ein

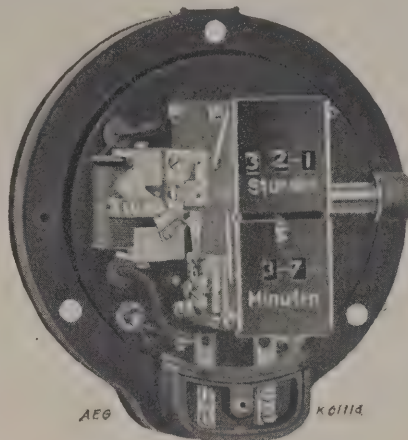


Bild 2. Zeitzähler, Form ZSt.

Spannungsrelais (Bild 2). In einem anderen Zeitzähler der AEG, Form ZW, für Wechsel- und Drehstrom wird das Uhrwerk durch einen mit konstanter Drehzahl umlaufenden Ferrarismotor ersetzt.

In Bild 3 ist ein Spezialzähler der AEG dargestellt, der für Kranmotoren Verwendung findet. Er besteht aus drei Zeitzählern Form ZSt auf gemeinsamer Grundplatte; je ein Zeitzähler registriert die Betriebsdauer des Hubmotors und des Fahrmotors der Laufkatze, der dritte die des Fahrmotors der Kranbrücke.

Für Gleichstrom bedingen die Elektrizitätszähler für große Leistungen einen höheren Kostenaufwand als die oben für Drehstrom genannten. Man wird daher hier den Zeitzähler mit elektromagnetischer Auslösung bevorzugen.

In manchen, insbesondere in chemischen Betrieben, wo die Kosten für elektrische Energie oft den Hauptbestandteil der Selbstkosten ausmachen, lohnen sich jedoch auch große Gleichstromzähler. Außer den allgemeinen bekannten Shuntzählern sind hier Hochstromzähler der AEG für direkten Anschluß zu erwähnen.

Die angeführten Zähler eignen sich zum festen Einbau, wodurch eine fortwährende Kontrolle möglich ist. Von besonderer Bedeutung sind für die zeitweilige Kontrolle von Produktionsvorgängen die tragbaren Zähler und Wandler. Es empfiehlt sich, die Zähler an einem tragbaren Gestell mittels federnder Aufhängung anzubringen, so daß sie vor Erschütterungen beim Transport geschützt sind. Tragbare Wandler werden von der AEG in verschiedenen Ausführungen geliefert. Besonders geeignet sind die umschaltbaren Stromwandler, die einen großen Verwendungsbereich haben. Mit Einrichtungen dieser Art kann bei geringstem Kostenaufwand eine periodische Nachprüfung der Betriebsverhältnisse wechselnd in verschiedenen Werkstätten und Abteilungen vorgenommen werden. Ein transportabler Meßsatz mit einem der oben beschriebenen Drehstromzähler und einem umschaltbaren Wandler dürfte in vielen kleinen Betrieben zur internen Kontrolle ausreichen.



Bild 3. Kranmotor-Stundenzähler mit drei Zählwerken, Form ZSt, geschlossen.

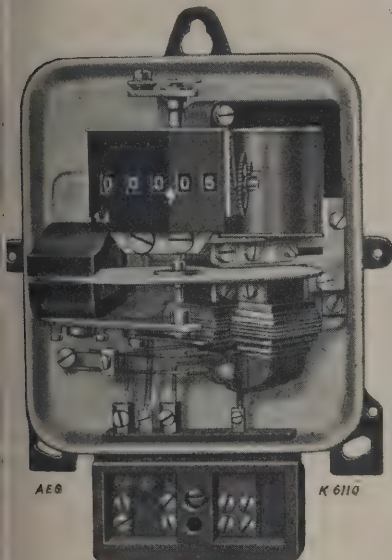


Bild 1.

Drehstromzähler für gleichbelastete Phasen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Bath



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

Flohr A-G

Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen,
Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BIEGSAME WELLEN

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

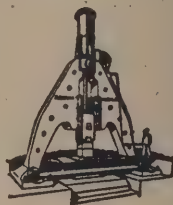
Luft-hämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen

Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“



Luft-
hämmer
Fall-
hämmer

EUMUCO
Aktiengesellschaft für
Maschinenbau
Schlebusch-Manfort

KREUSER-

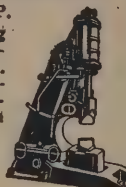
DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausführ.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.



DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesse
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSE

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.
elektrische Fernübertragungen
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

STABE- DAMPFMESSE

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend
automatisch. Druckberichtigung
Stabe-Dampfhammer D. R. P. 365
In Hunderten von Ausführung
geliefert für Dampfmaschine
Dampfhammer, Walzenzugmas-
chinen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzliste R.
Feodor Stabe Apparatebauanst.
Berlin SO 26

PONDO- DAMPFMESSE

mit automatischer
Druckberichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren

Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 8

DIAMANTEN

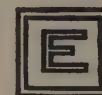
für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

DIESELMOTORE-

Dichtungsmaterialien;
desgl. für Dampfmaschinen
fertigt als Spezialität seit 25 Jahren
Markus M. Bach, Berlin W 15



DEMAG ELEKTROZÜGE

Bauart Demag,
bis 10 t Tragkraft,
Lager im In- u. Ausl.
Demag-Duisburg

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrische Öfen in der Werkstatt.

Mitteilung der AEG.

Das Bestreben, die modernen Werkzeugmaschinen als Hochleistungsmaschinen zu verwenden, stellt immer höhere Ansprüche an die Qualität der Schneidwerkzeuge. Dieser Faktor hängt außer von dem Werkstoff selbst in erster Linie von der Wärmebehandlung des Materials ab. Deshalb kommen für die Werkzeugmacherei heute nur Glüh- und Härteverfahren in Frage, bei denen man die Gewähr hat, daß die von den Stahlwerken vorgeschriebenen Temperaturen auf das genaueste eingehalten werden. Diesen Bedingungen genügen im idealen Sinne die elektrisch beheizten Öfen, da auch hier die elektrische Energie, wie in allen übrigen Anwendungsgebieten, den großen Vorteil bietet, daß sie feinfühlig den gewünschten Verhältnissen angepaßt werden kann.

Für das Glühen, Härten und Zementieren von Kohlenstoffstahl baut die AEG elektrische Glüh- und Härteöfen, bei denen die elektrische Energie mit Hilfe von Chromnickel-Widerständen in Wärme umgewandelt wird. Diese Chromnickel-Widerstände werden in dem Ofenraum gleichmäßig verteilt und strahlen ihre Energie direkt auf das zu erhaltende Gut aus. Muffeln, wie sie Gas-, Koks- und Ölöfen im allgemeinen verlangen, können weggelassen, da eine Verunreinigung des Glühgutes bei elektrischer Erwärmung ausgeschlossen ist. Die Muffeln der nicht elektrisch geheizten Öfen stellen große

der. Die elektrische Beheizung mit Widerstandsbändern eignet sich auch hervorragend für Wärme- und Trockenöfen mit Temperaturen von 60 bis 350°, wie sie

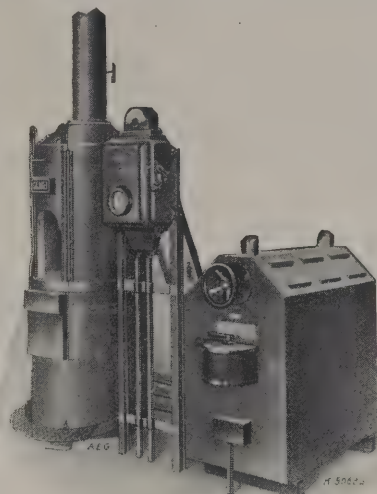


Bild 2. Neue Ausführung des AEG-Salzbادهofens.

zum Trocknen von Lacken aller Art in Frage kommen. Diese Trockenöfen haben in der heutigen modernen Werkstatt den Vorteil, daß sie sich in die zeitgemäße Fließarbeit ohne weiteres sinngemäß einreihen lassen.

So zeigt Bild 3 einen Wandertrockenofen zum Brennen von lackierten Zähler-, Meßinstrumente-, Radio-Apparategehäusen und dergl. Durch entsprechende Bemessung lassen sich diese Öfen analog im Fahrradrahmen-, Automobil-, Chassis-Bau und dergl. verwenden.

Die Rentabilität der elektrischen Glühöfen für Temperaturen bis 1000° ist heute im allgemeinen gegeben bei einem Preis von 4 Pf/kWh, die Rentabilität von elektrischen Trockenöfen für Lackierzwecke und dergl. bei einem Strompreis von 9 Pf/kWh. Die Vorteile dieser Verfahren liegen, sofern höhere Strompreise in Betracht kommen, noch in der günstigsten Anordnung der Trockenöfen zum Gesamtarbeitsprozeß. Die Rentabilität der elektrischen Salzbadhärteöfen für die Herstellung



Bild 1. Langofen.

Wärmebremsen dar. Der Temperaturunterschied zwischen der Heizflamme und dem zu erwärmenden Gut muß bei dieser Beheizungsart wesentlich höher gehalten werden, als wenn die Wärme direkt auf das Glühgut ausstrahlt. Mit dem Wegfall der Muffel selbst entfällt auch deren häufiges Erneuern, und der Wirkungsgrad der elektrischen Öfen, von denen Bild 1 ein Ausführungsbeispiel zeigt, wird wesentlich heraufgesetzt. Die Abmessungen der elektrischen Glühöfen lassen sich dem tatsächlichen Glühgut leicht anpassen. Mit Hilfe automatischer Wärmeregler ist es möglich, die Temperatur dieser Öfen auf einige Grade genau einzustellen und die Temperatur ohne besondere Überwachung beliebige Zeit gleichmäßig zu halten.

Für Temperaturen über 1000° baut die AEG elektrische Salzbadhärteöfen (Bild 2), die vorzugsweise zum Härten von Edelmetallen geeignet sind. Die zu härtenden Werkstücke werden hierbei in ein Salzbad eingehängt, wobei die Erwärmung unter Luftabschluß erfolgt, so daß ein Verzundern der Werkstücke ausgeschlossen ist.

Diese Öfen werden für Temperaturen bis 1300° ausgeführt, so daß sich hiermit praktisch alle zurzeit im Handel befindlichen Hochleistungswerkzeuge behandeln lassen. Nach dem gleichen Prinzip werden die Salzbadöfen auch für Temperaturen von 220 bis 1000° gebaut und gestatten infolge der guten Wärmeübertragung auf das Härtegut und der großen Wärmekapazität ein sehr schnelles Arbeiten; sie sind somit produktionsfähiger als die vorbesprochenen Glühöfen mit Chromnickelheizbän-



Bild 3. Wandertrockenofen.

von Schneidwerkzeugen aller Art ist bei jedem Strompreis gegeben, da hier die Qualität, d. h. der Wegfall des Härteausschusses und die Gleichmäßigkeit der Schneidwerkzeuge, die erste Rolle spielen muß.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

**ABDAMPF-
ENTÖLER**

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G.m.b.H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen; Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

**AUFZÜGE**

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE

Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

**AUFZÜGE**

Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

Carl Flohr A.-G.
Berlin N4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen
mit sämtlichem Zubehör
Gaswerkzeuge
für alle Gasarten.



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim

**AUFZÜGE**

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

**AUFZÜGE**

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

**AUFZÜGE
STAHL**

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

**AUFZÜGE · KRANE
TRANSPORTANLAGEN**

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

**BANDSTAHL**

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie

Erich Loewe G.m.b.H., Berlin C19

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7

**DAMPF-
DRUCKVERMINDERER**

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

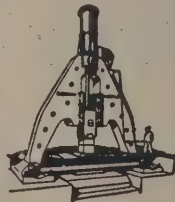
DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,
Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



KREUSER-

DAMPFHÄMMER

D. R. P.

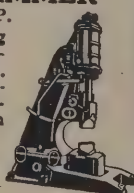
mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser

G. m. b. H.

Hamm (Westf.)

Werkstattausführ.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.

**DAMPFMESSER**

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.
elektrische Fernübertragungen
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.



Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

STABE-

DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend mit
automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 82
in Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen
Dampfhammer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzliste R 2
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin 80 26

PONDO-

DAMPFMESSER

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren

Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN

für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

DIESELMOTORE-

Dichtungsmaterialien;
desgl. für Dampfmaschinen
fertigt als Spezialität seit 25 Jahren
Markus M. Bach, Berlin W 15

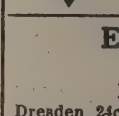
**ELEKTRO-
FLASCHENZUG**

Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit

Bamag Dessau

DEMA ELEKTROZÜGE

Bauart Demag,
bis 10 t Tragkraft,
Lager im In- u. Auslan
Demag-Duisburg

**ENTÖLER**

F. Mattick
Dresden 24c, Münchener Straße 30
Maschinenfabrik u. Eisengießerei
in Pulsnitz i. Sa.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Dampfturbopumpen für Wasserwerke.

Mitteilung der AEG.

An die Reinwasserpumpen werden in Wasserwerken große Anforderungen in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht gestellt, da je nach Tagesstunden und Jahreszeiten Wasserbedarf und Druckhöhe wechseln. Früher waren es fast ausschließlich Dampfkolbenpumpen, denen diese schwierige Aufgabe anvertraut war. In neuerer Zeit findet jedoch von etwa 250 PS an aufwärts die Dampfturbopumpe an Stelle der Dampfkolbenpumpe eine immer steigende Beachtung.

Die Vorzüge dieser neuen Maschinengattung sind: Niedriger Anschaffungspreis und kleiner Raumbedarf mit daraus hervorgehenden billigen Fundamenten und Maschinenhäusern, Fortfall aller hin- und hergehenden Maschinenteile und daher wenig Verschleiß, verringerte Bedienungskosten, minimaler Ölverbrauch und ölfreies, direkt zum Kesselspeisen zu verwendendes Kondensat.

Erreicht auch die Kreiselpumpe allein den hohen Wirkungsgrad der Kolbenpumpe nicht völlig, so daß die reinen Brennstoffkosten bei Dampfturbopumpen höher sind, so stehen diesen jedoch bedeutende Ersparnisse in den Ausgaben für Anschaffung, Verzinsung und Tilgung des Anlage-Kapitales gegenüber, die vereint mit den Minderausgaben für Schmiermaterial, Bedienung und Unterhaltung die Gesamtbetriebskosten der Dampfturbopumpe unter diejenigen der Dampfkolbenpumpen sinken lassen.

Dies gilt um so mehr, seitdem die Vervollkommenung der Zahnradvorlegege, es gestattet, für Turbine und Kreiselpumpe stets die günstigsten Drehzahlen zu wählen und so den Gesamtwirkungsgrad der Anlage bedeutend zu erhöhen. Die Untersuchungen, die von den Berliner Städtischen Wasserwerken nach dieser Richtung hin veranstaltet wurden*), geben von dieser Überlegenheit der Dampfturbopumpen einen zwingenden Beweis.

Die Getriebe-Dampfturbopumpe der AEG setzt sich in ihren Hauptbestandteilen zusammen aus Turbine, Zahnradvorlegege, Hauptkreiselpumpe, Kondensator, Kondensatpumpe und Dampfstrahl-Luftsauger. Das gesamte, von der Hauptpumpe geförderte Wasser wird durch den normalerweise direkt unter ihr angeordneten Kondensator gesaugt und auf diese Weise zum Niederdrücken des Abdampfes der Antriebsturbine verwen-

det. Die Kondensatpumpe ist im Raum unterhalb der Turbine aufgestellt und wird mittels eines Schneckengetriebes und einer senkrechten Welle unmittelbar von der Hauptwelle angetrieben. Die Turbine erhält durch Drucköl gesteuerte selbsttätige Regulierung. Das Wärmegefälle zwischen Frischdampf- und Kondensatorspannung wird in einer größeren Anzahl von Stufen aufs vollkommenste ausgenutzt, wobei Dampfeintrittsdruck und Überhitzung dem Fortschritt im Kesselbau entsprechend gesteigert werden können. Bild 2 stellt eine solche moderne AEG-Getriebe-Dampfturbopumpe dar.

Das erforderliche Vakuum wird nicht mehr, wie früher, durch eine umlaufende Luftpumpe erzeugt, sondern durch Dampfstrahl-Luftsauger. Wie aus Bild 1 hervorgeht, wird dabei die Verdichtung der Luft durch zwei hintereinander geschaltete Stufen erreicht. Der aus dem Kondensator kommende Abdampf wird in einem Zwischenkühler niedergeschlagen, während die unkondensierbaren Gase von der zweiten

Stufe angesaugt und auf atmosphärischen Druck verdichtet werden. Ihr Abdampf wird in einem Vorwärmer kondensiert, aus dem das verbleibende Gasluftgemisch durch ein Abführrohr ins Freie entweichen kann. Das Kondensat beider Stufen geht durch Schwimmregler in die Saugleitung der Kondensatpumpe zurück. Letztgenannte drückt das Kondensat durch den Zwischenkühler bzw. Vorwärmer des Dampfstrahl-Luftsaugers, wobei eine sehr weitgehende Rückgewinnung der Abwärme des Treibdampfes der Stufen erzielt wird.

In der Verwendung dieser neuen Getriebe-Dampfturbopumpen gehen die Berliner mit Wasser beliefern den Werken vor-

an. Sowohl die Berliner Städtischen Wasserwerke A.-G., als auch die Charlottenburger Wasser- und Industriewerke A.-G., die sich in die Wasserversorgung Groß-Berlins teilen, haben eine Reihe von derartigen Anlagen in Betrieb und weitere in Auftrag gegeben, nach deren Fertigstellung im nächsten Jahre 4 ältere AEG-Dampfturbinen und 12 neuzeitliche AEG-Getriebe-Dampfturbopumpen mit einer gesamten Fördermenge von rd. 50 000 m³/h für die Berliner Wasserversorgung zur Verfügung stehen.

*) Vergl.: Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure Nr. 46, vom 13.11.1926, S. 1521 „Die Dampfturbopumpe als Wasserwerksmaschine“

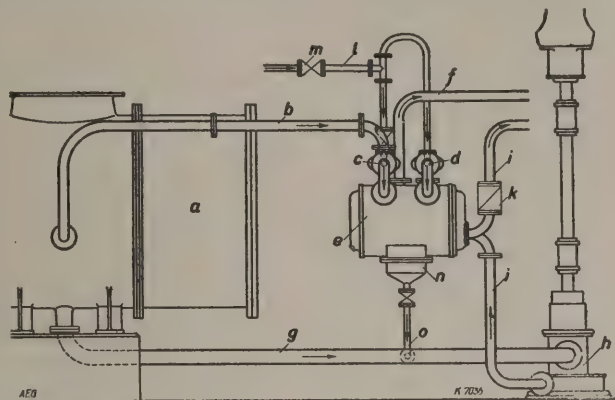


Bild 1. Anordnung eines zweistufigen Dampfstrahl-Luftsaugers.

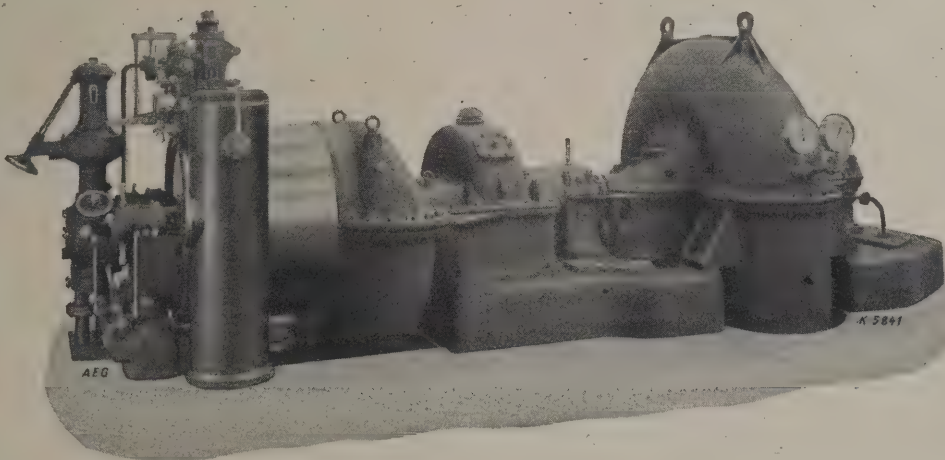


Bild 2. AEG-Getriebe-Dampfturbopumpe.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzügewerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A-G

Berlin N4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut



Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE

in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel
sowie
Feineinstellung
selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C19

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF- DRUCKVER- MINDERUNGSVENTILE

auch f. Preßluft, Gas usw. geeignet,
ohne Quecksilber u. ohne Membrane.
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Luftschlämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Luft-
schlämmer
Fall-
schlämmer

EUMUCO



Aktiengesellschaft für
Maschinenbau
Schlebusch-Manfort

KREUSER- DAMPFHÄMMER D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausföhr.: Wagner & C.
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.
Dortmund.



DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesse
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSE

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeiger, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.
elektrische Fernübertragungen
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



DAMPFMESSE



Belastungsmesser, Rauchgasprüf-
Wassermesser, Trommelflüß-
keitsmesser
Luftmengenmesser, Zugmesser,
Thermometer, Manometer, Vacu-
meter, anzeigend u. schreibend, a.
ablauf. Streifen u. elektr. Fernanzei-
ger. Temperatur-Meßgeräte

J. C. Eckardt A.-G.
Stuttgart-Cannstatt

STABE- DAMPFMESSE

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend
automatisch. Druckberücksichtigu.
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365

In Hunderten von Ausführung
geliefert für Dampfmaschine
Dampfhammer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzliste R.
Feodor Stabe Apparatebauanst.
Berlin SO 26

PONDO- DAMPFMESSE

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren

Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 8

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrische Schnellverstellungen an Werkzeugmaschinen.

Mitteilung der AEG.

Die Schnellverstellung von Werkzeugmaschinen-schlitten ist ein aussetzender Vorgang, der beim Ein- und Ausspannen der Werkstücke und beim Einrichten

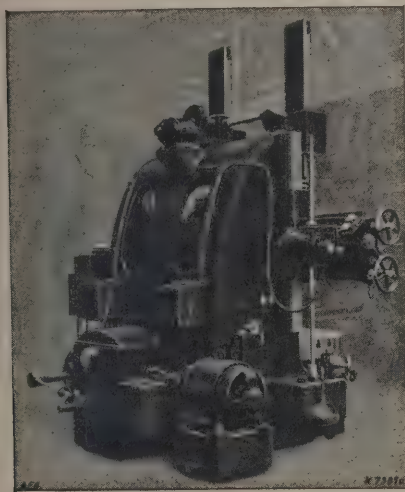


Bild 1. Karusselldrehbank mit 1 Reguliermotor für den Hauptantrieb und 8 Hilfsmotoren für Schnellverstellungen (Nileswerke A.-G., Berlin).

der Maschine für die Arbeitsvorgänge benutzt wird. Die Einschaltdauer des Schnellverstellgetriebes ist daher im Verhältnis zur Arbeitszeit der Maschine sehr gering und beträgt nur 0,5 bis 5 vH. Die Getriebe für die maschinelle Schnellverstellung, die von der Antriebswelle der Werkzeugmaschine aus abgeleitet werden und recht verwickelt zu den Supportspindeln führen, laufen daher 95 bis 99,5 vH der Arbeitszeit leer mit. Sie verbrauchen mithin dauernd Kraft und Schmiermittel und unterliegen erheblichem Verschleiß. Dies kann vermieden werden, wenn man mittels entsprechender Hilfsmotoren die Supportspindeln direkt antreibt. Die Hilfsmotoren sind meistens viel billiger als die sonst nötigen Getriebe und verbrauchen nur Kraft, solange sie Arbeit leisten. Am gebräuchlichsten sind Hilfsmotoren dieser Art bei Radialbohrmaschinen, Hobelmaschinen, Karusselldrehbänken usw., für das Auf- und Abbewegen des Auslegers bzw. des Querbalkens.

Bei der Karusselldrehbank (Bild 1) sind diese Hilfsmotoren auch für die Schnellverstellung der Werkzeugschlitten und für die Bewegung der Messerarme vorgesehen. Die Hilfsmotoren sind rechts und links am Querbalken angebracht; sie werden durch einfache Kontakte und einen magnetischen Umschalter gesteuert. Die Kontakte werden durch die Umschalthebel mitbewegt, so daß eine Griffzeit für das Ein- und Ausschalten der Hilfsmotoren überhaupt entfällt.

Diese einfache Einbaumöglichkeit und der sparsame Betrieb mit Hilfsmotoren für Schnell- oder Eilbewegungen führten dazu, Schnellverstellungen auch dort vorzusehen, wo sie bisher nicht gebräuchlich waren. B. an den Werkzeugschlitten von Radsatzdrehbänken.

Die vier Werkzeughalter müssen für jeden abzuwehrenden Radsatz vor- und zurückbewegt werden. Zwei dieser Werkzeughalter befinden sich außerdem auf Kreuzschlitten und werden beim Drehen selbsttätig in der Längsrichtung der Bank vorgeschoben. Diese Bewegung muß vor Bearbeitung eines neuen Radsatzes wieder rückgängig gemacht werden. Es sind also sechs Schnellverstellungen nötig und dementsprechend, wie Bild 2 an einer Radsatzdrehbank von W. Hegenscheidt A.-G., Ratibor, zeigt, auch sechs Hilfsmotoren an den Supporten vorgesehen. Die Hilfsmotoren sind ganz geschlossen und an Rädergetrieben angeflanscht, die ihrerseits über Rutschkupplungen auf die Supportspindeln treiben.

Die vier Motoren für die Bewegung quer zur Achse werden durch einen Druckknopf „Vorwärts“ und einen Druckknopf „Rückwärts“ gleichzeitig eingeschaltet. Beim Vorgehen wird die Bewegung selbsttätig kurz vor Angriff der Stähle an das Werkstück unterbrochen, worauf die Spantiefe mittels Handrades eingestellt wird.

Die beiden Hilfsmotoren für die Längsbewegung werden ebenfalls gemeinsam durch einen Druckknopf gesteuert, und zwar wird die Einschaltung der Rückbewegung vorgenommen, bevor die Schablonensupporte ihre Arbeit beendet haben. Nach Fertigdrehen des Radsatzes werden durch Drücken des Knopfes „Rückwärts“ die Supporte in ihre Anfangsstellung gebracht, so daß das Aus- und Neueinspannen sofort erfolgen kann.

Ein siebenter Hilfsmotor dient zur Verstellung des Reitstockes zum Zwecke des Ein- und Ausspannens des Radsatzes. Dieser Motor wird ebenfalls durch Druckknöpfe gesteuert und stellt sich selbsttätig ab, sobald der Radsatz eingespannt ist.

Eine Verriegelung sorgt dafür, daß der Reitstock nur dann bewegt werden kann, wenn die Supporte zurückgezogen sind.

Der praktische Wert der beschriebenen Schnellverstellung der Supporte geht aus folgendem hervor:

Nach dem Einspannen eines Radsatzes sind an jedem der sechs Supporte ungefähr je 10 Kurbelumdrehungen bis zum Spanansetzen vorzunehmen, ebenso nach dem Fertigdrehen und Ausspannen des Radsatzes, das sind zusammen 120 Kurbelumdrehungen je Radsatz. Bei einer Durchschnittsleistung von täglich 20 Radsätzen sind dies 2400 Kurbelumdrehungen. Da die Supporteschlitten in ihren Führungen zügig gehen müssen, so ist dies ein beträchtlicher Arbeitsaufwand. Der Dreher muß außerdem von einem Support zum anderen gehen, während er bei der beschriebenen Schnellverstellung die Schnellbewegungen aller Schlitten von seinem jeweiligen Bedienungsstand einleitet. Bei Handbetrieb kann man unter Berücksichtigung der Wege zu den einzelnen Spindeln und des Auf- und Absteckens der Kurbel kaum mit mehr als 30 Kurbelumdrehungen je Minute rechnen, mithin sind je Arbeitstag 80 Minuten für das Handverstellen der Schlitten nötig. Diese Zeit wird durch die Schnellverstelleinrichtung vollständig gespart. Die Arbeitsleistung des Bedienungsmannes ist außerdem durch den Fortfall des großen Arbeitsaufwandes für die Supportbewegung wesentlich gesteigert.

Der Hauptantrieb besteht aus einem Reguliermotor von 25 kW Dauerleistung und verlustloser Nebenschlußregulierung im Verhältnis 1:3. Dieser Motor wird ebenfalls durch an allen Bedienungsstellen angeordnete Druckknöpfe eingeschaltet, in seiner Drehzahl reguliert ausgeschaltet und selbsttätig gebremst. Die eingestellte Drehzahl bleibt auch beim Abstellen be-



Bild 2. Wagenradsatzdrehbank mit 1 Reguliermotor und Druckknopfsteuerung für den Hauptantrieb und 7 Hilfsmotoren für Schnellverstellungen (W. Hegenscheidt A.-G., Ratibor).

stehen, so daß beim Wiederanlauf eine neue Drehzeileinstellung nicht nötig ist. Die Einstellung kann aber auch bei Stillstand des Motors geändert werden.

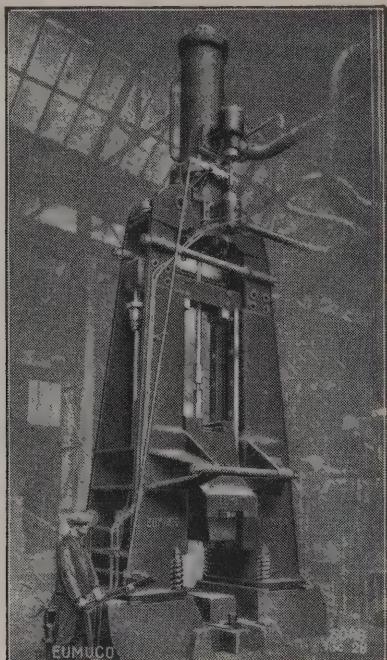
Fallhämmer mit unmittelbarem Dampfaufzug.

Mitteilung der Eumuco A.-G. für Maschinenbau, Schlebusch-Manfort

Der neuzeitliche Maschinenbau, und insbesondere der Kraftwagenbau, hat das Bestreben, zwecks Gewichtsersparnis und zur Erhöhung der Betriebssicherheit die bisher aus Grauguß und Stahlguß gefertigten Teile durch solche aus hochwertigen Werkstoffen zu ersetzen, die nur im Gesenk wirtschaftlich hergestellt werden können, wenn große Mengen in Frage kommen. Für diese Arbeiten ist der gewöhnliche Dampfhammer unzureichend, da schon beim gewöhnlichen Dampfhammer die Kolbenstange den Teil darstellt, der am häufigsten zu Bruche geht. Die unausbleibliche und erfahrungsgemäße Folge ist, daß sie bei den außerordentlichen Kräften, die beim Gesenkschmieden zu entwickeln sind, um so schneller zerstört wird. Man hat sich bisher durch Einschaltung eines nachgiebigen Gliedes zwischen Bär und Aufzugvorrichtung, wie Brettern, Gurten und Seilen zu helfen gesucht, die aber nur notdürftige Aushilfsmittel sind, die dem übrigen Stand des heutigen Maschinenbaus keinesfalls entsprechen.

Der Eumuco Aktiengesellschaft für Maschinenbau in Schlebusch-Manfort ist es nun gelungen, einen Fallhammer Bauart Schneider-Urbaneck zu schaffen, bei der mittels einer

tenden Abmessungen schon allein aus dem Anblick Lichtbildes auf dieser Seite hervorgehen. In der Zwischenzeit ist diese Größe schon wieder durch Lieferungen

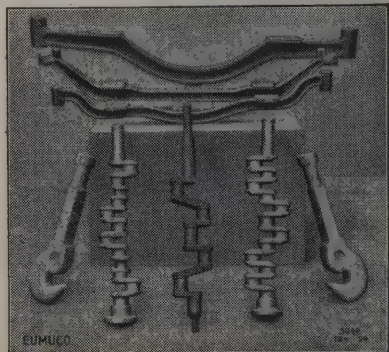


18- und 20-t-Hämmern überboten. Zur näheren Kennzeichnung sei mitgeteilt, daß sein Hub 2200 mm und die Höhe über Flur rd. 9 m beträgt, während der Unterbau noch etw. 3 m unter Flur reicht. Die größte unterzubringende Gesenklänge ist 1800 mm. An Fallhämmern für Gesenkschmieden ist die genaue Führung des Bärs von besonderer Wichtigkeit, sie wird durch außergewöhnliche Länge der Führungflächen erreicht, wie die Abbildung des Bärs erkennen läßt.

Eine für die Hämmer der Eumuco A.-G. kennzeichnende Eigentümlichkeit besteht in der Einschaltung von Federn zwischen Schabotte und Hammerständer, die einerseits das Maß der in den letzteren gehenden Kräfte begrenzen und andererseits die gegenseitige Lage von Ständer und Schabotte unverrückbar festhalten, was neben der einwandfreien Führung des Bärs für genaue Gesenkarbeiten unerlässlich ist.

Weitere bemerkenswerte bauliche Einzelheiten dienen der Sicherheit im Betrieb und der Bequemlichkeit der Handhabung. So wird beispielsweise der Bär am oberen Hubende durch Federn abgefangen und der Kolben durch das über ihm befindliche Luftpolster im Zylinder abgebremsen, damit er nicht an den Zylinderdeckel stößt. Das entlastende Dampfauslaßventil bzw. Luftventil ist so bemessen, daß die Öffnung keine Drosselung des Dampfes stattfindet und der Kolben mit angehängtem Bär praktisch frei herabfallen kann. Durch ein eigenartiges Schnüffelventil kann die Luft so schnell in den Zylinder über dem Kolben nachströmen, daß der freie Fall nicht durch einen Unterdruck behindert wird. Die Steuerung gestattet, den Bär während des Falls in jeder beliebigen Höhe festzuhalten und ihn aus jeder Stellung wieder anzuheben.

Die dritte Abbildung veranschaulicht einige mit dem beschriebenen Fallhammer hergestellte Werkstücke, unter denen die in einem Arbeitsgang fertiggestellten Kraftwagenachse am bemerkenswertesten sein dürfte.



Mit dem neuen Fallhammer, der nunmehr auch schon mit einem Bärgewicht von 20 t geliefert werden kann, der Industrie ein wertvolles Hilfsmittel zur Erhöhung ihrer Leistungsfähigkeit und zur Verbilligung ihrer Leistungen an die Hand gegeben worden.

Kolbenstange der Bär unmittelbar vom Kolben eines Zylinders angehoben wird. Diese Kolbenstange ist durch eine hydraulische Kupplung mit dem Bär derart verbunden, daß bei Auftreffen des Obergesenks auf das Werkstück die lebendige Kraft von Kolben und Kolbenstange unabhängig von der Bewegung des Bärs auf einen gewissen Bremsweg vernichtet wird, der naturgemäß ganz verschieden ist von dem Wege, den das Obergesenk während der Verformarbeit am Werkstück zurücklegt. Hierdurch gelangen keinerlei Druck- und Knickbeanspruchungen in die Kolbenstange, die lediglich auf Zug für das angehängte Gewicht zu berechnen ist. Diese Bauart, die Frucht langjähriger Versuche und Betriebserfahrungen, beseitigt mit einem Schlage alle Übelstände, die den gewöhnlichen Dampfhammern mit starr gekuppelter Kolbenstange beim Gesenkschmieden und andererseits den sog. Brettfallhämmern und ähnlichen Gebilden anhaften.

Die wachsende Größe der im Gesenk herzustellenden Teile, beispielsweise der in einer Hitze zu schmiedenden Vorderachsen für Kraftwagen, hat zu einer stetigen Zunahme der Fallgewichte und der Abmessungen der Fallhämmer geführt.

Der größte zur Zeit, zumindest auf dem europäischen Festlande, in Betrieb befindliche Fallhammer mit unmittelbarem Dampfaufzug ist der von vorgenanntem Unternehmen gebaute und in einem westfälischen Werk aufgestellte Hammer mit 15 Tonnen Bärgewicht, dessen achtunggebende

Verbesserung des Wirkungsgrades veralteter Turbinenanlagen.

Mitteilung der AEG.

Zu den Mitteln, welche die technischen Fortschritte unserer jüngsten Zeit der Industrie gegeben haben, um die Betriebsunkosten zu verringern und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmungen auf dem In- und Auslandmarkt zu steigern, gehört in erster Linie die verbilligte Erzeugung der elektrischen Energie durch Modernisierung bestehender Zentralen. Nicht immer steht flüssiges Kapital in dem Umfange zur Verfügung,

daß eine gänzliche Neugestaltung des veralteten Kraftwerkes unter Beachtung aller neuzeitlichen Gesichtspunkte vorgenommen werden kann, daher müssen Wege beschritten werden, die diesem Ziele auch bei geringerer Anspannung der finanziellen Leistungsfähigkeit nahekommen. Bei Dampfturbinen-Zentralen besteht eines dieser Mittel im Umbau des Dampfteiles einer oder mehrerer veralteter

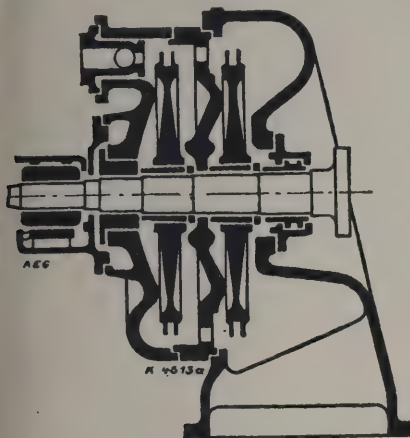


Bild 1. AEG-Kondensations-Turbine vor dem Umbau, 1000 kW.

Maschinen, so daß Stromerzeuger, Kondensatoren und Hilfsmaschinen und zum Teil auch Fundamente und Rohrleitungen in unveränderter Form weiterhin Verwendung finden können.

Drei Arten sind es in der Hauptsache, in die Turbinenumbauten unterteilt werden können:

1. Umbauten infolge veränderter Frischdampf-Verhältnisse bei Aufstellung neuer Kessel,
2. Umbauten zwecks Verbesserung des Wirkungsgrades der veralteten Maschinen,
3. Umbauten wegen inzwischen eingetretener Änderung der Betriebsverhältnisse.

Handelt es sich um ein Werk, dessen Kessel mit einem Druck arbeiten, der nach den in der Dampftechnik inzwischen gewonnenen Erfahrungen weit unter dem wirtschaftlichen liegt, oder dessen Kessel infolge hohen Alters keine Gewähr mehr für längeren einwandfreien Betrieb geben, dürfte in den meisten Fällen ein Austausch des Dampfteiles und gleichzeitig der Kessel das gegebene sein. Sind die Kessel jedoch noch brauchbar, so genügt zur Erzielung einer größeren Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage ein Turbinenumbau. Nicht selten kann bei einem solchen Umbau auf die unter 3 angeführten veränderten Betriebsverhältnisse Rücksicht genommen werden; hierbei ergibt sich eine weitere Herabsetzung der Betriebskosten.

Diesen Gedankengängen Rechnung tragend, hat die AEG eine ganze Reihe derartiger Umbauten vorgenommen. Bild 1 zeigt den Schnitt einer 1000 kW-Kondensationsturbine, die in einer sächsischen Baumwollspinnerei in Betrieb war und durch die in Bild 2 wiedergegebene Turbine ersetzt worden ist. Um die Leistung des vorhandenen Generators bis auf 1200 kW zu steigern, wurde durch Phasenverschiebung der Netzfaktor erhöht; zur Aufbringung der erforderlichen Mehrleistung von 20 % setzte man die Dampfeintritts-Verhältnisse von 11,5 atü, 275° auf 16 atü, 375° herauf. Eine wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrades der etwa 20 Jahre in Betrieb befindlichen Turbine konnte durch eine stärkere Unterteilung des verfügbaren Wärmegefälles erreicht werden; während die alte Maschine zwei Geschwindigkeitsräder besaß und daher seinerzeit zu einem verhältnismäßig niedrigen Preise erstellt werden konnte, besteht der Rotor der neuen Turbine aus einem

zweikränzigen C-Rad und 11 Gleichdruckstufen. Die verringerten Stufengefälle bedingen ein günstigeres Verhältnis der Dampfgeschwindigkeiten zu den Umfangsgeschwindigkeiten und verkleinern den Anteil der inneren Verluste der Maschine. Nach Aufstellung des neuen Dampfteiles konnten trotz der Leistungserhöhung 29 % der Kesselanlage stillgelegt werden; die ganz erhebliche Dampfverbrauchs-Verbesserung geht hieraus ohne weiteres hervor.

Auf ähnliche Weise hat die AEG bei veralteten Gegendruck- und Anzapf-Turboanlagen den Dampfverbrauch verbessert. Teilweise ergab sich hierbei eine Ersparnis bis zu 30 %.

In diesem Zusammenhang sei auch ein Umbau zweier Turbinen erwähnt, der insofern charakteristisch ist, als bei den beiden geänderten Turbinen zum ersten Male diejenige Dampfschaltung vorgesehen worden ist, die später im Großkraftwerk Klingenberg Anwendung gefunden hat. Die genannten alten Turbinen, als Anzapfmaschinen ausgebildet, standen in einer Papierfabrik und waren beide von gleicher Ausführungsform; sie arbeiteten parallel und deckten je zur Hälfte den Bedarf des Werkes an elektrischer Leistung, Trocken- und Heizdampf. Die jetzige Maschinenanlage sieht folgendermaßen aus:

Der 2500 kW-Generator der ersten Maschine wird durch den Hochdruckteil einer zweigehäusigen 5000 kW-Anzapfturbine angetrieben; der HD-Teil ist ausgelegt für Betrieb mit Dampf von 14 atü und 350° Überhitzung. Der zweite 2500 kW-Generator ist mit dem Niederdruckteil der neuen Turbine verbunden. Am Übergang des HD-Gehäuses zum ND-Gehäuse befindet sich eine regulierte Entnahmestelle. Um zu erreichen, daß die gesamte den HD-Zylinder durchströmende Dampfmenge zu Fabrikationszwecken herangezogen werden kann, richtete man den Abdampfteil abschaltbar ein; der HD-Teil läuft bei Abschaltung des zweiten Gehäuses als reine Gegendruckturbine. Außer den Stromerzeugern blieben Kesselanlage, Kondensatoren und Pumpen unverändert bestehen.

Daß durch eine Zweigehäusetype ein wirtschaftlicheres Arbeiten als durch zwei getrennt aufgestellte kleine Aggregate ermöglicht wird, bedarf keiner Begrün-

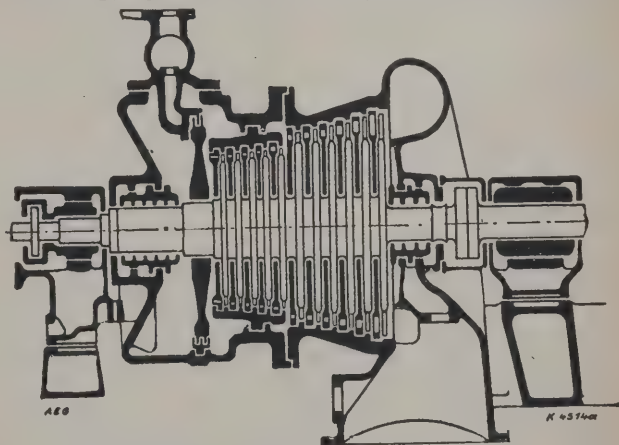


Bild 2. AEG-Kondensations-Turbine nach dem Umbau, 1200 kW.

dung. Zahlenmäßig läßt sich bei dem beschriebenen Umbau die Verbesserung außerdem schwer ausdrücken, da der Hauptanteil des erzielten Gewinnes durch Anpassung der neuen Maschine an veränderte Betriebsverhältnisse erreicht wurde.

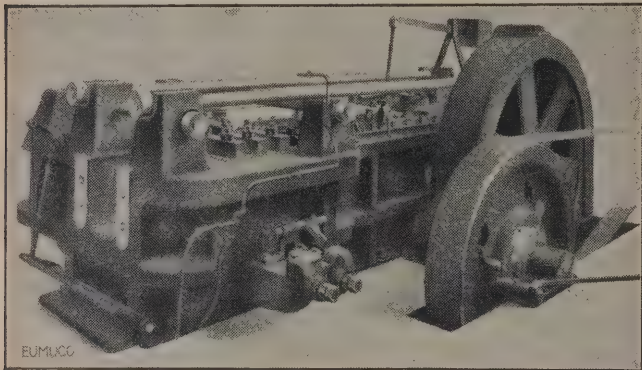
Die kurzen Ausführungen weisen eindringlich auf ein Gebiet hin, das eine genügende Beachtung bisher noch nicht gefunden hat. Weder Art noch Größe des Dampfteiles spielen bei einem Umbau eine Rolle; die größte der bis jetzt von der AEG auf diese Weise ausgeführten Änderungen betrifft eine Leistung von 19 000 kW.

Neuzeitliche Schmiedemaschinen.

Mitteilung der Eumuco A.-G. für Maschinenbau, Schlebusch-Manfort

Viele Gesenkschmiedestücke lassen sich mit der Schmiedemaschine wirtschaftlicher als unter dem Hammer oder unter der Presse herstellen, insbesondere wenn sie ein Abschmieden von der Stange gestatten und vor allem wenn beim Ausstauchen von Löchern der gewonnene Kern eine Verlängerung des verbleibenden Stangenmaterials darstellt. Es ist nicht selten, daß die Schmiedemaschine die Herstellungszeit und dementsprechend die Kosten um 30 bis 70 vH vermindert. Dazu kommt, daß die an sich einfachen Werkzeuge durch diesen Vorgang gegenüber den verwickelteren für Hämmer und Pressen sehr geschont werden und daß die Matrizen so hoch sind, daß sie auf jeder Seite die Unterbringung mehrerer Vorgänge, mitunter vier an der Zahl, zulassen.

Auf diesem Gebiete sind die Schmiedemaschinen der Eumuco A.-G. für Maschinenbau in Schlebusch-Manfort bei Köln a. Rh. von hervorragender Bedeutung. Diese unter dem Kennwort „Eumuco-Ajax“ bekannten Maschinen werden nach dem patentierten Dreipunkt-System gebaut. Die Abbildung zeigt ihre allgemeine Anordnung. Gegenüber dem Zweipunkt-System bietet das

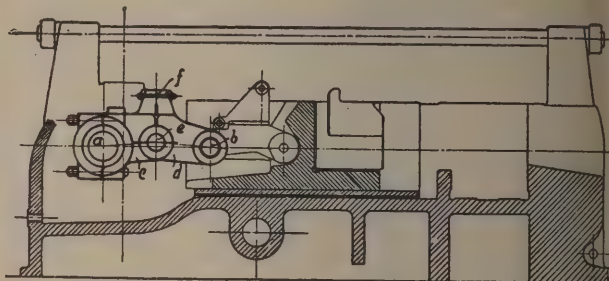


jenige der Eumuco A.-G. den Vorteil, daß die Matrizen nicht geräuschvoll zusammenprallen und infolgedessen den Werkstoff nur unsicher halten, sondern sich ruhig und allmählich schließen und unter allen Umständen das Stück unverrückbar festhalten. Die zum Schließen der Matrizen erforderliche Zeit nimmt nur einen geringen Teil der Hubbewegung in Anspruch, so daß diese zum größten Teil für den Stauchvorgang verfügbar bleibt.

Ein weiterer großer Vorteil des Dreipunkt-Systems ist darin begründet, daß der zum Schließen der Klemmbacken erforderliche Druck nicht einseitig auf den Stauchschlitten wirkt. Bei allen anderen Getrieben läßt es sich dagegen nicht vermeiden, daß der beträchtliche Seitendruck den Schlitten einseitig verschleißt, Zusammenpassen von Stempel und Matrize erheblich beeinträchtigt wird und so häufige Beschädigungen der Werkzeuge entstehen. Damit die Schmiedemaschine der genannten Bauart unbedingte Betriebssicherheit bietet, ist sie mit drei Sicherungen ausgerüstet. Zunächst ist die Pleuelstange mit einem Zerreißbolzen versehen. Dieser Teil bietet vollkommene Sicherheit gegen Bruch eines Hauptmaschinenteils, er ist in seiner Wirkung genau berechnet und ohne besondere Kosten und Zeitverluste auszuwechseln. Das Verhalten dieser Vorrichtung geht ohne weiteres aus den Abbildungen hervor.

Der Kurbelzapfen a ist mit dem Triebzapfen b durch die Pleuelstange verbunden, die aus den um einen gemeinsamen Zapfen e drehbaren Teilen c und d besteht. Dieser Zapfen liegt außerhalb der Verbindungslinie der

Zapfen a und b. Die beiden Teile c und d sind durch die Bolzen f miteinander verschraubt. Wird die Kraft, die von Bolzen a auf Bolzen b übertragen werden soll, zu groß, so suchen die Teile c und d in die Stellung zu gehen, die im Lichtbild dargestellt ist, indem sie sich um die Zapfen e drehen. Dabei versuchen sie, den Bolzen f auseinanderzureißen. Dieser Sicherheitsbolzen f wird so bemessen, daß die von der Pleuelstange zu übertragene Kraft eine bestimmte Größe nicht überschreiten kann. Der Umstand, daß Bolzen f auf Zug beansprucht wird, daß er in seinem Durchmesser nicht größer gewählt werden kann, als die für ihn vorgesehene Nut gestattet, und daß er endlich von Anfang an aus härtestem Material besteht, gibt die Gewähr, daß eine willkürliche Verstärkung dieser Sicherung seitens der Arbeiter nicht erfolgen kann. Ferner ist in den Kniehebelgelenken ein zweiter Zerreißbolzen eingebaut, der vor allen Dingen dann wirkt, wenn ein ungeeigneter Werkstoff verwendet wird. Schließlich ist das eigentliche Schwungrad mit einer an der Welle verkeilten Muffe durch einen Abscherbolzen gekuppelt.



Anordnung des Zerreißbolzens in der Pleuelstange unserer Horizontal-Schmiedemaschinen.

Die Horizontalschmiedemaschinen der Eumuco A.-G. werden je nach dem Verwendungszweck mit fester oder beweglicher rechter Klemmbacke und beweglicher linker Klemmbacke, oder auch mit selbsttätiger Bewegung beider Klemmbacken ausgeführt. Die beweglichen Klemmbacken werden rechtwinklig zur Stoßbewegung in einer Horizontalschlitten geführt.

Die Maschinen mit fester rechter Klemmbacke sind für allgemeine Zwecke bestimmt; dagegen eignen sich die Maschinen mit beweglicher rechter Backe insbesondere für Schmiedestücke mit Bunden, die bei fester rechter Backe das Herausbringen des fertigen Stückes erschweren oder verhindern würden. Die rechte Backe wird dann von Hand mittels eines Zahnradgetriebes verschoben. Während man auf jeder Schmiedemaschine der Bauart „Eumuco-Ajax“ Flanschen und Muffen innerhalb gewisser Grenzen auf Rohre aufschweißen kann oder aufstauchen kann, ist für eine Sonderherstellung die Maschine mit selbsttätiger Bewegung beider Klemmbacken anzufordern.

In diesem Falle wird für die Flanschen ein Flacheisen und für die Muffen ein Rohrabchnitt von passenden Abmessungen auf das Rohrende aufgesteckt, das mit dem Bund bzw. dem Rohrabchnitt dann auf Schweißhitze zu bringen ist. Durch die Maschine werden die Rohre gleichzeitig gestaucht und geformt, wodurch die beiden Einzelteile innig miteinander verschweißt werden. Die gekennzeichnete Sonderausführung gestattet, das Rohr nach beendeter Schweißung bequem und rasch aus der Maschine herauszunehmen.

Elektrokarren-Aufbauten.

Mitteilung der AEG.

Vielfach wird erst durch Anbringung besonderer Aufbauten die Verwendung von Elektrokarren möglich gemacht, bzw. die Wirtschaftlichkeit in der Verwendung wesentlich gesteigert.

Bei dem Fehlen von eingebauten Transportanlagen übernehmen Elektrokarren in zunehmendem Maße auch

und Friedhofsanlagen sowie auch in engen Straßen kleinerer Städte vorzugsweise dem Elektrokarren zu.

Um eine entsprechende Sprengbreite zu erzielen, ist in der großen Mehrzahl eine Drucksprengung erforderlich. Einen entsprechenden Aufbau, der auf jeden normalen Elektrokarren ohne Ausführung irgend-



Bild 1. Elektrokarren EKF 1502 mit Kippmulde und hydraulischer Kippvorrichtung.

Transport von Schüttgütern jeder Art, insbesondere Kohlen, Erzen usw. In gleicher Weise, wie man bei Lastkraftwagen die Entladung zu beschleunigen möchte, hat die AEG auch für die Elektrokarren Kippenaufbauten mit einer mechanischen Kippvorrichtung für die schnellere Entladung entwickelt. Die Kippvorrichtung mit einer Kippmöglichkeit nach den beiden Seiten wird hydraulisch betätigt; für diesen Zweck ist auf dem Boden des Führerstandes vor dem Sitz des Beifahrers eine leicht zugängliche und bedienbare Pumpe untergebracht. Der Handhebel ist abnehmbar und wird während der Fahrt seitlich am Führersitz geklemmt. Durch zwei Druckzylinder wird in beliebiger Weise der Kasten soweit gekippt, daß ein Herabsinken aller vorkommenden Schüttgüter nach hinten der betreffenden Seitenklappe gewährleistet ist. Nach der Entladung und dem Öffnen des Rücklaufventils ist die Kippmulde selbsttätig in ihre Ruhelage und Herstellung zurück.

Während das in den Bildern 1 und 2 gezeigte Fahrzeug ein solches mit Führersitz ist, kann der beschriebene Aufbau natürlich auch auf dem normalen Elektrokarren mit Führerstand angebracht werden. In diesem



Bild 3. Elektrokarren EK 1502 mit Sprengaufbau für Drucksprengung auf Fabrikhof.

welcher Montagearbeiten aufgesetzt werden kann, zeigen die Bilder 3 und 4. Der mit Querwänden zur Verhinderung von Schlingerbewegungen des Wassers versehene Behälter hat ein Fassungsvermögen von 1300 bis 1500 l und ist mit einem Dom versehen, der mittels Mannlochdeckels verschlossen wird. Die erforderlichen Apparate — Wasserstandsanzeiger, Vakuummesser — sind an dem Wasserbehälter angebracht; unterhalb des Behälters sind hinten die beiden von der Führerstandsseite aus bedienbaren Brauseköpfe befestigt, durch deren entsprechende Einstellung eine Sprengbreite bis zu 10 oder 14 m erzielt werden kann. Unterhalb des Wasserbehälters ist der Motor mit Kompressor für die Erzeugung des Vakuums beim Ansaugen oder des Druckes beim Sprengen untergebracht. Falls die Füllung nicht durch Hydranten erfolgt, kann durch Herstellung eines Vakuums auch ein Ansaugen aus Brunnen, Wasserläufen, Teichen usw. für eine Saughöhe bis zu 4 m erfolgen. Ein Schlauch von 6 m Länge mit Storz-Kupplung, für den ein entsprechender Anschluß am Wasserbehälter vorhanden ist, wird mitgeliefert und kann ebenso wie die sonstigen Werkzeuge, Besen usw., unterhalb des Wasserbehälters mitgeführt werden;

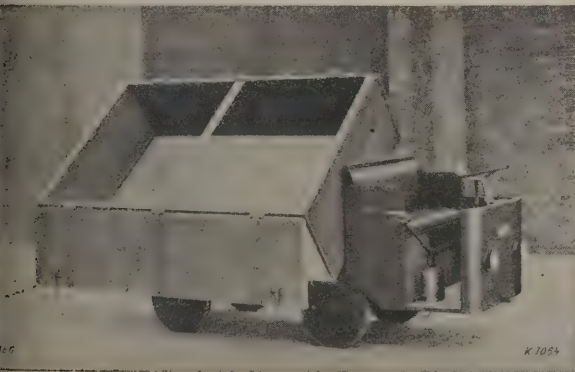


Bild 2. Elektrokarren EKF 1502 mit Kippmulde und hydraulischer Kippvorrichtung, Mulde gekippt.

erfolgt die Unterbringung der Öldruckpumpe seitlich von dem Schaltschranke.

Zur Vermeidung der Staubbildung ist es unbedingt erforderlich, während der warmen Jahreszeit die Fabrikhöfe, Fahrstraßen, Parkwege, Friedhofswege usw. zu sprengen. Während dies in den Hauptstraßen der Städte durch Automobil- oder Straßenbahnsprengwagen erfolgt, fällt diese Aufgabe in Werkanlagen, Park-



Bild 4. Elektrokarren EK 1502 mit Sprengaufbau (Füllung erfolgt durch Ansaugen aus Brunnen).

dieser Raum ist durch zu öffnende Klappen leicht zugänglich.

In den Parkanlagen, auf Friedhöfen usw. kann der gleiche Elektrokarren auch das Reinigen der Wege übernehmen, zu diesem Zwecke ist das Anhängen einer Besenwalze, die zur Verwendung in Verbindung mit Elektrokarren besonders ausgebildet ist, ohne weiteres möglich.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure- u. sonstige Rohrleitungen, Patentventile für Hoch- und Niederdruckleitungen, Kondenswasserabscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr. Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge



AUFZÜGE

Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungsmöglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A-G
Berlin N4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



**Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim**



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE

in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel
sowie
Feineinstellung
selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG

Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C19

BLECHWALZWERKE

Duo-, Trio-, Umkehr-Walzwerke
für alle Metalle
bis zu den größten Breiten.
Ueberhebevorrichtungen,
Rolltische,
Platten- und Stangengießformen.

Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Sundwig, Kreis Iserlohn

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF- DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFDRUCKVER- MINDERUNGSVENTILE

auch f. Preßluft, Gas usw. geeignet,
ohne Quecksilber u. ohne Membrane.
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

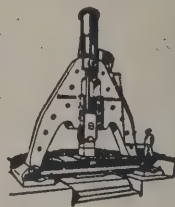
DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,
Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



KREUSER- DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausföhr.: **Wagner & Co.,**
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.



DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermes-
mit Schreib- und Zählwerk
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige, Registrier-
Summierungsapparate D. R. P.
elektrische Fernübertragungs-
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

STABE-

DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend
automatisch. Druckberücksichtigt
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365
in Hunderten von Ausführun-
gelleistet für Dampfmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzliste
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO-

DAMPFMESSER

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3



ELEKTRO- FLASCHENZÜGE



Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungsmöglichkeit
Bamag Dessau



DEMAGELEKTROZÜGE

Bauart Demag,
bis 10 t Tragkraft
Lager im In- u. Aus-
Demag-Duisburg

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrische Ferntachometer.

Mitteilung der AEG.

Die Kenntnis der jeweiligen Betriebsdrehzahl ist für viele Maschinen, besonders für Generatorsätze, von Wichtigkeit. Sie kann mittels mechanischer Tachometer, die nach dem Fliehkraft- oder Resonanzprinzip arbeiten, gemessen werden. Diese Apparate haben jedoch den Nachteil, daß sie unmittelbar an die zu beobachtende Maschine angebaut oder zur Vermeidung von langen mechanischen Drehzahl-Übertragungsmitteln dicht bei der Maschine aufgestellt werden müssen. Besonders für den elektrischen Betrieb ist es weitaus zweckmäßiger,

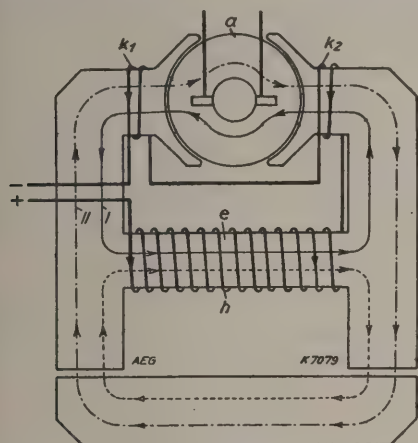


Bild 1. Schema.

auch die Drehzahl solcher Maschinen kontrolliert werden kann. Der Generator ist in ein wasserdichtes Gehäuse eingebaut. Besondere Sorgfalt ist auf sichere Stromabnahme am Kollektor verwendet worden. Dieser besteht aus gehärteten Stahllamellen, die keinerlei Abnutzung unterworfen sind. Die Stromabnahme erfolgt durch drei Paar Bürsten aus Bronzekohle, die unabhängig von einander gefedert sind und im Betrieb einzeln ausgewechselt werden können. Der Anker läuft in fettgeschmierten Kugellagern, so daß eine Verölung des Kollektors ausgeschlossen ist.

Die Verwendung eines fremderregten Feldes von hoher Dichte führt ganz von selbst zu einer verhältnismäßig hohen Leistung des Generators bei geringen Abmessungen und geringem Gewicht. Aus dem gleichen Grunde ergibt sich auch ein geringer innerer Ankerwiderstand, so daß die Klemmenspannung bei Belastungsänderungen wenig verändert wird. Dies hat zur Folge, daß in Anlagen, wo mehrere Anzeigeeinstrumente an einen Tachometer-Generator angeschlossen sind, beim Abschalten einzelner Anzeiger eine Rückwirkung auf die im Betrieb verbleibenden Instrumente praktisch nicht auftritt. Für langsam laufende Maschinen wird zwischen die Welle der Kraftmaschine und den Tachometer-Generator ein Zahnrad-Übersetzungsgetriebe eingeschaltet, das im Gehäuse des Generators selbst staubdicht untergebracht ist.

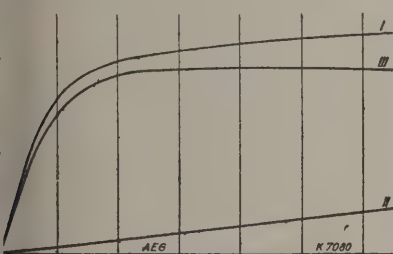


Bild 2. Feldkurven.

Die mit der Hauptspule h in Serie liegen, erregt und verläuft durch schwach gesättigtes Eisen und durch mehrere Luftspalte. Es kann also durch eine praktisch geradlinig von Null aus aufsteigende Linie dargestellt werden. Ihre Neigung gegen die Horizontale ist so gewählt, daß sie gleich ist der Neigung des jenseits des Knies liegenden Teiles der Magnetisierungskurve des Hauptfeldes. Da beide Teilfelder im Anker einander entgegenwirken, bildet sich ein Differenzfeld aus, das mit beginnender Übersättigung des Hauptfeldes durch eine Parallele zur

Abszissenachse dargestellt werden kann, also konstant ist. Nach diesem Verfahren ist es möglich, ein wirksames Feld herzustellen, das bei Schwankungen der Erregerspannung bis zu $\pm 50\%$ konstant ist und bleibt. Diese Werte liegen weit jenseits der bei Ladung und Entladung einer Akkumulatoren-Batterie auftretenden Spannungsschwankungen. Die Hauptforderung, Konstanz des Magnetfeldes, ist hiermit erfüllt. Die erzeugte Spannung ist nur der Drehzahl proportional und ändert ihr Vorzeichen mit wechselnder Drehrichtung, so daß also

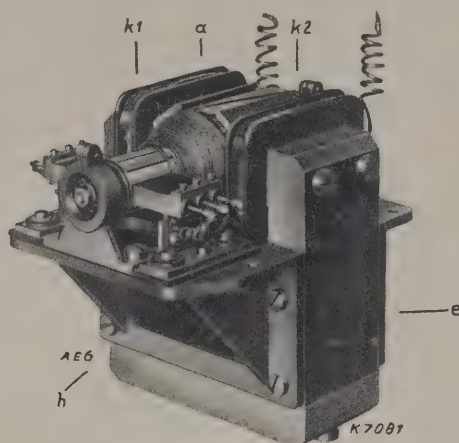


Bild 3. Umdrehungsfernzeiger-Generator.

auch die Drehzahl solcher Maschinen kontrolliert werden kann.

Der Generator ist in ein wasserdichtes Gehäuse eingebaut. Besondere Sorgfalt ist auf sichere Stromabnahme am Kollektor verwendet worden. Dieser besteht aus gehärteten Stahllamellen, die keinerlei Abnutzung unterworfen sind. Die Stromabnahme erfolgt durch drei Paar Bürsten aus Bronzekohle, die unabhängig von einander gefedert sind und im Betrieb einzeln ausgewechselt werden können. Der Anker läuft in fettgeschmierten Kugellagern, so daß eine Verölung des Kollektors ausgeschlossen ist.

Die Verwendung eines fremderregten Feldes von hoher Dichte führt ganz von selbst zu einer verhältnismäßig hohen Leistung des Generators bei geringen Abmessungen und geringem Gewicht. Aus dem gleichen Grunde ergibt sich auch ein geringer innerer Ankerwiderstand, so daß die Klemmenspannung bei Belastungsänderungen wenig verändert wird. Dies hat zur Folge, daß in Anlagen, wo mehrere Anzeigeeinstrumente an einen Tachometer-Generator angeschlossen sind, beim Abschalten einzelner Anzeiger eine Rückwirkung auf die im Betrieb verbleibenden Instrumente praktisch nicht auftritt. Für langsam laufende Maschinen wird zwischen die Welle der Kraftmaschine und den Tachometer-Generator ein Zahnrad-Übersetzungsgetriebe eingeschaltet, das im Gehäuse des Generators selbst staubdicht untergebracht ist.

Die Verwendung eines fremderregten Feldes von hoher Dichte führt ganz von selbst zu einer verhältnismäßig hohen Leistung des Generators bei geringen Abmessungen und geringem Gewicht. Aus dem gleichen Grunde ergibt sich auch ein geringer innerer Ankerwiderstand, so daß die Klemmenspannung bei Belastungsänderungen wenig verändert wird. Dies hat zur Folge, daß in Anlagen, wo mehrere Anzeigeeinstrumente an einen Tachometer-Generator angeschlossen sind, beim Abschalten einzelner Anzeiger eine Rückwirkung auf die im Betrieb verbleibenden Instrumente praktisch nicht auftritt. Für langsam laufende Maschinen wird zwischen die Welle der Kraftmaschine und den Tachometer-Generator ein Zahnrad-Übersetzungsgetriebe eingeschaltet, das im Gehäuse des Generators selbst staubdicht untergebracht ist.

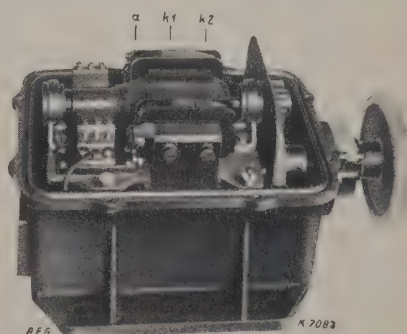


Bild 4. Umdrehungsfernzeiger-Generator. Vorgelege im Gehäuse. (Deckel abgenommen).

Die mit der Hauptspule h in Serie liegen, erregt und verläuft durch schwach gesättigtes Eisen und durch mehrere Luftspalte. Es kann also durch eine praktisch geradlinig von Null aus aufsteigende Linie dargestellt werden. Ihre Neigung gegen die Horizontale ist so gewählt, daß sie gleich ist der Neigung des jenseits des Knies liegenden Teiles der Magnetisierungskurve des Hauptfeldes. Da beide Teilfelder im Anker einander entgegenwirken, bildet sich ein Differenzfeld aus, das mit beginnender Übersättigung des Hauptfeldes durch eine Parallele zur

abszissenachse dargestellt werden kann, also konstant ist. Nach diesem Verfahren ist es möglich, ein wirksames Feld herzustellen, das bei Schwankungen der Erregerspannung bis zu $\pm 50\%$ konstant ist und bleibt. Diese Werte liegen weit jenseits der bei Ladung und Entladung einer Akkumulatoren-Batterie auftretenden Spannungsschwankungen. Die Hauptforderung, Konstanz des Magnetfeldes, ist hiermit erfüllt. Die erzeugte Spannung ist nur der Drehzahl proportional und ändert ihr Vorzeichen mit wechselnder Drehrichtung, so daß also

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G.m.b.H.
Düsseldorf-Rath



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G.m.b.H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof



AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL FLOHR A-G
Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen,
Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE

jeder Art



Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie

Erich Loewe G.m.b.H., Berlin C19

BIEGSAME WELLEN

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPFHÄMMER

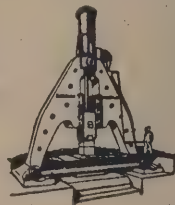
bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Luft-
hämmer
Fall-
hämmer



EUMUCO
Aktiengesellschaft für
Maschinenbau
Schlebusch-Manfort

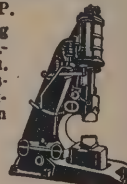
KREUSER- DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausführg.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.



DAMPFMASCHINE

für normale und hohe Drück
Kondensations-
und Gegendruckmaschinen
Abdampf-
und Zwischendampfverwertun-
Umbau veralteter Anlagen
60jährige Erfahrung.

Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Sundwig, Kreis Iserlohn

DAMPFMESSER

anzeigend registrierend
zählend



ASKANIA-WERKE
BAMBERGWERK
BERLIN FRIEDENAU
KAISERALLEE 87/88

DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermess-
mit Schreib- und Zählwerk
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampföhren,
Venturi-Anzeige, Registrier-
Summierungsapparate D. R. P.
elektrische Fernübertragung
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof

STABE- DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend
automatisch, Druckberücksichtig-
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365
In Hunderten von Ausführun-
gelleistet für Dampfmaschinen,
Dampfhammer, Walzenzugmas-
chinen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO- DAMPFMESSER

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfpähler
elektr. Fern-Dampföhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Neuzeitliche Elektro-Schraubenradlüfter.

Mitteilung der AEG.

Der günstige Einfluß sauerstoffreicher, rauch- und saubrer Luft auf den menschlichen Organismus ist bekannt; trotzdem bezeichnet man Lüftungsanlagen häufig als Luxuseinrichtungen, und schenkt ihnen noch nicht genügend Beachtung. Man verläßt sich sogar bei Räumen, in denen sich zeitweise viel Menschen aufhalten, oft lediglich auf die natürliche Lüfterneuerung, die sich durch die Poren der Umfassungswände, sowie durch offene Fenster und Türen vollzieht. Der dadurch in der Stunde erzielte Luftwechsel kann jedoch auch in günstigen Fällen nur gering und für die Belüftung von Fabrikräumen, Hörsälen oder Büros selten ausreichend sein. Die Erfahrung

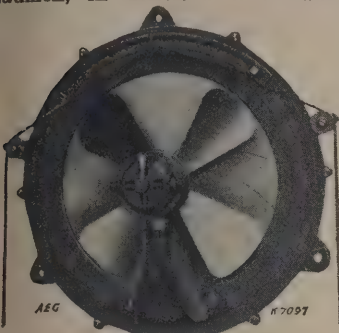


Bild 1. Wandringventilator mit Irisverschluß.

at zeigt, daß in gut besuchten Lokalen, in denen sehr stark geraucht wird, eine mindestens fünffache stündliche Lüfterneuerung unerlässlich ist; wird jedoch darauf durchsichtige Luft verlangt, so ist ein 8- bis 10facher Wechsel nicht zu hoch gegriffen. Diese großen Luftmengen kann man nur auf künstlichem Wege durch Einbau von Ventilatoren fördern. Unter diesen eignet sich für die Raumbelüftung und -entlüftung, sofern nicht besondere Bedingungen vorliegen, in vorzüglichem Maße der Schraubenradlüfter, der sich, tritt der Elektromotor als bestes und billigstes Antriebsmittel hinzu, durch größte Einfachheit und Betriebssicherheit auszeichnet.

Die von der AEG zur Lieferung kommenden Schraubenrad-Ventilatoren vereinen gefälliges Aussehen und große Billigkeit mit größtmöglicher Luftleistung bei geringem Leistungsverbrauch. Für kleinere Räume und

wendung. Sie werden bis zu den größten Durchmessern für die denkbar höchsten Luftmengen gebaut und sind vor allem auch zur Überwindung von Widerständen geeignet, die durch Windanfall und Reibungsverluste in den Kanälen entstehen. Dieses Ergebnis wird durch ein besonders konstruiertes Flügelrad erzielt, wie es in

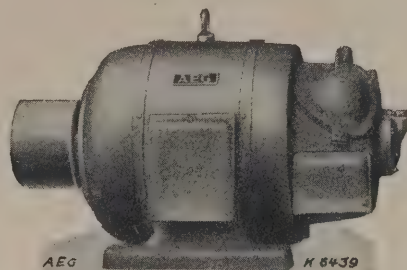


Bild 3. Mantelgekühlter Drehstrommotor Type VDNM.

Bild 2 ersichtlich ist. Die Erfahrung lehrte, daß nur eine geringe Fächerzahl, die den Bedingungen der Strömungstechnik entsprechen, die maximale Leistung bei günstigstem Wirkungsgrad ergeben. Auf einer zylindrischen Nabe von großem Durchmesser sind hier im Gegensatz zu anderen Konstruktionen nur fünf mit starker Steigung schraubenförmig angeordnete Flügel so befestigt, daß in beiden Drehrichtungen volle Förderung gewährleistet ist. Der Ventilator kann also durch einen einfachen Umschalter für saugenden oder drückenden Betrieb Verwendung finden. Die gewählte Motortragkonstruktion gestattet die Verwendung normaler Motoren, ohne den Luftdurchgang nennenswert zu behindern.

Als Antriebsmotoren werden neuzeitliche Gleich- und Drehstrommotoren verwendet. Die jahrelangen Sondererfahrungen der AEG im Kleinmotorenbau führten hier zu einfachen, zweckmäßigen Bauarten bei kleinsten Außenmaßen, und die Verwendung nur hochwertiger Baustoffe sichert trotz des geringen Gewichtes eine lange Betriebsdauer. Je nach Art des Betriebes werden die Maschinen offen oder geschlossen mit Ringschmier- oder Kugellagern ausgeführt. Für sehr staubige Räume und größere Einheiten werden die Schraubenradlüfter mit mantelgekühlten Motoren der Type VDNM (Bild 3) geliefert, da hier die Außenluft überhaupt nicht mit dem Motorinnern in Berührung kommt. Bei Absaugung explosibler Gasgemische (Benzinräume) kann der Motor ohne weiteres den Schlagwetter-Vorschriften des VDE angepaßt werden. Bild 4 zeigt den Schraubenradlüfter für Riemenantrieb, der hauptsächlich dann in Frage kommt, wenn die Motordrehzahl zur günstigsten Lüfterdrehzahl nicht paßt oder wenn der Motor dem direkten Luftstrom nicht ausgesetzt werden darf. Neben diesen gebräuchlichen Formen wird der Lüfter auch für Sonderzwecke entsprechend ausgebildet. Es empfiehlt sich daher stets, Anfragen durch zeichnerische Unterlagen der örtlichen Verhältnisse zu erläutern, damit von vornherein die zweckmäßigste Größe und Form des Lüfters gewählt wird.

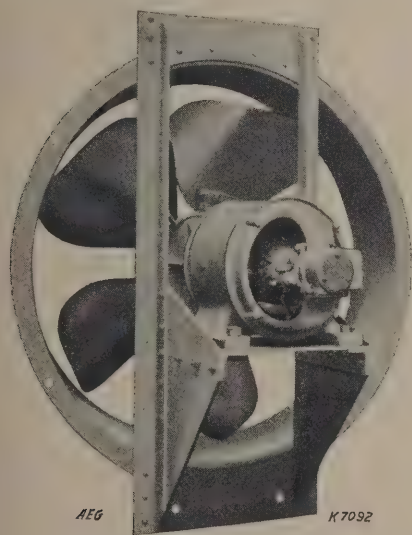


Bild 2. Meteor-Schraubenradlüfter für direkte Kupplung.

um unmittelbaren Einbau in Fenster oder Wänden sind Wandring-Ventilatoren nach Bild 1 zu empfehlen; sie werden mit Flügelrad-Durchmessern von 300 und 400 mm geliefert und haben Irisverschlüsse, die durch gleichmäßiges Abschließen der Durchgangsöffnung die beste mechanische Mengen-Regelungseinrichtung darstellen. Bei großen Räumen und in allen Fällen, wo die Belüftung durch genügend bemessene Kanäle erfolgen soll, finden Schraubenradlüfter nach Bild 2 und 3 Ver-



Bild 4. Meteor-Schraubenradlüfter für Riemenantrieb.

BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G.m.b.H.
Leipzig, Hohestr. 15

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge



AUFZÜGE

Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungsmöglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A-G

Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge

Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen

Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen
mit sämtlichem Zubehör
Gaswerkzeuge
für alle Gasarten.



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G.m.b.H., Berlin C19

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF- DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i.W.



KREUSER-

DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Beck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausführ.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.



DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

STABE- DAMPFMESSE

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend mit
automatisch. Druckberichtigung
Stabe-Dampfmesser D.R.P. 365 328
in Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen,
Dampfhammer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R 24
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO-

DAMPFMESSE

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfzähler
Wärmehämmer D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3



ELEKTRO- FLASCHENZÜGE



Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungsmöglichkeit

Bamag Dessau



DEMAG ELEKTROZÜGE

Bauart Demag,
bis 10 t Tragkraft
Lager im In- u. Aus-
Demag-Duisburg

ENTÖLER

F. Mattick
Dresden 24c, Münchener Straße
Maschinenfabrik u. Eisengießerei
in Pulsnitz i. Sa.



FABRIK- ANLAGEN

für chem. Großindustrie
Transport-, Zerkleinerungs-,
Trocken-, Verdampfungs-Apparate



G. Sauerbrey Maschinenfabrik
Aktiengesellschaft-Staßfurt

BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS

Neuere Kreiselverdichter.

Mitteilung der AEG.

Die große Ähnlichkeit zwischen Dampfturbinen und Kreiselverdichtern in Berechnung, Bau und Betrieb veranlaßte die AEG schon frühzeitig, ihrer Dampfturbinenfabrik einen Turbokompressorenbau anzugliedern, um die dort gesammelten Erfahrungen in vollem Maße nutzen zu können. Da außerdem als Antriebsmaschinen für Turbokompressoren ausschließlich Dampfturbinen und Elektromotoren in Betracht kommen — beides Maschinen, deren Herstellung zu den wichtigsten Arbeits-

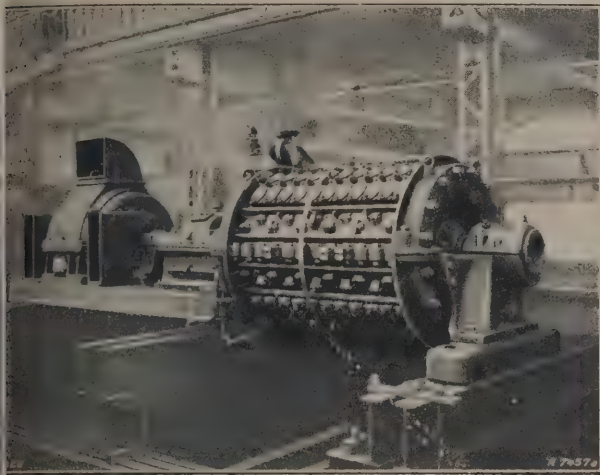


Bild 1. Turbokompressor mit Gehäusekühlung und elektrischem Antrieb auf dem Prüfstand ($Q = 12000 \text{ m}^3/\text{h}$; $6,0 \text{ atü}$; $n = 1485/5300 \text{ U/min}$).

gebieten der AEG gehört —, so konnte den AEG-Kompressoren-Anlagen von vornherein ein organischer, geschlossener Aufbau gegeben und größte Wirtschaftlichkeit bei unbegrenzter Leistungsfähigkeit und Lebensdauer erreicht werden.

Auf Grund der im Dampfturbinenbau gemachten Erfahrungen werden auch für die Kreisel-Verdichter niedrige Geschwindigkeiten des zu verdichtenden Gases angestrebt. Wie bei Turbinen erweisen sich auch hier höhere Drehzahlen als besonders vorteilhaft, indem sie nicht nur in thermodynamischer Hinsicht günstig sind, sondern gleichzeitig Stufenzahl, Baulänge und damit Gewicht und Preis des Kompressors verkleinern. Beim Antrieb durch Dampfturbinen liegen die Verhältnisse am günstigsten, da hohe Drehzahlen beiden Maschinen, dem Kompressor sowohl wie der Dampfturbine, am besten entsprechen. Unmittelbare Kupplung ist also, wenn keine besonderen Gründe vorliegen, die Regel. Schwieriger war es zunächst, Elektromotoren mit Turbokompressoren so zu verbinden, daß der Gesamtwirkungsgrad sein Optimum erreicht. Seit aber Zahnrad-Vorgelege in bester Ausführung hergestellt und verwendet werden, bot es keine Schwierigkeit mehr, die bestenfalls höchste Elektromotoren-Drehzahl von 3000 U/min mit Hilfe von Zahnrad-Vorgelegen beliebig ins Schnelle zu übersetzen.

Ein von der AEG kürzlich abgelieferter und nachstehend kurz beschriebener Elektrokompessor ist in mancherlei Hinsicht bemerkenswert. Seine Förderung beträgt etwa 12000 m^3 Luft in der Stunde auf $6,0 \text{ atü}$ bei einer Drehzahl von 5300 U/min . Zwischen dem mit 485 U/min laufenden Motor und dem Kompressor ist eine Zahnrad-Übersetzung der üblichen AEG-Bauart mit doppelter Schrägverzahnung eingeschaltet. Der Kompressor ist mit reiner Gehäusekühlung ausgestattet und besteht aus zwölf Stufen.

Eine wesentliche Neuerung stellt der Aufbau des Gehäuses dar. Es besteht aus zwei Deckeln, die gleichzeitig die Anschluß-Stutzen für die Luftleitungen tragen, und elf dazwischen angeordneten Gehäusezellen, die durch eine größere Zahl kräftiger Ankerbolzen axial zusammengehalten werden. Die einzelnen Zellen sind mit Diffusor- und Umkehrschaukeln versehen, die durch ihre Formgebung eine gute Druckumsetzung gewährleisten.

Einen gemeinsamen Mantel hat das Gehäuse nicht; jede einzelne Zelle schließt unmittelbar und luftdicht an die Nachbarzellen an. Man erreicht damit, daß große Gußstücke ganz vermieden sind und eine gewisse Reihenfertigung der in ihren äußeren Abmessungen vollkommen gleichen Zellen stattfinden kann. Das Kühlwasser tritt unten am Kompressor durch fünf einzelne, absperr- und regelbare Rohrstützen in das Gehäuse ein, durchfließt die einzelnen Zellen, durch Rippen mehrfach umgeleitet, und strömt oben durch ein gemeinsames Sammel- und Abflußrohr ab.

Der erste Kompressor dieser Bauart wurde im Prüffeld der AEG-Turbinenfabrik einem eingehenden Probetrieb unterzogen, der die Erwartungen in jeder Beziehung rechtfertigte. Bild 1 stellt den Kompressor mit seinem Antriebsmotor auf dem Prüfstand dar. Nach der endgültigen Aufstellung gibt eine Glanzblech-Verkleidung der Maschine ein sehr gefälliges Aussehen.

Für große Saugleistungen verwendet die AEG grundsätzlich Zwischenkühlung; in dieser Bauart haben sich ihre meist von Frischdampf-, Frischdampf-Abdampf- oder auch reinen Abdampfturbinen getriebenen Kompressoren überall bestens eingeführt.

Sind niedrigere Enddrücke des verdichteten Gases verlangt, so genügen eine geringere Stufenzahl und kleinere Umfangs-Geschwindigkeiten, der grundsätzliche Aufbau bleibt jedoch der gleiche. Derartige Gebläse, deren Enddruck bis zu etwa 3 atü betragen und deren Antrieb wie der von Kompressoren mittel- oder unmittelbar durch eine Turbine oder einen Elektromotor erfolgen kann, werden in großer Zahl in Brennerien, Hochofenbetrieben, Kokereien, Gasanstalten und chemischen Fabriken gebraucht, finden aber neuerdings auch bei Dieselmotoren als Spülluft- oder Aufladagebläse vielfach Verwendung. So zeigt Bild 2 einen aus einem Elektromotor mit einem Gebläse bestehenden Maschinensatz im geöffneten Zustande, wie er für kleinere Luftmengen oder einfach wirkende Ölmaschinen hergestellt wird. Das Gebläse ist zweiseitig saugend, der Gehäuse-Unterteil besteht mit der Grundplatte für den Motor aus einem ungeteilten Gußstück.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß auch im Turbo-Kompressorenbau der letzten Jahre das

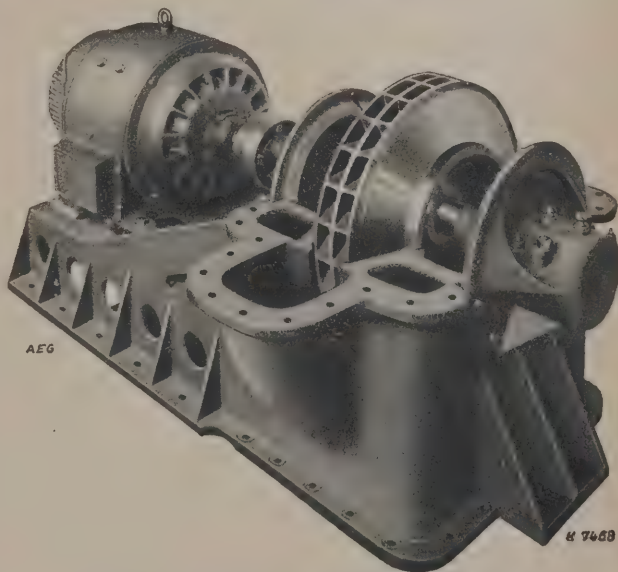


Bild 2. Turbogebläse mit Elektromotor geöffnet.

Streben nach hochwirtschaftlichen, doch in jeder Beziehung betriebsicheren Maschinen zu konstruktiven und betrieblichen Verbesserungen wie zu neuen Vorschlägen und Anwendungsgebieten geführt hat. In allen Fällen haben sich die AEG-Kompressoren und -Gebläse, gleichgültig, ob durch Turbinen oder Elektromotoren angetrieben, bestens bewährt.

BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS



ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A-G
Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut



Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.

AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe



Schindler Aufzugsfabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen

Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

AUFZÜGE

in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel
sowie
Feineinstellung
selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG

Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE - KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke

Federstahl-Industrie

Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C 19

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF- DRUCKVER- MINDERUNGSVENTILE

auch f. Preßluft, Gas usw. geeignet,
ohne Quecksilber u. ohne Membrane.
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFHÄMMER

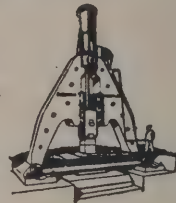
bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Luft-
hämmer
Fall-
hämmer

EUMUCO
Aktiengesellschaft für
Maschinenbau
Schlebusch-Manfort

KREUSER-

DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattaussführung: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.

DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.



DAMPFMESSE

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.
elektrische Fernübertragungen
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



STABE-

DAMPFMESSE

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend mit
automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 32
in Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen
Dampfhammer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzliste R 2
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO-

DAMPFMESSE

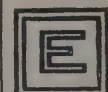
mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN

für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3



DEMAGELEKTROZÜG

Bauart Demag,
bis 10 t Tragkraft,
Lager im In- u. Auslan
Demag-Duisburg



FABRIK- ANLAGEN

für chem. Großindustrie
Transport-, Zerkleinerungs-
Trocken-, Verdampf-Apparate



G. Sauerbrey Maschinenfabrik
Aktiengesellschaft-Staßfurt

BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS

Der Ranarex-Apparat als SO_2 -Messer in der Zellstoffindustrie.

Mitteilung der AEG.

Überwachung der Röstgas-Herstellung. Die in der Zellstoff-Fabrikation verwendeten SO_2 -Gase werden in Schwefelkies-Röstöfen erzeugt, ohne daß bisher eine wirkliche Überwachung des Ofenbetriebes durchgeführt werden konnte. Die Bedeutung einer ständigen Messung und Registrierung des SO_2 -Gehaltes der Röstgase zeigt sich besonders bei der Aufbereitung der Bisulfit- oder Lauge, von deren Art und Konzentration die Dauer der Kochung zur Aufschließung der Holzfaser beeinflusst wird. Die Bereitung der Lauge erfolgt in Laugenrinnen, die mit Marmorkalksteinen gefüllt sind. Das aus dem Ofen kommende und gereinigte Schwefel-Dioxyd wird von unten Absorptions-Türmen zugeführt, in denen Wasser herabrieselt; das aufsteigende Schwefel-Dioxyd kommt in den Türmen zur Lösung und es setzt sich in den darunter befindlichen Behältern Bisulfatlauge, die den Kochern zugeführt wird. Die Menge und Konzentration der Lauge hängt ab von der Menge und dem SO_2 -Gehalt der Röstgase, von dem Aufschütteln der Kalksteine und von der Einstellung der Wasserzufuhr. Die Regelung und Einstellung dieser Vorgänge geschieht durch drei verschiedenen Stellen, die von verschiedenen Bediensteten bewacht werden können. Eine Kontrolle der Laugeaufbereitung - Anlage erfolgt bisher nur mittels Konzentrationsproben der Lauge durch den Meister. Durch eine laufende Messung der Röstgase kann der Ofenbetrieb mit größtem und ziemlich konstantem SO_2 -Gehalt erreicht werden, so daß auch eine Einregelung der Wasser- und Kalkzufuhr zu den Laugentürmen eindeutig für die gewünschte Augenkonzentration erfolgen kann.

SO_2 -Messung. Die laufende Messung von SO_2 -haltigen Gasen ist schon vereinzelt dort durchgeführt worden, wo diese Gase gereinigt und trocken zur Verfügung stehen. Eine derartige Messung kommt indessen bei der Röstgas-Herstellung in der Zellstoff-Industrie nicht in Betracht, weil in diesen Betrieben die Röstgase bei ihrem Austritt aus jedem Ofen gemessen werden müssen und nicht hinter der für mehrere Öfen gemeinsamen Reinigungsanlage. Die im Austrittskanal des Ofens entstehenden Meßgase sind daher stark verunreinigt und wasserdampfhaltig; der Meßapparat muß also vor Verunreinigung und Einwirkungen von schwefeliger Säure geschützt werden. Versuche, die von der AEG mit dem Ranarex-Apparat zu diesem Zweck unternommen wurden, haben zu einem Erfolg geführt, es ist erstmalig gelungen, eine laufende Messung und Registrierung des SO_2 -Gehaltes der ungereinigten Abgase von Stößen durchzuführen.

Ranarex-Röstgasprüfer. Der Apparat wird dadurch vor Angriff geschützt, daß die in der Zuführungsleitung gekühlten Gase in den Meßkammern des Ranarex-Apparates durch eine elektrische Heizvorrichtung auf eine Temperatur von 60°C gebracht werden. Durch diese einfache Maßnahme wird der in dem Meßgase enthaltene Wasserdampf überhitzt, so daß eine Kondensation des Wasserdampfes und damit die Bildung von schwefeliger Säure ausgeschlossen ist. Die Heizvorrichtung besteht aus flachen, elektrischen Widerständen, die neben den Ventilatoren eingebaut sind und nur wenig Platz beanspruchen. Zum weiteren Schutz gegen Anfeuchtungen werden alle mit den Röstgasen in Verbindung kommenden Teile des Apparates verbleit.

Arbeitsweise. In der gleichen Weise wie der als Röstgasprüfer in Kesselhäusern bekannte Ranarex-

Apparat benutzt dieser SO_2 -Messer die Dichteänderung der Röstgase zur Anzeige. In den beiden Kammern des Apparates versetzen zwei von einem Motor in entgegengesetzter Richtung angetriebene Flügelräder den Kammerinhalt in wirbelnde Bewegung. In diese Wirbel hineingesetzte Meßbrädchen erfahren eine Drehkraft, die dem spezifischen Gewicht des umwirbelten Gases direkt proportional ist und auf einen Zeiger übertragen wird. Das zu untersuchende Röstgas wird in die obere Meßkammer eingesaugt, während sich in der unteren Kammer die Vergleichsluft befindet. Da der mittlere SO_2 -Gehalt der Gase bei richtig geführtem Ofenbetrieb 10 bis 11 vH beträgt, wird die etwa 300 mm lange, gut sichtbare Skala für den Bereich von 0 bis 15 vH SO_2 ausgebildet.

Ergebnisse der SO_2 -Messung durch einen in einer norddeutschen Papier- und Zellstoff-Fabrik eingebauten Ranarex-Apparat zeigten klar die Mängel in der bisherigen Bedienung der Schwefelkies-Röstöfen. Bisher erfolgte die Aufgabe des Röstgutes auf die Öfen etwa alle zwei Stunden.

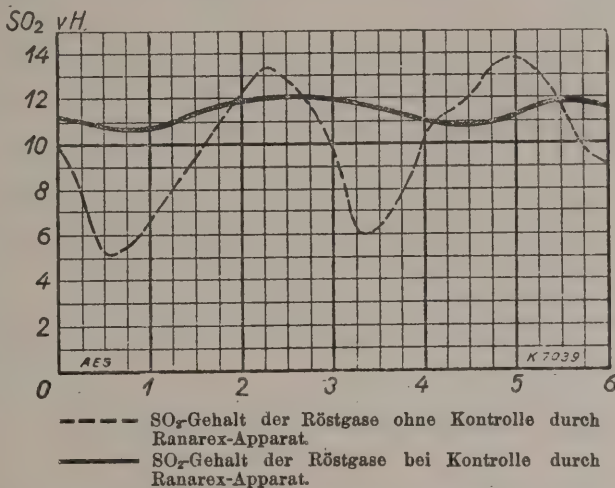
Durch diese langen Zeitabstände entstand eine zu große Schütthöhe, was eine ungenügende Vortrocknung und zu hohen Feuchtigkeitsgehalt des Röstgutes zur Folge hatte. Zur Unterhaltung des Brennprozesses war daher ein größerer Luftüberschuß notwendig als bei einer in kleineren Abständen erfolgten Aufschüttung. Wie der gestrichelte Kurvenzug der Abbildung zeigt, schwankte der SO_2 -Gehalt bei dieser Betriebsweise von 5 bis 12 vH. Nachdem auf Grund der Anzeige des Ranarex-Apparates die Zuführung des Röstgutes in Zeitabständen von etwa 1 Stunde erfolgt war, stieg

der mittlere SO_2 -Gehalt von 8 auf 11 vH und konnte entsprechend der ausgezogenen Kurve ziemlich konstant gehalten werden. Durch die Registrierung der Meßergebnisse war es ferner möglich, die Häufigkeit des Aufschüttens auch während der Nachtstunden auf das Beste zu überwachen und im Gegensatz zum früheren Betrieb dauernd den günstigsten Konzentrationsgrad der Turmlauge einzuhalten.

Die laufende Kontrolle der Röstgase auf geringen Luftüberschuß hält außerdem die für die Kochung schädliche Luft aus der Lauge fern und vermindert gleichzeitig die unerwünschte Bildung von SO_3 -Gasen. Jede Änderung in der Zusammensetzung und Beschaffenheit des Röstgases kann nach der SO_2 -Anzeige durch richtige Einstellung der Luftzufuhr zum Röstofen berücksichtigt werden.

Die Entnahme der Röstgase erfolgt aus dem Abzugskanal dicht hinter dem Ofen durch ein Carborundum-Filter. Das Filter wird direkt in den Kanal eingetaucht und hat sich besonders gut für die Entnahme bei den hohen Temperaturen von 500 bis 550°C der Röstgase bewährt. Die Gase gelangen also von Flugasche befreit in die aus Bleirohren bestehenden Zuleitungen zum Apparat; auf diesem Wege finden sie Gelegenheit zur Abkühlung und Kondensation des mitgeführten Wasserdampfes.

Zur wirksamen Überwachung einer Anlage mit mehreren Röstöfen muß man jeden einzelnen Ofen mit einem Ranarex- SO_2 -Messer versehen. Die Messung der zusammengeführten Gase aus mehreren Öfen durch einen Apparat gibt keinen Anhalt dafür, an welchem Ofen gegebenenfalls die Luftzufuhr geändert werden muß; nur die SO_2 -Messung an jedem einzelnen Ofen sichert eine wirtschaftliche Betriebsführung.



BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge



AUFZÜGE

Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.
Berlin N4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen,
Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge
Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOWERKZEUGE



Weltmarke

Paul F. Dick, Esslingen a. N.
Stahlwaren- und Werkzeugfabrik.



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie

Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C19

BIEGSAME WELLEN

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF-

DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

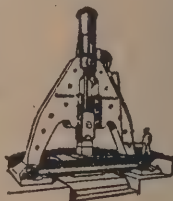
Lufthämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen

Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



KREUSER-

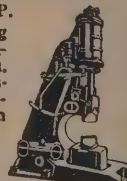
DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausführ.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.



DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier-
Summierungsapparate D. R.
elektrische Fernübertragung
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

STABE-

DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend
automatisch. Druckberücksichti-
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 36
in Hunderten von Ausführun-
gen geliefert für Dampfmasch-
Dampfhämmer, Walzenzugma-
chinen, Fördermaschinen u. d. m.
Man verlange Referenzenliste
Feodor Stabe Apparatebau
Berlin SO 26

PONDO-

DAMPFMESSER

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN

für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3



ELEKTRO FLASCHENZ

Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit

Bamag Dessau



Bauart Demag
bis 10 t Tragkraft
Lager im In- u. Aus-
Demag-Duisburg

ENTÖLER

F. Mattick
Dresden 24c, Münchener Straße
Maschinenfabrik u. Eisengießerei
in Pulsnitz i. Sa.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Die Metallerzeugnisse der AEG.

Mitteilung der AEG.

In Erkenntnis der großen Bedeutung der Werkstoffe für die Qualität der Fertigprodukte hat sich die AEG schon zeitig der Herstellung und Veredelung der Rohstoffe zugewandt. Bereits 1898 wurde dem AEG-Kabelwerk Oberspree ein Kupferwalzwerk angegliedert. In dem Kupferwalzwerk und dem Messingwerk wird heute mehr als ein Fünftel der deutschen Kupfererzeugung und -einfuhr aufgenommen.

Das Metallwerk der AEG liefert vor allem Kupfer-, Messing-, Bronze- und Aluminium-Fabrikate in Form von Drähten, Stangen, Rohren, Blechen und Bändern, gegossen oder gepreßt, sowie Preßteile und Formguß*).

Als hauptsächlichster Rohstoff wird Kupfer verarbeitet, das die AEG ausschließlich als reines und reines Elektrolytkupfer verwendet. Die Reinheit des Kupfers ist ausschlaggebend für die Leitfähigkeit, auf der sich hauptsächlich die Verwendung von Kupfer in der Elektrotechnik gründet. Deshalb ruft die Überwachung und Verbeitung des eingehenden Rohstoffes, der hauptsächlich von den großen amerikanischen Hüttenwerken in Barren (Wire Bars) bezogen wird, größter Aufmerksamkeit. Die chemische Analyse wird hierbei durch alle Hilfsmittel der Metallographie ergänzt.

Für die Weiterverarbeitung des Kupfers zu Überleitungsdrähten für elektrische Bahnanlagen ist die AEG im Besitze einer besonders großen und schweren, konstruktiv interessanten Ziehbank. Sie kann deshalb Fahrdrähte (Trolley-Drähte) von besonders großen Längen bis zu 2000 m in einem Stück ohne Lötung herstellen. Der große Vorteil dieser Drähte ist, daß die Herstellung von Lötverbindungen bei der Oberleitung dadurch auf eine Mindestzahl beschränkt wird. Kupferdrähte von nur 0,02 mm Durchmesser, die viel feiner sind als ein menschliches Haar, werden für elektrische Spulen und Leitungsschnüre verwendet.

Eine besondere Form der Kupferleitungen sind die Hohlseile eigener Konstruktion (DRP 416 027 und 448 422). Sie sind aus dem Bestreben heraus entstanden, für hohe Spannungen, z. B. 220 kV, eine Seile zu finden, bei der die Korona-Verluste, die bei diesen Spannungen hoch sind, auf ein Mindestmaß herabgedrückt werden. Gleichzeitig werden hohe Anforderungen an die mechanische Festigkeit eines solchen Seiles gestellt.

Kupferdrähte und -stangen werden auch für nicht-elektrische Zwecke vielfach verwendet. Kupfer-Innendrähte werden von den Klavierfabriken für das Umspinnen der tieferen Saiten benötigt. Auch Schmalblech Kupfer liefert die AEG in Form von runden Kupferstangen. Hier konnte in enger Zusammenarbeit mit der AEG-Lokomotivfabrik die interessante Frage der Verfestigung der Stahlnuten nach Verdrehung beim Einschrauben geklärt werden.

Kupferrohre großen Durchmessers finden Verwendung in chemischen Fabriken, Rohre kleineren Durchmessers werden im Maschinen- und Autobau für Leitungen in großem Umfange benötigt.

Messing ist neben Kupfer ein Werkstoff, der in großen Mengen in der Elektrotechnik und im Maschinenbau gebraucht wird. Die aus Messinglegierungen hergestellten Kondensatorrohre für Dampfturbinen-Anlagen verdienen Erwähnung, weil sich hier zum ersten Male die besonderen Schwierigkeiten aller Korrosionsfragen bei Metallen bemerkbar gemacht haben. Die AEG ist durch besondere Vorbereitungen bei der Herstellung in der Lage, die Unreinheiten beim Gießen zu vermeiden, und damit eine häufige Gefahrenquelle für die Lebensdauer der Rohre zu beseitigen. Das ganze Gebiet der Korrosion an Kondensatorrohren

ist von der AEG eingehend bearbeitet worden, wobei diese einen besonderen Vorteil darin hatte, daß sie nicht nur die Kondensatorrohre herstellte, sondern auch als Erbauerin von Land- und Schiffsturbinen-Anlagen die weitere Lebensgeschichte der Rohre im Betrieb verfolgen konnte. Die hierbei entstandenen Sammlungen von Korrosionsbeispielen haben manches zur Klärung der Streitfragen auf diesem Gebiete beigetragen.

Eine weitere wichtige Abteilung des Metallwerks ist das Messingpreßwerk.

Schon 1901 ging

die AEG zu der Verarbeitung von Messing zu Preßteilen über und hat diesen seitdem weite Anwendungsgebiete, z. B. im Armaturenbau, in der Elektrotechnik, als Normteil im Lokomotivbau, im Autobau (Achsbuchsen, Handgriffe u. a.) erschlossen. Von der Bedeutung des Preßwerkes gibt vielleicht die Tatsache ein Bild, daß trotz gut durchdachter weitgehender Normung heute noch gegen 10 000 verschiedene Preßformen vorhanden sind.

Ein bedeutender Zweig des Formgusses des Metallwerkes ist der Aluminiumguß. Die AEG besitzt Einrichtungen sowohl für Sand- als auch Kokillen- und Spritzguß. Besonders drei Leichtmetall-Legierungen werden für den Automobilbau und den Bau von Staubsaugern u. ä. als Guß verwendet: Die deutsche Legierung (von den Metallwerken Oberspree der AEG unter der Markenbezeichnung „Nickelstahl-Aluminium“ mit Erfolg eingeführt), Silumin und Elektron.

Aluminum läßt sich auch kneten und pressen. Diese Eigenschaften gestatteten die Ausbildung von Freileitungs-Armaturen, bei denen die Gewichtsersparnis eine Rolle spielt, für Aluminium-Hohlseile. Bei diesen wird die mechanische Festigkeit durch einen Stahlkern erhöht.

Die bekannte Güte der Metall-Erzeugnisse der AEG ist nur dadurch erzielbar, daß die Fabrikation nach den modernsten Grundsätzen aufgebaut ist und alle in Frage kommenden neuen Maschinen und Apparate in den Dienst der Fabrikation gestellt werden. So hat das Metallwerk z. B. eine Reihe von Ajax-Wyatt-Schmelzöfen, deren elektrische Ausrüstung die AEG selbst liefert, sowie zum Drahtglühen einen besonders leistungsfähigen Kennworthy-Ofen.

Für die Prüfung der von ihr hergestellten Metallerzeugnisse verfügt die AEG über mehrere Laboratorien. Einen Teil des mechanischen Laboratoriums zeigt das Bild.

* Anfragen sind zu richten an die AEG-Metallwerke Oberspree, Berlin W 56, Taubenstraße 21.



Mechanisches Laboratorium im Kabelwerk Oberspree.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 89



Personen- u. Lasten- AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Luft-
hämmer
Fall-
hämmer



EUMUCO
Aktiengesellschaft f.
Maschinenbau
Schleibsch-Manno



ABDAMPF- ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen
mit sämtlichem Zubehör
Gaswerkzeuge
für alle Gasarten.



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.

Berlin N4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut



Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C19

BLECHWALZWERKE

Duo-, Trio-, Umkehr-Walzwerke
für alle Metalle
bis zu den größten Breiten.
Ueberhebevorrichtungen,
Rolltische,
Platten- und Stangengießformen.

Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Sundwig, Kreis Iserlohn

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Luft-hämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i.W.



DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwassermesser
u. Präfluttmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



DAMPFMESSER



Belastungsmesser, Rauchgasprüfe
Wassermesser, Trommelfloss-
keitsmesser
Luftmengenmesser, Zugmesser,
Thermometer, Manometer, Vacu-
meter, anzeigend u. schreibend, a. j.
ablauf, Streifen u. elektr. Fernanzei-
elektr. Temperatur-Meßgeräte.

J. C. Eckardt A.-G.
Stuttgart-Cannstatt

STABE- DAMPFMESSER

Präluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend m.
automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 3
in Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschine
Dampfhammer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste R.
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

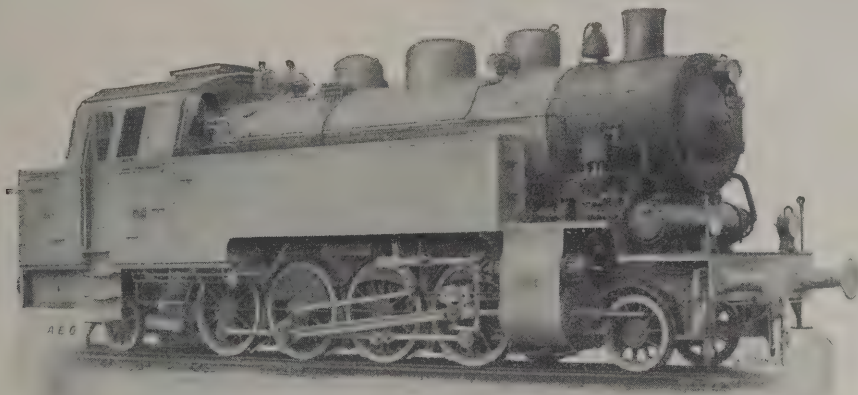
BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Normalspurige 1 D 1-Heißdampf-Tenderlokomotiven für Nebenbahnen.

Mitteilung der AEG.

Die AEG hat in ihren Lokomotivwerkstätten eine neue Lokomotivtype für Nebenbahnen entwickelt und kürzlich zur Ablieferung gebracht. Die Maschine ist bestimmt zur Beförderung schwerer Personenzüge und gemischter Züge, sowie auch Güterzüge auf Nebenbahnen mit starkem Verkehr.

der Fahrt erfolgt die Speisung des Kessels durch eine Verbundspeisepumpe, Bauart Nielebock-Knorr, von 250 l minutlicher Förderleistung, welche das Speisewasser durch den Vorwärmer drückt. Der Vorwärmer ist quer zur Längsachse der Maschine unter dem vorderen Teil der Rauchkammer angeordnet. Als weitere



1 D 1-Heißdampf-Tenderlokomotive.

Die im Bild dargestellte Lokomotive hat folgende Hauptabmessungen:

Spurweite	1435 mm
Zylinder-Dmr	575 "
Kolbenhub	630 "
Treibrad-Dmr.	1350 "
fester Achsstand	4500 "
gesamter Achsstand	9300 "
Dampfüberdruck	14 kg/cm ²
Rostfläche	2,52 m ²
feuerberührte Verdampfungs-	
heizfläche	128 m ²
Überhitzerheizfläche	48,5 m ²
Leergewicht ca.	70 000 kg
Dienstgewicht ca.	89 000 "
Reibungsgewicht ca.	63 000 "
Wasservorrat	10 m ³
Kohlenvorrat	2,6 t
gesamte Länge über Puffer	13 462 mm
größte Geschwindigkeit	65 km/Std.
kleinster Krümmungshalbmesser	180 m

Die Lokomotive ist eine 1 D 1-Tenderlokomotive und ist als Heißdampflokomotive ausgeführt. Der Kessel hat die im Lokomotivbau übliche Form; er besteht aus dem Stehkessel mit kupferner Feuerbuchse, welcher über dem Rahmen stehend angeordnet ist, dem Langkessel und der Rauchkammer. Die Feuerbuchse und die im Gewinde dichten nach dem AEG-Verfahren hergestellten Stehbolzen sind aus Kupfer. Die Seitenwände des Stehkessels sind senkrecht herabgezogen, ebenso die Hinterwand.

Der Langkessel besteht aus 2 zylindrischen Schüssen von 1500 bzw. 1529 mm Durchmesser. Derselbe enthält 127 Heizrohre von 39,5/44,5 mm Durchmesser und 24 Rauchrohre von 125/133 mm Durchmesser, bei einer Länge zwischen den Rohrwänden von 4700 mm. Die Rauchrohre nehmen den Überhitzer, Bauart Schmidt, auf. Auf dem ersten Schuß des Langkessels befindet sich vorn ein Winkelrost-Schlammabscheider, dahinter der Dampfdom, welcher den entlasteten Ventilegler aufnimmt; der Dampfdom enthält außerdem einen Wasserabscheider. Auf dem zweiten Kesselschuß ist der Sandkasten angeordnet. Die Betätigung des Sandstreuers erfolgt durch Preßluft. In jeder Fahrtrichtung erfolgt auf beiden Maschinenseiten die Sandung an je 3 Streustellen.

Für die Kesselspeisung sind zwei voneinander unabhängige Speisevorrichtungen vorgesehen. Während

Kesselspeisevorrichtung dient eine Dampfstrahlpumpe von 200 l minutlicher Förderleistung. Die Mittellachse des Kessels liegt 2900 mm über Schienenoberkante. In der Rauchkammer befindet sich ein Funkenfänger zylindrischer Bauart. Der Rahmen der Lokomotive ist als Plattenrahmen ausgeführt und besteht aus 25 mm starken Blechen. Die lichte Entfernung zwischen den Rahmenplatten beträgt 1240 mm. Eine genügende Anzahl senkrechter und wagerechter Blechverbindungen sorgt für die nötige Versteifung des Rahmens. Zwischen den Rahmen befinden sich quer zum Langkessel zwei Hauptluftbehälter, sowie ein Hilfsluftbehälter. An der vorderen und hinteren Stirnwand des Rahmens sind die Zug- und Stoßvorrichtungen der Regelbauart anbracht.

Das Laufwerk der Lokomotive besteht aus je einer vorderen und hinteren Laufachse und vier miteinander gekuppelten Achsen. Jede der beiden Laufachsen ist in einem besonderen Deichselgestell untergebracht und besitzt einen Ausschlag von 80 mm nach jeder Seite. Die dritte Kuppelungsachse ist als Treibachse ausgebildet. Alle 4 Kuppelachsen liegen fest im Rahmen, jedoch sind die Spurkränze der zweiten und dritten Kuppelachse gegenüber dem normalen Maß um 15 mm schwächer gehalten. Die Federung sämtlicher Achsen ist gleichartig ausgebildet. Die Tragfedern der vorderen Laufachse, sowie der ersten beiden Kuppelachsen einerseits und der beiden letzten Kuppelachsen sowie der hinteren Laufachse andererseits sind durch Ausgleichhebel miteinander verbunden.

Die Steuerung ist nach der Bauart Hausinger ausgeführt, wobei die Lagerung der Schwingen auf Mitte Steuerwelle erfolgt. Die Unsteuerung geschieht mittels Steuerschraube. Für die Dampfverteilung sorgen Kolbenschieber der Regelbauart von 220 mm Durchmesser. Die Schmierung der Schieber und Kolben erfolgt durch eine Schmierpumpe, Bauart Bosch.

Die Bremsausrüstung der Lokomotive besteht aus einer Wurfhebelbremse und einer unabhängig davon auf dasselbe Bremsgestänge wirkende Luftdruckbremse, Bauart Knorr. Sämtliche Kuppelachsen werden einseitig von vorn gebremst.

Als Sonderausrüstung sind zu erwähnen: elektrische Beleuchtung, Bauart AEG, Dampfheizungseinrichtung, Geschwindigkeitsmesser, Bauart Deuta, Dampfbläutewerk, Bauart Latowski, thermoelektrisches Pyrometer, Schieberkastendurchmesser.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



**ABDAMPF-
ENTÖLER**
nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN
für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

Dampf-
ventile
aller
Art



Höchst-
druck-
ventile
bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge



AUFZÜGE

Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.
Berlin N4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge
Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE

STAHL

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE

in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel
sowie
Feineinstellung
selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C19

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF- DRUCKVERMINDERER

Gehr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFDRUCKVER- MINDERUNGSVENTILE

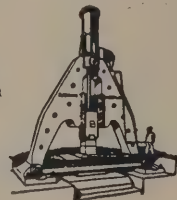
auch f. Preßluft, Gas usw. geeignet,
ohne Quecksilber u. ohne Membrane.
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht
Lufthämmer,
Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akкумуляtoren
usw.
Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.
J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



KREUSER- DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)



Werkstattausführg.: Wagner & C.
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.
Dortmund.

DAMPFMASCHINEN

für normale und hohe Drücke.
Kondensations-
und Gegendruckmaschinen.
Abdampf-
und Zwischendampfverwertung
Umbau veralteter Anlagen.
60jährige Erfahrung.

Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Sundwig, Kreis Iserlohn

DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



STABE- DAMPFMESSER

Preßluft- und Wassermesser
anzeigend und registrierend mit
automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 325
in Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen,
Dampfhämmer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzliste R 24

Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 28

PONDO- DAMPFMESSER

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.
Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Wirtschaftliche elektrische Antriebe für Bohrmaschinen und Bohrwerke.

Mitteilung der AEG.

Sowohl bei Senkrecht- als auch bei Wagerecht-Bohrmaschinen können durch direkten elektrischen Antrieb viele Zwischengetriebe mit ihren Verlusten erspart und gleichzeitig die Leistungsfähigkeit und Regulierbarkeit der Maschinen erhöht werden.

An der Hochleistungs-Schnellbohrmaschine, Bild 1, ist ein polumschaltbarer Drehstrom-Motor mit Kugellagern und senkrechter Welle in direkter Verbindung mit dem Spindelgetriebe.

Der Motor kann bei gleicher Leistung mit 710 und 1460 U/min betrieben werden. Die Einstellung der Drehzahlen und der Drehrichtung erfolgt durch das Handrad des seitlich angebrachten Polumschalt-Wendekontrollers. Darüber befindet sich noch ein Motorschaltkasten.

Den direkten Spindeltrieb mittels eines senkrechten Gleichstrom-Reguliermotors mit verlustloser Regulierung im Verhältnis 1 : 3 bei gleichbleibender Leistung an einer Vielfach-Bohrmaschine zeigt Bild 2.

Bild 3 stellt im Gegensatz zu einer vorausgegangenen Veröffentlichung einer älteren Maschine, im Heft 31 dieser Zeitschrift, vom 30. Juli 1927, die jetzige Ausführung des wirtschaftlichen Antriebes bei den Horizontalbohrwerken der Werkzeugmaschinenfabrik „Union“, Chemnitz, dar. Das Bild zeigt ein Doppelbohrwerk, bei dem jeder Bohrschlitten durch einen angeflanschten polumschaltbaren Drehstrommotor direkt angetrieben wird. Die gleiche Anordnung wird auch für Einfachbohrwerke ausgeführt.

Die Verwendung von entsprechenden Gleichstrom-Reguliermotoren ist bei Beschaffungsmöglichkeit von Gleichstrom wegen der besseren Regulierung bei weiterer Vereinfachung des Getriebes vorzuziehen.



Bild 1.
Hochleistungs-Schnellbohrmaschine.
(Hille-Werke A.-G., Dresden.)

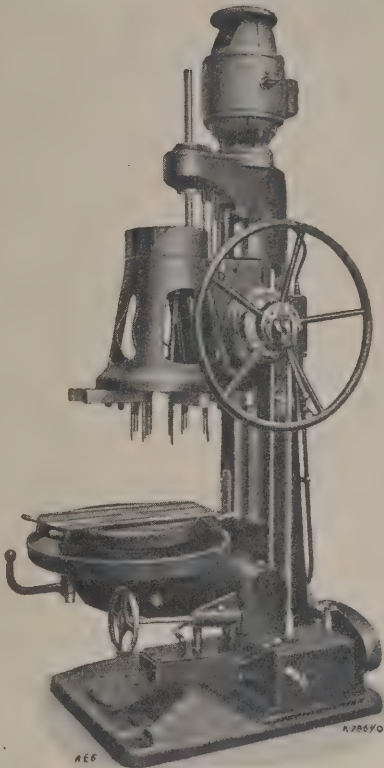


Bild 2.
Vielfach-Bohrmaschine.
(Habersang & Zinzen, G.m.b.H., Düsseldorf.)

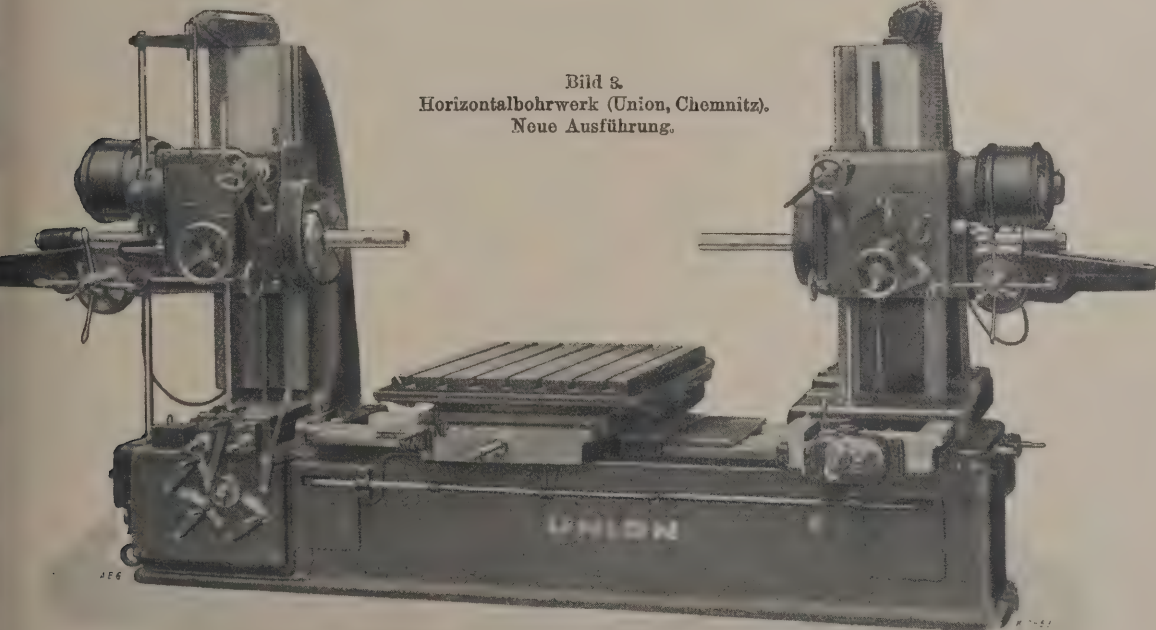


Bild 3.
Horizontalbohrwerk (Union, Chemnitz).
Neue Ausführung.

Bei diesen Werkzeugmaschinenantrieben ist, den wirtschaftlichen Anforderungen entsprechend, neben dem möglichst unmittelbaren Antrieb auch der Gedanke durchgeführt, daß das Ein- und Ausschalten mittels der Motorschaltung erfolgt, um auf diese Weise alle Leerlaufverluste zu vermeiden.

BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS



ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

Dampf-
ventile
aller
Art



Höchst-
druck-
ventile
bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.

Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen,
Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE

Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C 19

BIEGSAME WELLEN

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

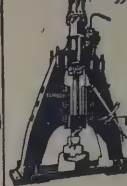
J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Luft-
hämmer
Fall-
hämmer



EUMUCO
Aktiengesellschaft
Maschinenbau
Schlebusch-Man

KREUSER- DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Beck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausföhr.: Wagner &
Werkzeugmaschinenfabrik m. b.
Dortmund.



DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermess-
mit Schreib- und Zahlwerk
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSE

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige, Registrier- u.
Summierungsapparate D. R. P.
elektrische Fernübertragungs-
Kesselspeise-Heißwassermes-
sesser u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



STABE- DAMPFMESSE

Preßluft- und Wassermess-
anzeigend und registrierend
automatisch. Druckberichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365
in Hunderten von Ausführun-
gen geliefert für Dampfmaschi-
nen, Dampfhammer, Walzenzugma-
schinen, Fördermaschinen u. dergl.
Man verlange Referenzenliste I
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO- DAMPFMESSE

mit automatischer
Druckberichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfuhren
Wärmezähler D. R. P.

Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 8

BEZUGSQUELLEN - NACHWEIS

Der AEG-Radio-Sparbügel (System Mollenkopf), DRP angemeldet.

Mitteilung der AEG.

Die AEG stellt ein neues Stromabnehmer-Bügel-schleifstück her, das in vorzüglicher Weise geeignet ist, Rundfunkstörungen, die durch den Betrieb elektrischer Bahnen, verursacht werden, zu beheben.

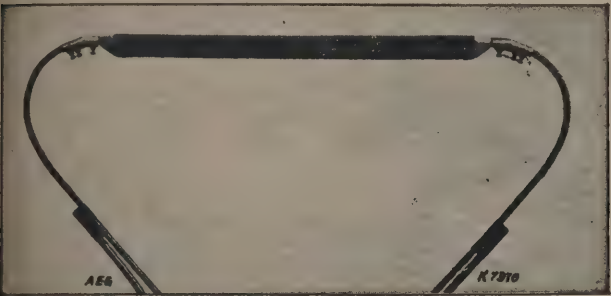


Bild 1. Eingesetzter AEG-Radio-Sparbügel.

Die Wirkungsweise des AEG-Radio-Sparbügels beim Rundfunkempfang ist nicht nur von amtlicher Seite und von Radio-Fachleuten, sondern auch von vielen Straßenbahn-Betrieben geprüft worden. Allgemein wird bestätigt, daß der nach jeder Richtung hin betriebstechnisch gut durchgebildete Radio-Sparbügel eine große Empfangsreinheit beim Rundfunk ergeben hat.

Für den Bau des AEG-Radio-Sparbügels (Bild 1) sind alle bisherigen Betriebserfahrungen verwertet und dabei alle Anforderungen an eine hohe Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit beachtet. Das für den Schleifkörper verwendete Sonder-Metall hat eine bei weitem niedrigere Grenzstromstärke, als die bisher für

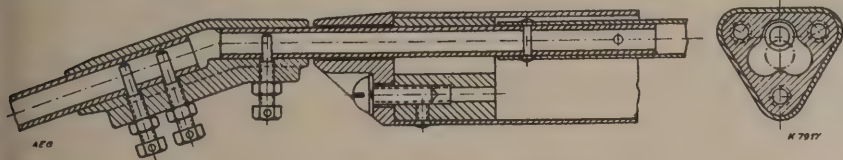


Bild 2. Schnitt durch das Schleifstück.

die Stromabnahme verarbeiteten Metalle, wodurch, im Verein mit der Eigenart der Konstruktion, die durch Straßenbahnen hervorgerufenen Rundfunkstörungen auf ein Mindestmaß herabgemindert werden konnten.

Das neue Schleifstück (Bild 2) besteht aus einem etwa 60 mm breiten Dreikantrohr von 2,5 mm Wandstärke, das zu beiden Seiten auf einer Rohrachse leicht spielend und gut drehbar gelagert ist.

Die Eigenart des Schleifkörpers verbürgt eine unbedingte Betriebssicherheit, da die Massen dicht um die Drehachse gelagert sind und die Dreikantflächenform bei Unregelmäßigkeiten an der Oberleitung sich wälzend unter dem Fahrdraht fortbewegen kann, wodurch ein Festhaken an etwa überstehenden Aufhänge-teilen vermieden wird. Die Arbeitsfläche stellt sich stets selbsttätig gegen den Fahrdraht ein. Um für den Schleifkörper auch bei zwei abgenutzten Flächen noch eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung zu erhalten, wird er neuerdings durch einen Stahlblech-Einsatzkörper versteift. Das Umstellen der Schleifflächen erfolgt in einfachster Weise durch Lösen der seitlich im Übergangsstück sitzenden Schrauben, wodurch das Schleifstück frei um 120° drehbar wird und infolge einer vorhandenen Arretierung eine neue Lagerstelle erhält. Der zeitraubende Ausbau aus dem Rohrgestell und das schwierige Wiedereinsetzen kommen gänzlich in Wegfall.

Der AEG-Radio-Sparbügel läßt sich leicht in alle vorhandenen Stromabnehmergestelle einbauen (Bild 3). Bei ungünstiger Fahrdrahtaufhängung ist eine geringfügige Regulierung der Oberleitung zwecks gleichmäßiger Abnutzung des Schleifkörpers und

zwecks einwandfreier Durchfahrt an der Weichen-Abzweigung empfehlenswert. Ferner werden die günstigsten Betriebsergebnisse nur dann erreicht, wenn der AEG-Radio-Sparbügel auf einem Streckenabschnitt einheitlich verwendet wird. Es ist daher nach Möglichkeit zu vermeiden, ihn auf Strecken, die mit Aluminium-, Kohle- oder Eisen-Schleifstücken befahren werden, laufen zu lassen. Der Bügeldruck gegen die Oberleitung soll 5 kg nicht übersteigen. Es sind ferner vollkommen trockene Schleifflächen zu vermeiden; daher ist ein wöchentlich etwa zweimaliges Befetten der Arbeitsfläche mit dem adhäsiven, hitze- und wasserbeständigen Schmiermaterial „Elektronat“ wünschenswert, wodurch die Laufzeit erhöht wird.

Die vom Aluminiumbetrieb herrührenden Riffeln am Fahrdraht (Bild 4) sind bei ausschließlicher Benutzung des AEG-Radio-Sparbügels in der Regel nach einigen Monaten beseitigt. Das verwendete Metall verträgt sich besonders gut mit dem Kupferdraht und poliert sich mit diesem ausgezeichnet, so daß mit einer äußerst geringen Abnutzung des Schleifstückes und einer höchsten Schonung des Fahrdrahtes gerechnet werden kann.

Bei geglätteter Fahrleitung ist mit dem Dreikant-Schleifstück eine durchschnittliche Laufzeit von rund 40000 km erreichbar.

Zusammenfassend seien die Vorzüge des AEG-Radio-Sparbügels wie folgt hervorgehoben. Wichtige Vorteile, wie geringe Anschaffungskosten, niedriges Gewicht, einfachste Anbringung ohne Änderung des Bügelgestelles, einfache Wartung, Vermeidung des Verschmutzens der Wagen und Fortfall jeglicher schä-

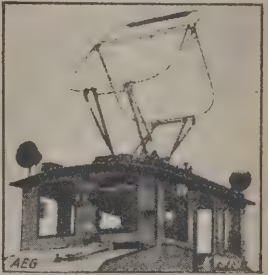


Bild 3. Aufgebauter Scherenstromabnehmer

digenden Oxydbildung, vereinigen sich mit hoher Lebensdauer, Schonung des Fahrdrahtes und Verbilligung der Betriebskosten. Der Bügel beseitigt die sonst durch Stromabnehmer verursachte Rundfunkstörungen, bringt sofort vollbefriedigende Betriebsergebnisse, selbst bei Verwendung auf rauhem, geriffeltem Fahrdraht. Ferner ist

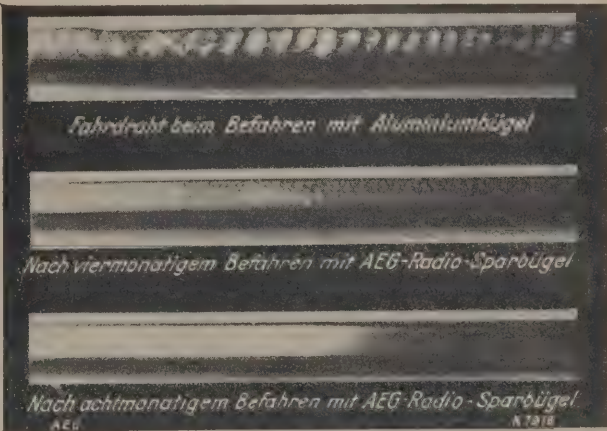


Bild 4. Schleifflächen des Fahrdrahtes.

bei völlig geräuschlosem Gang des Schleifstückes am Fahrdraht eine größte Betriebssicherheit auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten vorhanden; es wird somit allen Anforderungen entsprochen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen ::
Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

Dampf-
ventile
aller
Art



Höchst-
druck-
ventile
bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge



AUFZÜGE
Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.
Berlin N4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung

Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE

STAHL

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen
mit sämtlichem Zubehör
Gaswerkzeuge
für alle Gasarten.



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C19

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF-DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Luftschlämmer,
Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.

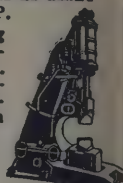


KREUSER- DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)



Werkstattausführg.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.

DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung.
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSE

Reuther Dampfzähler,
Venturi-Anzeige, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



STABE- DAMPFMESSE

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend mit
automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D. R. P. 365 328

In Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen,
Dampfhämmer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.

Man verlange Referenzliste R 24
Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 26

PONDO- DAMPFMESSE

mit automatischer
Druckberücksichtigung D. R. P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfzähler
Wärmezähler D. R. P.

Otto Wagner
Volumenmeßapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN

für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elektrokarren in der Automobil-Industrie.

Mitteilung der AEG

Die Automobil-Industrie hat in Deutschland zweifellos einen schweren Konkurrenzkampf mit ausländischen Erzeugnissen zu bestehen und ist deshalb ständig bemüht, durch Vervollkommnung der Betriebseinrichtungen Fabrikations-Verbilligung zu erreichen.



Bild 1. Elektrohubkarren EH 1504 mit Ladebank in einer Fahrzeugfabrik

Bei der Prüfung der hierfür gegebenen Möglichkeiten ist das Werkstatt-Förderwesen besonders zu beachten, vielfach wird sich herausstellen, daß durch Verwendung moderner Beförderungsmittel wesentlich Fabrikations-Vorteile erreicht werden können.

Die Wahl des für die einzelnen Verwendungszwecke am besten geeigneten Fahrzeuges hängt von der Art der zu befördernden Güter und der Art der Be- und Entladung ab. Vielfach wird es möglich sein, Elektrokarren mit fester Plattform zu verwenden. Vorteilhafter ist aber jedenfalls das Ladebanksystem. Hierbei wird nicht der Elektrokarren selbst, sondern eine Ladebank beladen, so daß das Fahrzeug stets seinem eigentlichen Zwecke, der Ausführung von Transporten, nutzbar gemacht werden kann und kostspielige Wartezeiten bei der Be- und Entladung fortfallen.

Für diese Art der Beförderung stehen zwei Elektrokarren-Bauarten zur Verfügung; zunächst der in Bild 1 dargestellte Elektrohubkarren mit tiefliegender Plattform und elektrisch angetriebener Hub- und Senkvorrichtung. Die



Bild 2. Elektrokarren EKH 1504 mit hydraulisch-mechanischer Hubvorrichtung und Ladebank.

Verwendung dieses Fahrzeuges einschließlich der niedrigen Ladebänke hat den Vorteil, daß die einzelnen Teile nicht mehr hochgehoben zu werden brauchen, andererseits

seits eine recht hohe Beladung zulässig ist, da während der Fahrt der Schwerpunkt verhältnismäßig tief liegt. Vorbedingung ist jedoch, daß möglichst gute und ebene Fahrstraßen vorhanden sind, da die kleinen vorderen Laufräder nur dann ein sicheres und stoßfreies Fahren gewährleisten.

In allen anderen Fällen ist der im Bild 2 dargestellte Elektrokarren mit hydraulisch-mechanischer Hubvorrichtung zu benutzen, wo die Ladebank dem Fahrzeug entsprechende Plattformabmessungen erhält.

Empfehlenswert ist es, die Ladebank den einzelnen Verwendungszwecken anzupassen, um eine gute Ausnutzung und bei der Montage ein einfaches Abheben zu gewährleisten. Dieses Beförderungsverfahren mit Ladebänken macht die Aufstellung von Regalen an den Arbeitsplätzen überflüssig, erleichtert und verbilligt somit ganz wesentlich die Heranführung der Materialien. Durch entsprechende Beladung mit bestimmten Stückzahlen ist auch der Förderplan leicht aufzustellen und einzuhalten und das Eintreten des Materialmangels vermeidbar.

Falls es wünschenswert oder erforderlich ist, mehrere Ladebänke übereinander zu setzen, ist der in Bild 3 gezeigte Stapelkarren am besten geeignet.

Die Abmessungen der Plattform dieses Stapelkarrens können den Ladebänken angepaßt werden. Das Fahr-



Bild 3. Elektrostapelkarren für eine Tragkraft von 750 kg und einer Hubhöhe von 1800 mm.

zeug wird für eine Tragfähigkeit bis zu 1800 kg und eine Hubhöhe bis zu 1800 mm gebaut. Fahr- und Hubantrieb dieses Fahrzeuges entsprechen der Normalausführung der Elektrokarren. Es empfiehlt sich, wegen der mit einer größeren Stromentnahme verbundenen Hubtätigkeit die Batterie genügend groß zu wählen; hierfür eignet sich eine Batterie mit einer Kapazität von 160 Ah.

Da in Automobilfabriken vielfach sperrige Stücke, z. B. Fahrzeugrahmen, Kotbleche, Karosserien usw. zu befördern sind, empfiehlt es sich, Anhängewagen zum Teil mit Spezialaufbauten zu verwenden. Bei deren Ausführung ist auf die Empfindlichkeit der zu befördernden Stücke, z. B. fertig lackierter Teile (wie Kotbleche usw.), Rücksicht zu nehmen und die obigen Ausführungen bezüglich der Zugänglichkeit bei den Ladebänken zu beachten. Die im Betrieb befindlichen Elektrokarren können natürlich ohne weiteres auch die Bewegung der Anhängewagen übernehmen, da Zugösen für die Kuppelung vorhanden sind.

Die vorgenannten Beispiele zeigen Verwendungsmöglichkeiten innerhalb der Fabrikation. Es ist selbstverständlich, daß die Elektrokarren natürlich auch noch alle sonstigen periodisch wiederkehrenden oder vereinzelt auftretenden Transporte übernehmen können, z. B. die Beförderung der Späne von den Werkzeugmaschinen zu den Bunkern, der Abfälle, Kohlen usw. Es empfiehlt sich, bei der Beschaffung der Transportgefäße auf die Elektrokarren-Förderung Rücksicht zu nehmen.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen ::
Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath



ABDAMPF-ENTÖLER
nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

Dampf-
ventile
aller
Art



Höchst-
druck-
ventile
bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängenbahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtruppen, Elektromotoren

Flohr

CARL A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische
AUFZÜGE
System
SCHINDLER



Elektrische
Steuerungen
und
Apparate für
AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette
Aufzugs-
Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE

in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel
sowie
Feineinstellung
selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE - KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF-DRUCKVERMINDERUNGSVENTIL

auch f. Preßluft, Gas usw. geig.
ohne Quecksilber u. ohne Membran
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Luft-hämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. V.

DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Luft-
hämmer
Fall-
hämmer



EUMUCO
Aktiengesellschaft
Maschinenbau
Schlebusch-Mannheim

KREUSER-DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausführg.: Wagner & Co.
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.
Dortmund.

DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesse
mit Schreib- und Zählwerk
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Wirtschaftlicher elektrischer Antrieb von Heißeisensägen.

Mitteilung der AEG.

Die Umfangsgeschwindigkeit des Sägenblattes steigerte man bei Heißeisensägen bis auf rd. 100 bis 120 m/s. Der übliche Antrieb erfolgt durch Riemen. Die Belastung des Antriebes hängt, abgesehen von der Zahnform und Ausbildung des Sägenblattes und der Festigkeit des zu schneidenden Werkstoffes, von der Art und Größe des Vorschubes ab. Ein unregelmäßiger Vorschub kann sehr hohe und besonders stoßweise Belastungen hervorrufen. Um solchen Beanspruchungen zu genügen und eine hohe Schnitzzahl zu erreichen, ging man früher zu immer stärkeren Motoren und schwererem Riementrieb über, was nicht nur die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigte, sondern auch die Möglichkeit der gefürchteten Scheibenexplosionen erhöhte.

Bei 30 m/s Riemengeschwindigkeit ist der Durchmesser der Riemenscheibe $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ des Sägenblattdurchmessers. Die Umfangskraft an der Riemenscheibe ist daher 3- bis 4mal so groß wie an dem Sägenblatt.

Da der Riemenzug bei offenem Riemen zusammen mindestens der dreifachen

Umfangskraft entspricht, so sind die Lager der Sägenwelle durch den Riemenantrieb 9- bis 12mal stärker belastet als durch die Umfangskraft des Sägenblattes.

Wenn man daher das Sägenblatt unmittelbar antreibt, ergeben sich, abgesehen von dem Wegfall der Riemenstörungen, wesentliche Ersparnisse. Der Motor muß aber dann einen kleinen Durchmesser haben, um die Schnitthöhe des Sägenblattes nicht zu beeinträchtigen, was gleichlaufend ist mit dem Bestreben, die erforderliche Motorgröße aus wirtschaftlichen Gründen auf das Notwendige zu beschränken. Erreicht kann dies werden: einerseits durch einen Schwungmassen-Ausgleich in Verbindung mit entsprechender Nachgiebigkeit des Motors, andererseits durch selbsttätige Regelung des Vorschubes in Abhängigkeit von der Belastung des Sägenmotors.

Das Bild zeigt eine nach diesen Überlegungen von Fried. Krupp A.-G. Grusonwerk, Magdeburg-Buckau, gebaute Heißeisen-Schlittensäge mit elektrischer Ausrüstung der AEG, von der sich mehrere Ausführungen seit einigen Jahren in Betrieb befinden. Der Drehstromsägenmotor von etwa 120 kW Leistung bei rd. 1000 U/min, ist mit der Sägenwelle, auf der sich auch eine Schwungscheibe befindet, unmittelbar verbunden. Die Lager der Sägenblattwelle und der Motor sind auf einer gemeinsamen Grundplatte angeordnet, die mit dem Schlitten verschraubt ist. Das ganze Antriebsaggregat kann daher sehr leicht aus- und eingebaut werden, wodurch im Bedarfsfalle Betriebsunterbrechungen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben.

Der Motor saugt durch einen eingebauten Lüfter Frischluft mittels einer Rohrleitung an, deren letztes

Stück teleskopartig ausgebildet ist, und bläst die Kühleuft an der Antriebseite aus. Sonst ist der Motor ganz geschlossen. Die Schwungscheibe ist so bemessen, daß sie die Schnittarbeit unterstützt, andererseits aber bei gewöhnlicher Motorleistung in der Zeit zwischen Beendigung eines Schnittes und Beginn des nächsten Schnittes wieder voll aufgeladen werden kann. Um ein schnelles Wiederaufladen zu ermöglichen, hat der Motor keinen festen Schlupf Widerstand, sondern einen solchen, der durch zwei Stromwächter in Abhängigkeit von der Belastung geregelt wird, und zwar so, daß der Schlupf Widerstand und damit die Schwungmassen nur zur Wirkung kommen, wenn und solange die volle Belastung des Motors überschritten wird. Infolgedessen ist die Einschaltdauer des Schlupf Widerstandes und mithin auch der damit verknüpfte Stromverlust sehr gering.

Mit dem Schwungmassen-Ausgleich allein können aber übermäßige Belastungen nicht ferngehalten

werden; dazu dient die selbsttätige Vorschubregelung.

Der Schlitten wird durch einen 15 kW-Gleichstrom-

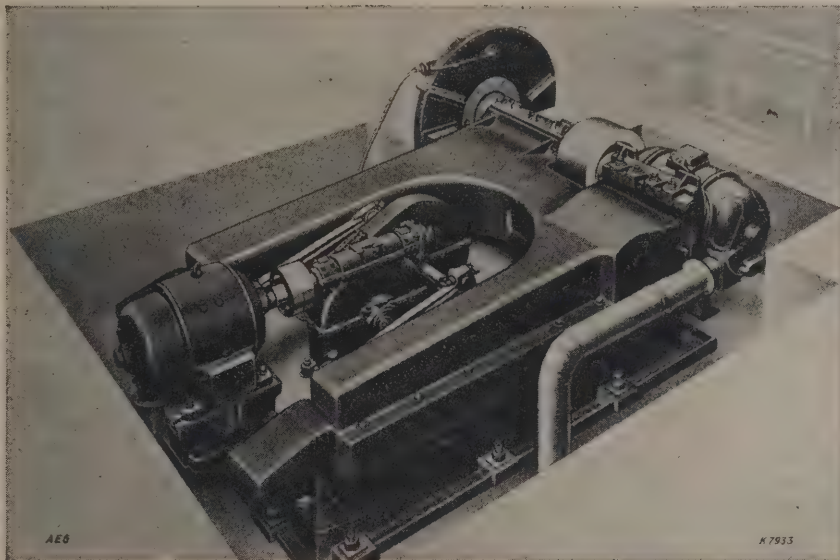
Wenderegelmotor vorgeschoben. Dieser Motor ist im Verhältnis 1:4 regelbar. Die

Regelung kann durch einen Führercontroller erfolgen, geschieht aber außerdem selbsttätig in Abhängigkeit von der Belastung des Hauptmotors.

Mittels des Führercontrollers wird regelmäßig die höchste Drehzahl eingestellt. In den Rotorstrom-

kreis des Hauptmotors sind eine Reihe Stromwächter eingeschaltet, die bei Erreichen der Vollstromstärke zu wirken beginnen, wobei sie das Feld des Vorschubmotors verstärken und damit seine Drehzahl, also die Vorschub-Geschwindigkeit um so mehr verringern, je größer die Belastung des Sägenmotors wird. Bei einer gewissen Überlastung bleibt der Vorschub vollständig stehen, so daß sich das Sägenblatt frei schneiden kann, worauf der Vorschub selbsttätig wieder einsetzt.

Auf diese Art wird erreicht, daß der Sägenmotor unter allen Verhältnissen voll ausgenutzt wird, d. h. es wird mit einem kleineren Motor und geringen Spitzenbelastungen eine größere Schnittleistung und größere Betriebssicherheit erzielt als mit einem großen Motor, der den wilden Belastungsstößen des gewöhnlichen Sägenbetriebes an sich gewachsen wäre. Wie bereits erwähnt, tritt die Schlupfregelung und die Vorschubverzögerung erst in der Nähe der Vollbelastung des Motors in Tätigkeit, so daß also Stäbe von genügender Wärme oder kleinerem Querschnitt sowohl mit der vollen Sägeblatt- als auch mit der vollen Vorschubgeschwindigkeit — also sehr rasch — geschnitten werden. Ebenso tritt auch bei dem Annäherungs- und Rückhub des Schlittens keinerlei Verzögerung der Geschwindigkeit ein.



Heißeisen-Schlittensäge mit unmittelbarem Motorantrieb und selbsttätiger Vorschubregelung.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondentöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

Dampf-
ventile
aller
Art



Höchst-
druck-
ventile
bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge



AUFZÜGE

Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge, Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische
AUFZÜGE
System
SCHINDLER



Elektrische
Steuerungen
und
Apparate für
AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette
Aufzugs-
Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

für Personen, Lasten, Speisen,
Äkten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE

STAHL

Paternoster

Elektrozüge

R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOWERKZEUGE



Weltmarke

Paul F. Dick, Esslingen a. N.
Stahlwaren- und Werkzeugfabrik.



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke
Federstahl-Industrie

Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C19

BIEGSAME WELLEN

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

BLECHWALZWERKE

Duo-, Trio-, Umkehr-Walzwerke
für alle Metalle
bis zu den größten Breiten,
Ueberhebevorrichtungen,
Rolltische,
Platten- und Stangengießformen

Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Sundwig, Kreis Iserlohn

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF- DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

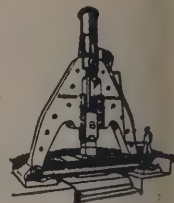
DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Lufthämmer,
Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. W.



KREUSER-

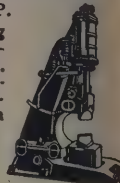
DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausführg.: Wagner & Co.,
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.,
Dortmund.



DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Bänder und Bleche aus Nichteisen-Metallen.

Mitteilung der AEG.

Bänder und Bleche aus Nichteisen-Metall, wie Kupfer, Messing, Sondermessing, Bronze und Leichtmetall, dienen im großen Umfange als Baustoffe und Halberzeugnisse für die Weiterverarbeitung im Maschinen- und Apparatebau. Die AEG verfügt in ihrem Metallwerk über einen großen Bestand an neuesten Maschinen und Werkseinrichtungen, die in Bezug auf Leistungsfähigkeit an Menge und Güte der Erzeugnisse höchsten Anforderungen gerecht werden. Ein mit den modernsten Hilfsmitteln ausgestattetetes Werkstoff-Prüflaboratorium sorgt dafür, daß nur sorgfältiggeprüfte Bänder u. Bleche, die den gestellten Anforderungen in jeder Hinsicht entsprechen, das

Werk verlassen*). Alle Abmessungen und Stärke-Toleranzen werden nach DIN-Normen eingehalten. Die gut erreichbaren Mittelwerte der Festigkeits-Eigenschaften für die vielfältigen Erzeugnisse und verschiedenen Härtegrade sind in der Zahlentafel zusammengestellt. Kupfer-Bänder und -Bleche finden als Baustoffe weitgehende Verwendung, wenn es auf Farbe, Bildsamenheit und hohe Wärmeleitfähigkeit ankommt. Für Tiefziehzwecke in weicher Qualität und in der chemischen Industrie wird Kupfer wegen seines günstigen Verhaltens gegen chemische Einflüsse viel gebraucht.

Alle in Band- und Blechform verwertbaren Messinglegierungen, die in DIN 1709 aufgeführt sind, werden von der AEG geliefert. Die hochkupferhaltigen Tombaklegierungen Ms 90 und Ms 85 werden wegen ihrer goldgetönten Farbe und guten Zieh- und Drückbarkeit im weichen Zustande besonders für Metallwaren, kunstgewerbliche Zwecke und im Appa-

ratebau gern verarbeitet. Die Halbtombak-Legierung Ms 67 und Druckmessing Ms 63 sind vor allem für Tiefziehzwecke geeignet und haben ihr Haupt-Verwendungsgebiet in der gesamten Metallwarenindustrie. Als Werkstoff für Atzqualität wird ein feinkörniges Blech aus Ms 63 in halbhartem Zustand erzeugt. Für feine Bohr- und Fräsarbeiten, wie sie beispielsweise in der Uhrenindustrie vorkommen, sind Bleche aus Ms 59, dem sogenannten Mechanikermessing, empfehlenswert. Sollen die Bleche auch noch für Stanzzwecke verwendet werden, dann wird Ms 60 gewählt, das ebenso wie Ms 59 in Stärken über 1 mm angefertigt wird.

Für besondere Zwecke, bei denen die Säurebeständigkeit des Werkstoffes von Bedeutung ist, stellt die AEG aus dem Sondermessing Spree-Metall Mn-Ms 1,4 Bleche über 2 mm Stärke her.

Aus der Gruppe der Bronzelegierungen ist Aluminium-Walzbronze Al Bz 5 hervorzuheben, die gut wetter- und säurebeständig ist. Bänder und Bleche in allen gangbaren Abmessungen werden hieraus hergestellt. In federhartem Zustand ist diese Bronze als

Federmaterial sehr gut geeignet. Als ausgezeichnetes Federmaterial sind ferner Walzbronze W-Bz 6 und Federbronze Bz 5,5 anzuspochen, die nur in Bandbreiten bis 25 mm geliefert werden, da diese zwecks höchster Gütersteigerung in einem besonderen Verfahren verarbeitet werden.

Zur Herstellung von Bändern und Blechen aus Leichtmetall verwendet die AEG Reinaluminium mit einem Reinheitsgehalt von 98/99, 99 und 99,5 %. Für seine Verwendung ist das geringe spezifische Gewicht dieses Werkstoffes ausschlaggebend.



Bandwalzwerk.

Werkstoff	Kurzzeichen	DIN	Farbton (poliert)	Spez. Gew. g/cm³	Lieferform	Zustand	Festigkeit kg/mm²	Dehnung % l=10 d
Kupfer								
Elektrolytkupfer	E—Cu	1708	rot	8,9	Bänder Bleche	weich hart federh.	23 35 45	30 5 3
Tombak								
Rototombak	Ms 90	1709	goldrot	8,8	Bänder Bleche	weich federh.	25 50	40 5
Mittelrototombak	Ms 85	1709	goldgelb	8,7	Bänder Bleche	weich extrafederh.	30 60	40 3
Helbtombak	Ms 72	1709	grünlichgelb	8,6	Bänder Bleche	weich federh.	30 55	40 8
Halbtombak	Ms 67	1709	grünlichgelb	8,6	Bänder Bleche	weich federh.	30 60	40 5
Druckmessing	Ms 63	1709	rötlichgelb	8,6	Bänder Bleche	weich federh.	30 60	40 5
Schmiedemessing (Muntzmetall)	Ms 60	1709	ockergelb	8,6	Bleche (über 1 mm)	weich federh.	35 60	35 5
Mechanikermessing ...	Ms 59	—	ockergelb	8,5	Bleche (über 1 mm)	halbh. hart	45 55	15 10
Sondermessing Spree-Metall	Mn—Ms 1,4	1709	braungelb	8,3	Bleche (über 2 mm)	halbh. hart	50 60	15 5
Bronze								
Alumin.-Walzbronze ..	Al—Bz 5	—	goldgelb	8,3	Bänder Bleche	viertelh. federh.	40 70	60 5
Walzbronze 6	W—Bz 6	1705	rötlichgolden	8,8	Bänder (b. 25 mm br.)	weich federhart	40 70	60 5
Federbronze	Bz 5,5	—	rötlichgolden	8,7	Bänder (b. 25 mm br.)	weich extrafederh.	40 90	50 2
Leichtmetall								
Reinaluminium	Al 98/99 Al 99 Al 99,5	1712	silberweiß	2,71	Bänder Bleche	weich hart	9 16	25 5

*) Anfragen sind zu richten an die AEG-Metallwerke Oberspree, Berlin W 56, Taubenstr. 21.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Luftersitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Luftersitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.



Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof

ARMATUREN

Absperr-Organ
Schmierapparate jeder Art
für alle Zwecke

Gustav Gulde G. m. b. H.
Armaturenfabrik
Ludwigshafen a. Rhein 8



ARMATUREN

Dampf-
ventile
aller
Art



Höchst-
druck-
ventile
bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische
AUFZÜGE
System
SCHINDLER



Elektrische
Steuerungen
und
Apparate für
AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette
Aufzugs-
Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

Dieser Raum
(30 mm Höhe)

kostet

bei Jahresabschluß

(52 Anzeigen)

Mk. 15.12 pro Aufnahme

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 89

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen
mit sämtlichem Zubehör
Gaswerkzeuge
für alle Gasarten.

Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke

Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C19

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Luftschlämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.



J. Banning, A.-G., Hamm i. V.

DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Luft-
schlämmer
Fall-
schlämmer



EUMUCO
Aktiengesellschaft
Maschinenbau
Schlebusch-Mannf.

KREUSER- DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten



Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausführg.: Wagner & C.
Werkzeugmaschinenfabrik m. b.
Dortmund.

DAMPFMASCHINEN

für normale und hohe Drücke
Kondensations-
und Gegendruckmaschinen.
Abdampf-
und Zwischendampfverwertung
Umbau veralteter Anlagen.
60jährige Erfahrung.

Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Sundwig, Kreis Iserlohn

DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermess
mit Schreib- und Zählwerk
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige-, Registrier- u.
Summierungsapparate D. R. P.
elektrische Fernübertragung
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Regelspurige D-Heißdampf-Tenderlokomotive für Neben- und Kleinbahnen.

Mitteilung der AEG.

Kürzlich ist in den Lokomotivwerkstätten der AEG eine neue Bauart für eine vierfach gekuppelte Heißdampf-Tenderlokomotive entwickelt und abgeliefert worden.

Die Maschine ist in erster Linie bestimmt für Strecken mit schwachem Oberbau, bei einer zulässigen Achsbelastung von höchstens 12 t.

steifungen des Rahmens. Der Rost ist horizontal angeordnet, und zwar ist die vordere Roststabelle als Kipprost mit Spindelantrieb ausgebildet. Unterhalb des Rostes befindet sich der Aschkasten, der mit je einer vorderen und einer hinteren Klappe sowie einer Bodenklappe versehen ist. Mit Rücksicht auf schlechtes Speisewasser ist der Kessel mit einem Winkelrost-Schlammabscheider aus-



Regelspurige D-Heißdampf-Tenderlokomotive.

Die im Bild dargestellte Lokomotive hat folgende

Hauptabmessungen:	
Zylinderdurchmesser	480 mm
Kolbenhub	550 "
Freibraddurchmesser	1100 "
Fester Achsstand	4300 "
Gesamter Achsstand	4300 "
Dampfüberdruck	13 kg/cm ²
Heizfläche	1,65 m ²
Verdampfungsheizfläche	75,8 m ²
Überhitzerheizfläche	26,0 m ²
Eergewicht der Lokomotive	38,6 t
Dienstgewicht der Lokomotive	47,9 t
Leistungsgewicht der Lokomotive	47,9 t
Leistung (0,6 p) der Lokomotive	9000 kg
Vasservorrat	4,4 m ³
Kohlenvorrat	1,3 t
Gesamte Länge über Puffer	10000 m
Größte Geschwindigkeit	40 km/h
Minster Krümmungsradius	150 m
Spurweite	1435 mm

Der Kessel hat in seinem Aufbau die normale Bauart, jedoch mit besonderer Berücksichtigung einer möglichst kurzen Baulänge der Lokomotive. Der Langkessel besteht aus zwei zylindrischen Schüssen, von denen der hintere 1350 mm, der vordere 1378 mm äußeren Durchmesser hat. Die Länge zwischen den Rohrwänden des Kessels beträgt 3200 mm. Er enthält 133 Heizrohre von 3/38 mm Ø und 24 Rauchrohre von 100,5/108 mm Ø; die letztgenannten nehmen den Rauchrohr-Überhitzer, Bauart Schmidt, auf, dessen Umkehrenden mit Rücksicht auf die gute Überhitzung bis auf 300 mm an die Feuerrohrwand herangezogen sind. Nach vorn schließt sich an den Langkessel die Rauchkammer an, die das Blasrohr von 90 mm Mündungsdurchmesser und den zylindrischen Funkenfänger aufnimmt. Vor dem Schornstein befindet sich auf der Rauchkammer das Dampfentwässerwerk, Bauart Latowski. Mit Rücksicht auf die gute Zugänglichkeit der Reinigungsluken ist die Kesselmitte 500 mm über Schienenoberkante gelegt worden, so daß der Stehkessel oberhalb des Rahmens liegt. Der Stehkessel schließt glatt an den Langkessel an mit senkrecht herabgezogenen Seitenwänden und senkrechter Hinterwand und stützt sich vorn und hinten auf die Querver-

gerüstet, der auf dem ersten Kesselschuß angeordnet ist; hinter ihnen befindet sich der Dampfdom und auf dem zweiten Kesselschuß der Sandkasten. Der Rahmen ist als Plattenrahmen von 15 mm Blechstärke mit einer genügenden Anzahl senkrechter und wagerechter Querversteifungen ausgeführt.

Sämtliche vier Achsen der Lokomotive sind miteinander durch Kuppelstangen verbunden. Die Anordnung aller Achsen als feste Achsen bietet den Vorteil eines gleichmäßig ruhigen Laufes der Maschine in beiden Fahrtrichtungen. Um eine gute Kurvenläufigkeit zu erzielen, sind bei der zweiten und dritten Kuppelachse die Spurkränze gegenüber der normalen Stärke um 10 mm geschwächt worden. Die beiden Dampfzylinder sind horizontal angeordnet und wirken auf die dritte Kuppelachse. Die Steuerung ist als Heusinger-Steuerung nach der Bauart Winterthur ausgebildet.

Die Wasservorräte sind in zwei seitlich des Langkessels befindlichen Wasserkästen untergebracht; zur Aufnahme der Kohlenvorräte dient ein Kohlenkasten hinter der Führerhaus-Rückwand. Das Führerhaus selbst kann durch Schiebefenster bei schlechter Witterung vollkommen abgeschlossen werden.

Die Bremsausrüstung der Lokomotive besteht aus einer kräftigen Wurfhebelbremse und einer Luftdruckbremse, Bauart Knorr, mit Zusatzbremse. Es werden alle vier Kuppelachsen einseitig von vorn gebremst, wobei die Bremsklötze in Achsmitte angreifen. Beide Bremsen wirken unabhängig voneinander auf dasselbe Gestänge, das mit Ausgleichhebeln versehen ist.

An weiteren Sonderausrüstungen sind zu erwähnen: Speisewasservorwärmer, Bauart Knorr, mit Pumpe (unterhalb des Langkessels quer zu diesem gelagert), Geschwindigkeitsmesser, Bauart Deuta, Dilling-Dreiwegehahn, Bosch-Schmierpumpe für Zylinder- und Schieber-schmierung, Azetylen-Beleuchtung.

Die Lokomotive läuft bei einer Geschwindigkeit bis über 50 km/h sehr ruhig und erreicht mit Leichtigkeit hohe Überhitzungen.

Das Anfahrvermögen ist infolge der kleinen Treibrad-Durchmesser besonders günstig.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING“ / D. R. P.
mit Ölrückgewinnung



Preßluft-Entöler
D. R. P.

Entöler
Vorwärmer

Bühning A.-G.
Landsberg (Bz. Halle)



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

Absperr-Organ
Schmierapparate jeder Art
für alle Zwecke

Gustav Gulde G. m. b. H.
Armaturenfabrik
Ludwigshafen a. Rhein 8



ARMATUREN

Dampf-
ventile
aller
Art



Höchst-
druck-
ventile
bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krane



Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge



AUFZÜGE

Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigkeit
Verwendungs-
möglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.
Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische
AUFZÜGE
System
SCHINDLER



Elektrische
Steuerungen
und
Apparate für
AUFZÜGE
Bremsmotoren
B remsmagnete
Komplette
Aufzugs-
Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE

in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel
sowie
Feineinstellung
selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke

Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C 19

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen,
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF-DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFDRUCKVER- MINDERUNGSVENTIL

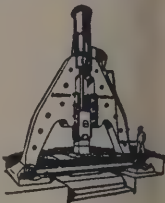
auch f. Preßluft, Gas usw. geeignete
ohne Quecksilber u. ohne Membran
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 50

DAMPFENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht
Luftkammer,
Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.
Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.



J. Banning, A.-G., Hamm i. W.

KREUSER- DAMPFHÄMMER

D. R. P.
mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westl.)



Werkstattausführung.: Wagner & Co.
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.
Dortmund.

DAMPFMESSER

Gas-, Preßluft-, Wassermesser
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSER

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Mehrstufige Turbo-Kesselspeisepumpen.

Mitteilung der AEG.

Die Einführung hoher Dampfspannungen in Kraftanlagen hat nicht nur im Kesselbau eine Umwälzung hervorgerufen, sondern auch der Ausbildung der Kesselspeise-Vorrichtungen einen neuen Aufgabenkreis zugewiesen. Während unter den Speisepumpen mit umlaufender Bewegung noch vor wenigen Jahren die einstufige Maschine allen Anforderungen entsprechen konnte, ist jetzt die mehrstufige Kreiselpumpe, der man rüher auf anderen Verwendungs-Gebieten begegnete, in den Vordergrund getreten. Gerade für Hochdruck-Dampfanlagen ist es wichtig, daß die Speisevorrichtungen den Kesseln luftfreies Wasser in äußerst gleichmäßiger Weise zuführen, und so hat die Turbopumpe ihren Vorsprung gegenüber der Kolbenpumpe weiter ausdehnen können; inzwischen sind — was die Entwicklung der Hochdruck-Turbo-Speisepumpen am besten kennzeichnet — bereits Leistungen von etwa 1000 PS in Betrieb gekommen.

Kreiselpumpen zur Kesselspeisung werden entweder durch Elektromotoren oder durch Dampfturbinen angetrieben. Der Dampfantrieb empfiehlt sich für alle Werke, bei denen der Abdampf zu Vorwärmzwecken ausgenutzt werden kann. Aber auch in den wenigen Anlagen, in denen diese günstigen Verhältnisse nicht vorliegen, wird man neben der elektrischen Pumpe, der Hauptbetriebs-Maschine, als gesetzliche Reserve eine Dampfturbo-pumpe aufstellen, um von Stromstörungen unabhängig zu sein.

Die AEG, die vor ungefähr zweieinhalb Jahrzehnten zugleich mit dem Großturbinenbau den Dampfturbo-Pumpenbau aufgenommen hat, stellt mehrstufige Kesselspeisepumpen für Förderhöhen von etwa 250 m an aufwärts her. Diese Grenze entspricht einem Kesseldruck von etwa 23 atü; bei niedrigerem Druck genügen einstufige Modelle. Das Bild zeigt eine dampfangetriebene dreistufige AEG-Kessel-Speisepumpe, die im Nachstehenden kurz beschrieben sei:

Die Pumpe ist starr mit einer eingehäusigen Gegenruck-Turbine gekuppelt, deren Läufer aus einem dreiränzigen Geschwindigkeitsrad besteht. Die durchgehende Grundplatte bildet mit den Lagerböcken der Turbine ein gemeinsames Gußstück; auf der Grundplatte ruht das Pumpengehäuse mit 4 Füßen. Der Dampfteil entspricht der üblichen, bewährten AEG-Bauart, wobei man alle komplizierten Teile vermieden hat, weil für ein Kesselspeiseorgan Betriebs-Sicherheit erstes Erfordernis ist. Da jede Kesselspeisepumpe die gesetzlichen Vorschriften erfüllen und daher eine Überlastung um 100 % über die Normalleistung hinaus vertragen muß, die Belastung aber dauernd schwankt, sind Durtisräder für den Aufbau des Turbinenläufers zweckmäßig; ihr Hauptvorteil besteht bekanntlich darin, daß der Wirkungsgrad bei Teillasten nur wenig absinkt. Ein schnelles Anfahren der Turbine wird besonders durch die freie Lagerung des Gehäuses begünstigt, die den Wärme-Ausdehnungen Rechnung trägt.

Die Kreiselpumpe erhält je nach der gewünschten Förderhöhe 2 bis 7 Stufen; das Wasser, das dem Laufer der ersten Stufe entströmt, tritt durch Leit- und Umkehrschaufeln in die zweite Stufe ein und so fort.

Die Förderhöhe jeder Stufe beträgt durchschnittlich etwa 150 m. Die Laufräder sind von ungeteilten Gehäuse ringen umgeben. Die Gehäuseteile der ersten und letzten Stufe sind mit der Grundplatte verschraubt, während die übrigen von durchlaufenden kräftigen Ankern zusammengehalten werden. So lassen sich einzelne Stufen ersetzen oder entfernen oder neue einbauen, ein Vorteil, der bei späterer Änderung der Betriebs-Verhältnisse, beispielsweise der Kesselanlage, von Bedeutung ist. Auch kann man die Pumpe leicht auseinander nehmen, wenn man die Gehäuse ringe in der Längsrichtung abzieht. Größte Sorgfalt ist auf die Wellenabdichtung verwendet; es muß vermieden werden, daß Luft in den Saugraum eindringt und daß da-

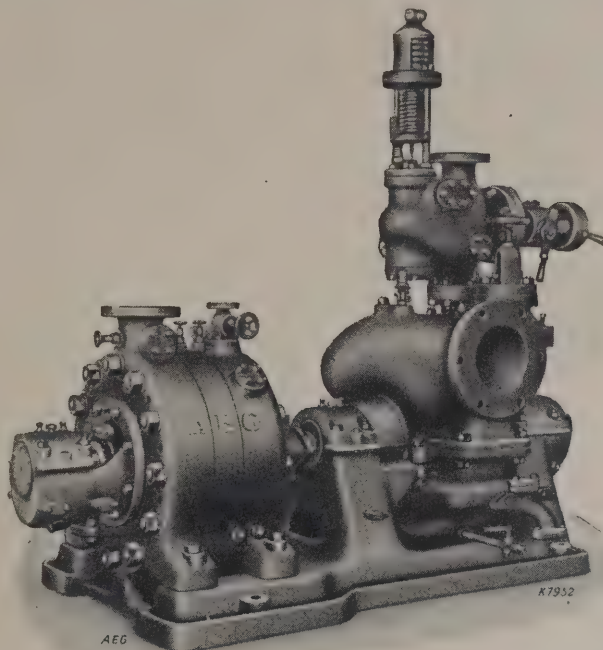
durch die Wassersäule abreißt. Bei der Konstruktion der AEG dichtet Druckwasser, welches vom Druckstutzen zufließt, die Stopfbuchse gegen die Atmosphäre ab; um das Heraustreten des Sperrwassers zu verhindern, hat die Stopfbuchse an der Außenseite eine Packung. Den Pumpenschub hebt ein selbsttätiger hydraulischer Druckausgleich auf.

Bei dem verhältnismäßig kleinen speichernden Wasserinhalt der Hochdruckkessel ist eine zuverlässige Regelung der Speiseorgane wesentlich. Die AEG hat daher eine besondere Vorrichtung, den sogenannten Federregulier-Apparat, entwickelt. Dieser Regler wirkt ständig auf das Dampfeinlaßventil ein und hält dadurch den Wasserdampfdruck in der Speiseleitung auf gleicher Höhe. Neben dem Hauptsteuerkolben hat die Vorrichtung einen zweiten Regulierkolben, der den Dampf absperrt, wenn der Pumpendruck plötzlich vollständig ab-

sinkt. Durch diese gesetzlich geschützte Vorrichtung ist eine zweite Sicherheits-Maßnahme getroffen; denn eine unabhängige Schnellschuß-Vorrichtung verhindert, daß die Maschine durchgeht. Trotzdem ist diese doppelte Sicherheit notwendig: der Dampfkesselbetrieb ist rauh, und die Pumpen werden nicht immer aufmerksam genug gewartet.

Da der als Betriebsmittel dienende Dampf der Hochdruckkessel meist stark überhitzt ist, werden für die mehrstufigen Kesselspeisepumpen Baustoffe gewählt, die genügend widerstandsfähig sind und große Temperatur-Unterschiede vertragen können. So besteht das Gehäuse der Turbine aus nichtwachsendem Stahlguß, während die Schaufeln des Turbinenläufers aus nichtrostendem Sonderstahl von sehr hoher Festigkeit hergestellt werden. Die Verwendung dieses nichtrostenden Stahls ist auch deshalb vorteilhaft, weil die Abschaltung einzelner Kessel oft die Stilllegung der Pumpen bedingt.

Erwähnt sei noch ein Vorzug der mehrstufigen Bauart gegenüber der einstufigen: Die Hochdruckpumpe kann an einzelnen Stufen angezapft werden und gibt dadurch Wasser von verschiedener Druckhöhe ab. Diese Eigenschaft kommt in Kraftanlagen mit mehrfacher Speise-Vorwärmung, also besonders in neuzeitlichen Werken, zur Geltung. Ebenso ist aber auch für Anlagen mit Kesseln von verschiedener Spannung die mehrstufige Turbospeisepumpe geeignet, weil sie den Betrieb vereinfacht und die Wirtschaftlichkeit verbessert.



Mehrstufige Turbo-Kesselspeisepumpe.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpfe.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

Absperr-Organ
Schmierapparate jeder Art
für alle Zwecke

Gustav Gulde G. m. b. H.
Armaturenfabrik
Ludwigshafen a. Rhein 8



ARMATUREN

Dampf-
ventile
aller
Art



Höchst-
druck-
ventile
bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrotrahngelassen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

Flohr

A.-G.

Berlin N 4, Chausseestraße 35.

Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische
AUFZÜGE
System
SCHINDLER



Elektrische
Steuerungen
und
Apparate für
AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette
Aufzugs-
Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

für Personen Lasten, Speisen,
Akten



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung
Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge

Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M., West



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke

Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C 19

BIEGSAME WELLE

Maschinenfabrik Otto Püsch
Berlin-Lichterfelde-West

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunnen
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF-HÄMME

bis 20000 kg Fallgewicht

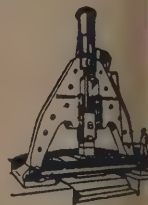
Luft-hämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen.
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen

Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm i. V.



DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Luft-
hämmer
Fall-
hämmer



EUMUCO
Aktiengesellschaft
Maschinenbau
Schlebusch-Mannf

KREUSER-

DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausföhr.: Wagner & C
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.
Dortmund.



DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesse
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSE

Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Elfa-Druckknopf-Automaten.

Mitteilung der AEG.

Elfa-Druckknopf-Automaten werden an Stelle von Schmelzsicherungen verwendet und schützen in noch höherem Maße als diese Leitungen und Stromverbraucher vor Beschädigung durch Kurzschluß oder Überlastung.

Der Elfa-Druckknopf-Automat hat die Form des einseitigen Schmelzstöpsels; er kann in jedes Sicherungselement (E27) geschraubt werden. Die Einschaltung des Automaten erfolgt in einfacher Weise durch Einstecken des Druckknopfes K. Die Ausschaltstellung wird durch einen Stift A gekennzeichnet, der 5 mm aus dem Deckel des Automaten hervorragt. Wird der Automat eingeschaltet, so verwindet der Stift in einer Einkerbung des Deckels. Ein Porzellangehäuse schützt den Mechanismus des Automaten vor Staub und Feuchtigkeit. Der Kontaktfuß F des Automaten ist in gleicher Weise gestuft wie die Sicherungströhre der gleichen Nennstromstärke, (Unverwechselbarkeit, Steck-System). Jeder Elfa-Druckknopf-Automat ist sowohl für Wechselstrom als auch für Wechselstrom geeignet.

Zwei in ihren Wirkungen voneinander unabhängige Einrichtungen bewirken die Auslösung des Automaten:

Die magnetische und thermische Auslösung.

Die magnetische Auslösungsvorrichtung besteht aus einer Spule D mit eingebautem Kern E, der zweiteilig ausgelegt und so in dem Spulenkörper angeordnet ist, daß ein Teil feststeht und ein anderer Teil beweglich ist. Die bewegliche Kernhälfte wird durch eine regelbare Feder gehalten, die der Zugkraft des Magneten entgegenwirkt. Die mechanische Kraft der Feder wird durch eine Magnetkraft überbunden, die einen Strom von der bis 8fachen Nennstromstärke des Automaten aufbringt. Die Magnetkraft dieses Stromes und der noch größeren (Kurzschlußströme) ziehen ohne jede Verzögerung den Kern in die Spule hinein, wodurch die Verklüpfung des Doppelhebels C mit dem Schalter durch seitliche Bewegung des Doppelhebels gelöst wird. Die Magnetkraft erzeugt außerdem ein sicher wirkendes Blasfeld zur Löschung des an den Kontakten des Automaten entstehenden Lichtbogens.

Bei Überlastung wird der Automat nicht durch den Elektromagneten, sondern durch ein thermisches Organ betätigt. Infolge der Trägheit dieses Organs löst der Elfa-Druckknopf-Automat beim Einschalten von Motoren und Metallfadenlampen nicht aus.

Die thermische Auslösung wird durch einen Temperatur-Veränderung ansprechenden Bügel B betätigt, der aus zwei zusammengewalzten Bändern aus hochwertigem Nickelstahl verschiedener Legierung besteht. Infolge Erwärmung des vom Strom durchflossenen Bügels verändert dieser allmählich seine Form so, daß die Auslöse-Vorrichtung betätigt wird.

Die Ausschaltträgheit des Thermostaten ist so bemessen, daß Stromspitzen von Metalldrahtlampen und Elektromotoren für einen Betriebsstrom in Höhe des Automaten-Nennstromes keine Unterbrechung herbeiführen. Dagegen ist die Auslöseträgheit so gering, daß z. B. bei Kurzschluß in Haus-Installationen mit 220 V Gleichstrom die einem 6 A-Automaten vorgeschaltete Schmelzsicherung von 15 A nicht zerstört wird.

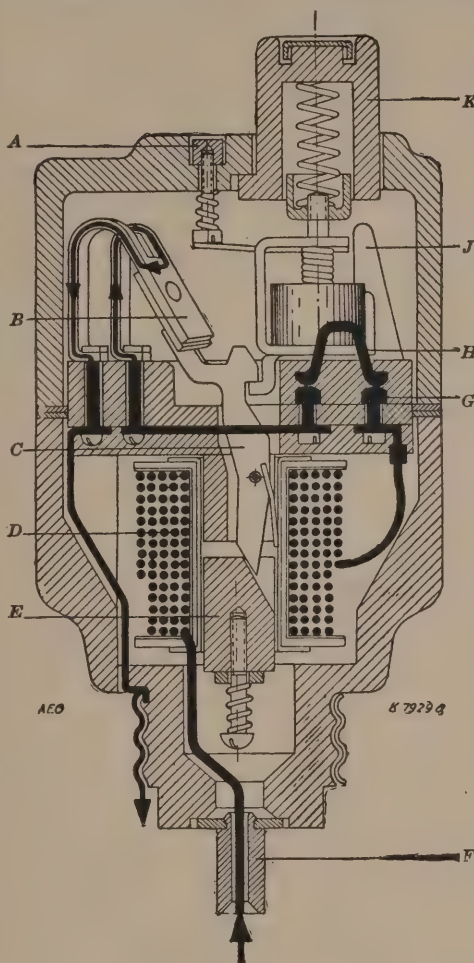
Der beim Unterbrechen einer mit Überstrom oder mit Kurzschlußstrom belasteten Leitung auftretende Lichtbogen wirkt naturgemäß auf die Teile, welche die Unterbrechung herbeiführen. Bei Selbstschaltern ist es daher von allergrößter Bedeutung, daß keine Formveränderung dieser Teile erfolgt. Hierauf ist bei der Durchbildung des Elfa-Druckknopf-Automaten weitestgehend Rücksicht genommen. Massive Kupferkontakte werden in der Einschaltstellung durch eine starre Kupferbrücke verbunden, die von dem Teil des Schaltmechanismus durch feuer- und wärmesichere Isolation getrennt ist.

Der rein mechanische Teil des Elfa-Druckknopf-Automaten soll die Ein- und Ausschaltung des Automaten bewirken, das Festhalten des eingeschalteten Automaten vermeiden und die Dauerbelastung durch Ströme, die den Leitungen und Stromverbrauchern gefährlich werden, ausschließen.

Der Winkelhebel J wird durch den Druckknopf K so gehalten, daß die Kontaktbrücke H sich gegen einen Anschlag auf dem horizontalen Schenkel des Winkelhebels legt, aber noch keinen Stromschluß herbeiführt. Erst nachdem der Druckknopf in seine Ausgangsstellung zurückkehrt, also losgelassen ist, kann sich die Kontaktbrücke senken und den Stromschluß mit den Kontaktpunkten G herstellen. Die Betätigung des Elfa-Druckknopf-Automaten ist also völlig ungefährlich.

Der Elfa-Druckknopf-Automat hat außer den vielen guten Eigenschaften hochwertiger Schmelzsicherungen noch eine Reihe besonderer Vorteile, die den Schmelzsicherungen fehlen.

Elfa-Automaten schützen den Leitungsquerschnitt bei jeder Belastungs-Stromstärke und gestatten eine umfangreiche Ausnutzung der Wärmekapazität aller durch sie geschützten Leitungen. Belastungszeiten, die einer Leitung ungefährlich sind, werden durch Elfa-Automaten nicht abgeschnitten; in Motorstromkreisen dienen die Automaten als Schutz gegen Übersicherung. Nach dem Abschalten von Kurzschluß- oder Überströmen können Elfa-Automaten, ohne daß Ersatzteile notwendig sind, immer wieder benutzt werden. Schließlich sei erwähnt, daß Elfa-Automaten in der Fabrikation, vor dem Weiterverkauf und während der Benutzung geprüft werden können.



Elfa-Druckknopf-Automat

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen
:: Abgas-Economiser
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

„BÜHRING“ / D. R. P.
mit Ölrückgewinnung



Bühring A.-G.
Landsberg (Bz. Halle)



ABDAMPF-ENTÖLER
nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser-, Gas-, Dampf-, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpsel.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

Absperr-Organ
Schmierapparate jeder Art
für alle Zwecke

Gustav Gulde G. m. b. H.
Armaturenfabrik
Ludwigshafen a. Rhein 8



ARMATUREN

Dampf-
ventile
aller
Art



Höchst-
druck-
ventile
bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer - Krane

ATG

Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE



Elektro-Flaschenzug
Einf. Konstruktion
Vielseitigste
Verwendungs-
möglichkeit
Bamag Dessau

AUFZÜGE

BRACKER

Aufzüge
jeder
Betriebsart
und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE Hebezeuge,
Fahrtreppen, Elektromotoren

CARL Flohr A.-G.

Berlin N 4, Chausseestraße 35.
Größte deutsche Aufzugsfabrik.
Bisher über 30000 Anlagen geliefert.
Reparaturen und Revisionen
aller Systeme im Abonnement.

AUFZÜGE

Elektrische
AUFZÜGE
System
SCHINDLER



Elektrische
Steuerungen
und
Apparate für
AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette
Aufzugs-
Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Paternoster-
Aufzüge
Personen-Aufzüge
mit
Feineinstellung
Lasten-Aufzüge



Mannheimer Maschinenfabrik
Mohr & Federhaff, Mannheim



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft
Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München

Personen- u. Lasten-
AUFZÜGE
STAHL
Paternoster
Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGE

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West

AUTOGENE

Schweiß- und Schneid-Anlagen
mit sämtlichem Zubehör
Gaswerkzeuge
für alle Gasarten.
Heime & Hans Herzfelde
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)



AUTOMATEN SPANNZANGEN

in Präzisions-Ausführung

Walter Schaefer, Altona (Elb.)
Kleine Gärtnerstraße 85



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke

Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrunn
Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF- DRUCKVERMINDERER

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

DAMPFENTÖLER

Sack & Kieselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Der Aufbau der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft.

Mitteilung der AEG.

Die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft wurde im Jahre 1883 als „Deutsche Edison-Gesellschaft für angeordnete Elektrizität“ gegründet und trägt ihren heutigen Namen seit dem 23. Mai 1887. Die Fabrikations-Anlagen des Unternehmens bestehen zur Zeit aus folgenden Werken:



AEG-Verwaltungsgebäude Berlin.

Berliner Fabriken:

Reparaturfabriken Treptow

Fabrikationsgebiet: Schaltgeräte, Glas-Gleichrichter, Meßinstrumente, Kino-Apparate, Relais, Telefunken-Apparate.

Fabriken Brunnenstraße

Fabrikationsgebiet: Bahn- und Kranmaterial, Großmaschinen, Kleinmotoren, Staubsauger, Widerstände, Gleichrichter

Fabriken Hennigsdorf

Fabrikationsgebiet: Elektrische Lokomotiven, Dampflokomotiven, Werkzeuge für Lokomotivbau, Elektrokarren, Kohlenstaubanlagen, Industrieöfen, Behälter und Apparate. Novotextfabrikate, Mikanit- und Preßzellfabrikate, Isolierlacke, Öltuche, Ölseide und Isolierschläuche, Tenacitfabrikate, Schweißmaschinen, Fahrkarten-Druckapparate und Druckplatten, Schrauben und Muttern, mechanische und elektrische Eisenbahn-Sicherungs-Anlagen.

Fabriken Rheinstraße

Fabrikationsgebiet: Ranarex-Apparate (Rauchgasprüfer), Rundfunkgeräte.

Werkwerk Oberspree

Fabrikationsgebiet: Blanke Drähte, Seile, Lützen, isolierte Drähte und Leitungen, Lackdrähte, Stangen, Rohre, Bleche, Bänder, Segmente, Preß- und Stanzteile, Freileitungs- und Bahnmateriale, Formguß in Aluminium, Rotguß und Messing, Kupfer, Bronze, Silumin, Elektron, Lagermetall, Kokillen- und Spritzguß, Hartgummi-, Stabilit- und Vulkanasbest-Fabrikate, Gummi-Installationsrohre, Isolierbänder, Papierrohre mit Blei- und Messingmantel, Garnituren, Starkstromkabel und Zubehör, Schwachstromkabel und Zubehör, Pupinspulen, Verstärker, Kisten und Trommeln.

Porzellanfabrik Hennigsdorf, Betriebsführung Rosenthal.

Fabrikationsgebiet: Porzellane für elektrotechnische Industrie.

Transformatorfabrik Oberschöneweide

Fabrikationsgebiet: Transformatoren und Hochspannungs-Apparate.

Turbinenfabrik

Fabrikationsgebiet: Dampfturbinen, Hilfsmaschinen, Pumpen, Kompressoren, Gebläse, Gene-

ratoren, Ölmaschinen einschließlich Glühkopfmotoren, Lichtmaschinen für Lokomotivbeleuchtung.

Elektrizitätszählerfabrik

Fabrikationsgebiet: Elektrizitäts-Zähler, Eichstationen, Vergaser, Brennstoffförderer, Uhren.

Auswärtige Fabriken:

Fabrik Annaberg

Fabrikationsgebiet: Schalter, Zählertafeln, Steckvorrichtungen, Material für Leitungs-Verlegung.

Fabrik Crottendorf

Fabrikationsgebiet: Sicherungstöpsel, Sicherungspatronen, Paßschrauben, Schraubklappen, Schmelzstreifen.

Fabrik Scheibenberg

Fabrikationsgebiet: Fassungen, Handlampen.

Fabrik Freiberg

Fabrikationsgebiet: Sicherungen, Elfa-Automaten.

Fabrik Mülheim (Ruhr)

Fabrikationsgebiet: Reparaturfabrik für elektrische Maschinen, Transformatoren und Apparate

Fabrik Stuttgart

Fabrikationsgebiet: Magnetzündapparate, Batteriezündungen, Lichtmaschinen und Anlasser, Elektrische Zubehörteile für Kraftfahrzeuge, Reparatur-Werkstatt für elektrische Maschinen, Transformatoren usw.

Elektroheizung G. m. b. H., Nürnberg

Fabrikationsgebiet: Heizapparate der AEG.

Die Zentral-Verwaltung des Unternehmens hat ihren Sitz in Berlin, Friedrich-Karl-Ufer 2/4. Hier befindet sich auch die Fabriken-Oberleitung. Daneben besitzt das Unternehmen in fast allen größeren Städten des In- und Auslands Niederlassungen, deren Zahl mehr als 200 beträgt.

Das Aktienkapital der Gesellschaft beträgt z. Zt. 186 250 000 RM.

Das Grundstücks-Areal, das der Gesellschaft gehört, beläuft sich im ganzen auf annähernd 4 Millionen m², die Zahl der im AEG-Konzern beschäftigten Personen auf mehr als 80 000.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



ABAS ABDAMPF-AUSNUTZUNG

Abdampf-Lufterhitzer ::
Abgas-Saugzug-Anlagen ::
Abgas-Economiser ::
Abgas-Lufterhitzer ::

Abwärme-Ausnutzung u. Saugzug
G. m. b. H. „ABAS“, Berlin W 57

ABDAMPF-ENTÖLER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath



ABDAMPF-ENTÖLER

nach dem
Zentrifugen-Prinzip
R. Scheibe & Söhne
G. m. b. H.
Leipzig, Hohestr. 15

ARMATUREN

für Wasser, Gas, Dampf, Säure-
u. sonstige Rohrleitungen, Patent-
ventile für Hoch- und Nieder-
druckleitungen, Kondenswasser-
abscheider und Kondensstöpsel.

Spezialfabrikation
seit mehr als 50 Jahren.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



ARMATUREN

Absperr-Organ
Schmierapparate jeder Art
für alle Zwecke

Gustav Gulde G. m. b. H.
Armaturenfabrik
Ludwigshafen a. Rhein 8



ARMATUREN

Dampf-
ventile
aller
Art



Höchst-
druck-
ventile
bis 100 at.

Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

AUFZÜGE

Transport- und Verladeanlagen
Elektrohängebahnen
Verladebrücken
Nahförderer · Krane



Allgemeine Transportanlagen-
Gesellschaft m. b. H., Maschinenfabr.
Leipzig

AUFZÜGE



Aufzugswerke M. Schmitt & Sohn
Gegründet 1861
München, Nürnberg, Essen
Fachfabrik für Aufzüge

AUFZÜGE



Aufzüge
jeder
Betriebsart
und Größe

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.

AUFZÜGE

Elektrische
AUFZÜGE
System
SCHINDLER



Elektrische
Steuerungen
und
Apparate für
AUFZÜGE
Bremsmotoren
Bremsmagnete
Komplette
Aufzugs-
Winden

Hebezeug- u. Motorenfabrik A.-G.
Karlsruhe-Bulach

AUFZÜGE

Personen- und Lastenaufzüge
mit und ohne Feineinstellung

Paternosteraufzüge
für Personen oder Waren

Maschinenfabrik
Gustav Ad. Koch
Hamburg 39



AUFZÜGE

jeder Art

Paternoster
Krane
baut

Maschinenfabrik Wiesbaden
G. m. b. H.



AUFZÜGE

jeder Art
und
Größe

Schindler Aufzügefabrik
G. m. b. H.
Berlin SW 29, Kopischstr. 1

AUFZÜGE

für Lasten und Personen



Elektro-
Züge
150-5000 kg
Tragkraft

Krane
Winden
aller Art



Fr. Schüle & Co.,
Aufzugs- und Hebezeugfabrik
Feldkirchen b. München



Personen- u. Lasten-

AUFZÜGE STAHL

Paternoster

Elektrozüge
R. Stahl, A.-G.
Stuttgart



AUFZÜGE

in moderner Ausführung
mit Treibscheibe oder Seiltrommel
sowie
Feineinstellung
selbsttätig wirkend

UNRUH & LIEBIG
Abt. d. Peniger Maschinenfabr. A.-G.
Leipzig W 31

AUFZÜGE · KRANE TRANSPORTANLAGEN

Gebrüder Weismüller
Frankfurt a/M.-West



BANDSTAHL

gehärtet und ungehärtet
für alle Verwendungszwecke

Federstahl-Industrie
Erich Loewe G. m. b. H., Berlin C19

BLECHWALZWERKE

Duo-, Trio-, Umkehr-Walzwerke
für alle Metalle
bis zu den größten Breiten.
Ueberhebevorrichtungen,
Rolltische,
Platten- und Stangengießformen.

Sundwiger Eisenhütte
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Sundwig, Kreis Iserlohn

BRUNNENBAU

Tiefbohrungen, Rohrfilterbrun-
nen, Wasserwerksbau
Reuther Tiefbau G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof 7



DAMPF-DRUCKVENTIL

auch f. Preßluft, Gas usw., geeig-
net ohne Quecksilber u. ohne Memb.
D. R. P. und Ausl.-Pat. angem.
Robel & Co., München S 5

DAMPFHÄMMER

bis 20000 kg Fallgewicht

Luft-Hämmer,

Rein-
u. dampfhydr.
Schmiede-
pressen,
Akkumulatoren
usw.

Ganze
Walzwerks-
einrichtungen
Adjustage-
maschinen usw.

J. Banning, A.-G., Hamm 1.

DAMPFHÄMMER

„EUMUCO“

Luft-
hämmer
Fall-
hämmer



EUMUCO
Aktiengesellschaft
Maschinenbau
Schlebusch-Manf

KREUSER-

DAMPFHÄMMER

D. R. P.

mit Selbststeuerung
oder Handventil-
steuerung in ein- u.
zweiständiger Aus-
führung für Reck-
und Gesenkarbeiten

Adolf Kreuser
G. m. b. H.
Hamm (Westf.)

Werkstattausföhr.: Wagner & C.
Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H.
Dortmund.

DAMPFMESSE

Gas-, Preßluft-, Wassermesse
mit Schreib- und Zählwerk,
autom. Druckberichtigung
Elektr. Fernübertragung,
Elektrische Rauchgasprüfer

Dr. Martin Böhme
Berlin W 50.

DAMPFMESSE

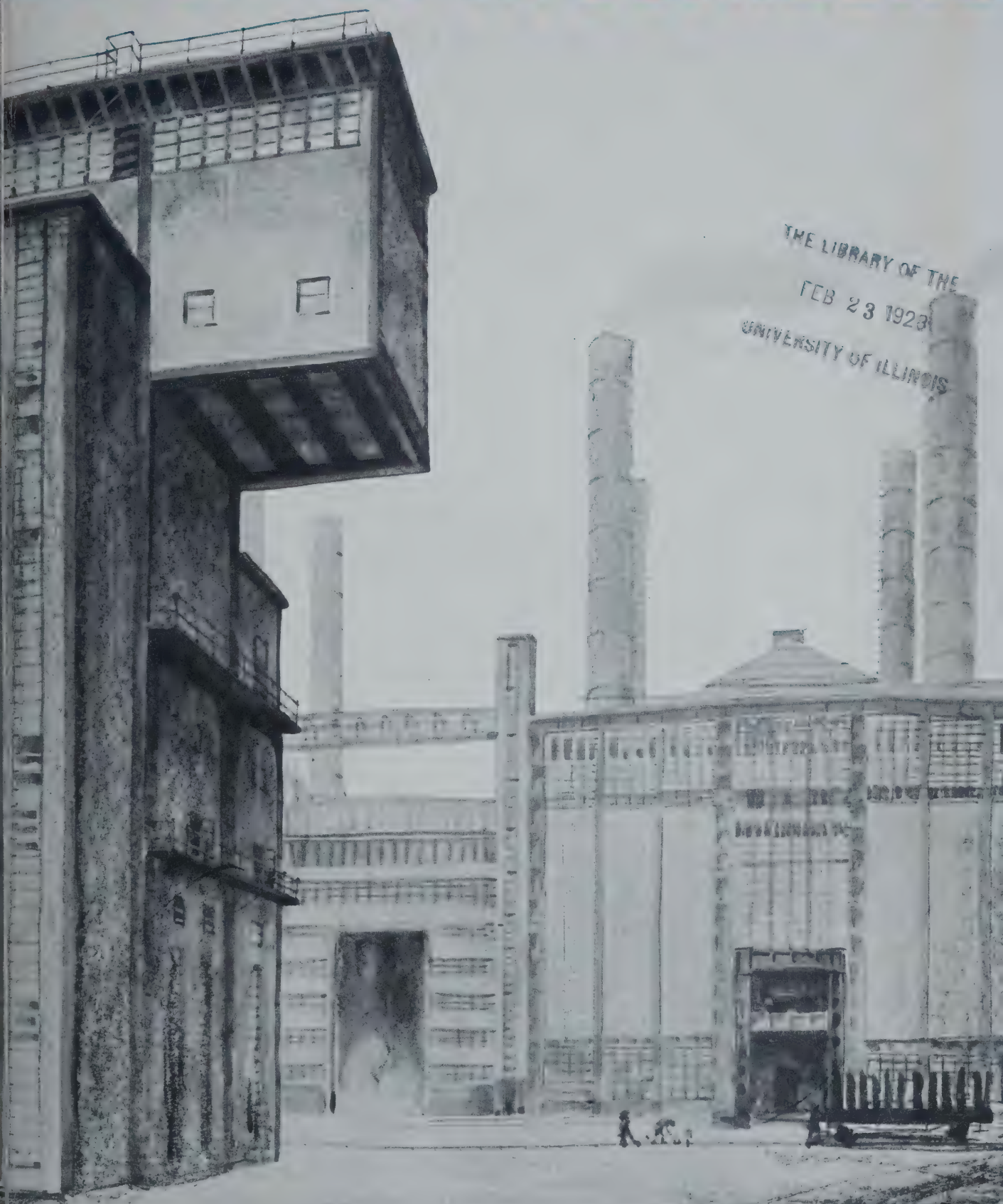
Reuther Dampfuhren,
Venturi-Anzeige, Registrier- und
Summierungsapparate D. R. P.,
elektrische Fernübertragungen,
Kesselspeise-Heißwasser-
messer u. Preßluftmesser.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

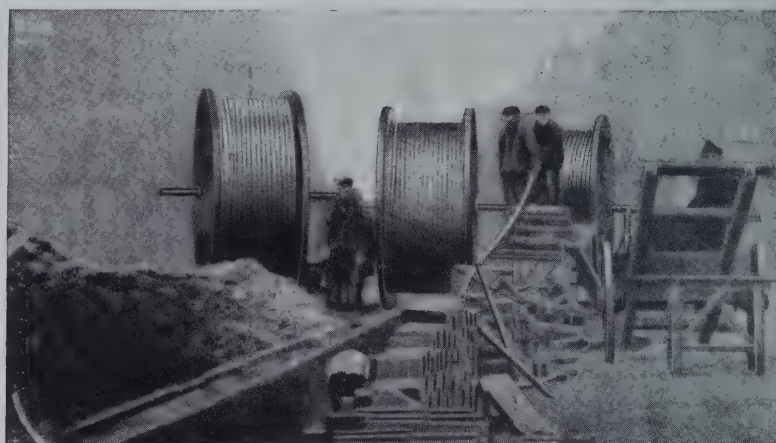
**ZEITSCHRIFT DES VEREINES
DEUTSCHER INGENIEURE**



THE LIBRARY OF THE
FEB 23 1928
UNIVERSITY OF ILLINOIS

BEIHEFT: GROSSKRAFTWERK KLINGENBERG

Kabelanlagen für höchste Spannungen



50 kV – Kabellegung Velsen-Haarlem (Holland)



FELTEN & GUILLEAUME
CARLSWERK
ACTIEN-GESELLSCHAFT
KÖLN-MÜLHEIM

Man verlange Druckschriften über gleiche und ähnliche Anlagen



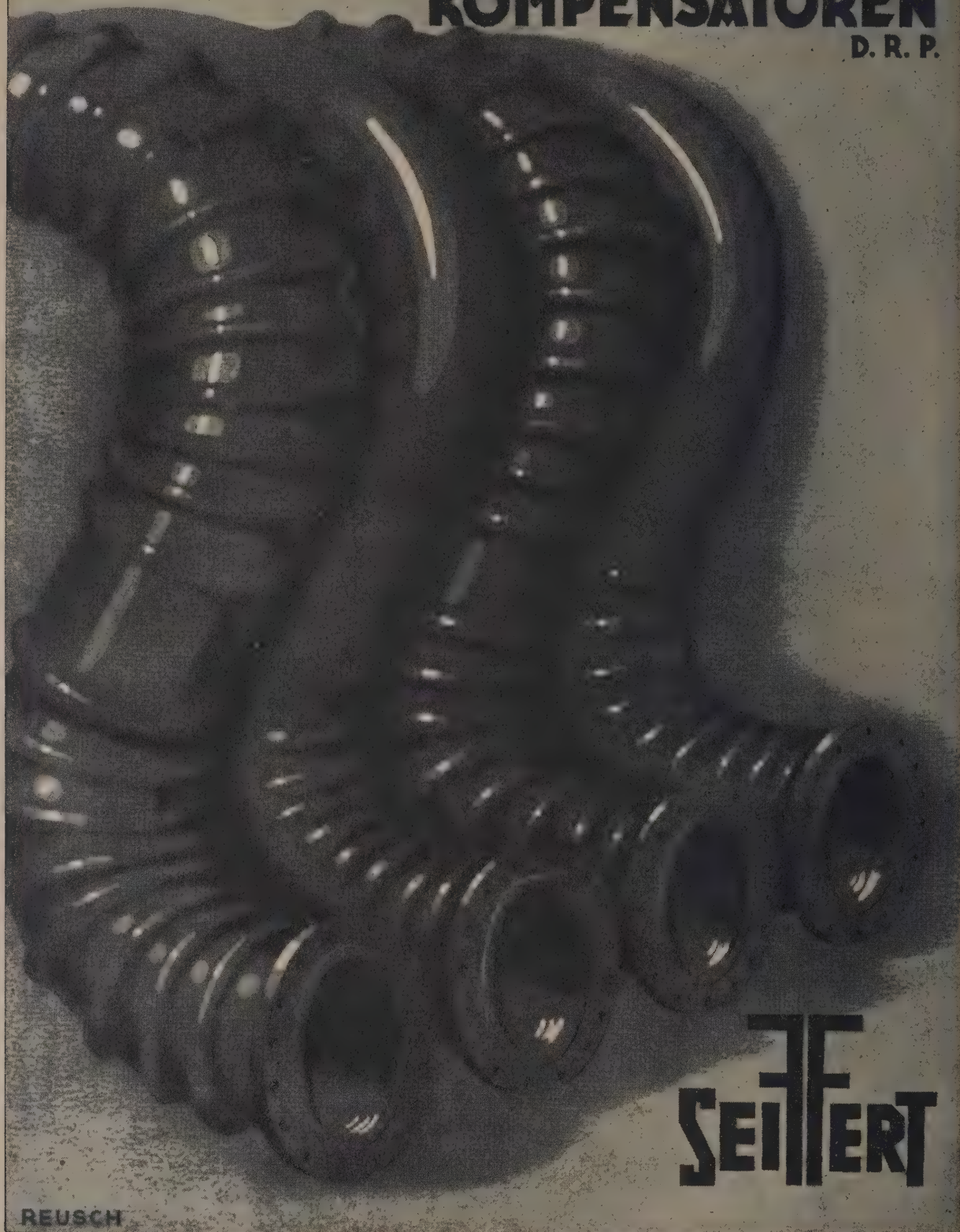
DEMAG AKTIENGESELLSCHAFT

DUISBURG



WELL- UND FALTENROHR- KOMPENSATOREN

D. R. P.



REUSCH

SEIFFERT

FRANZ SEIFFERT u. Co^{AG}

BERLIN C 19

SEIFFERT ARMATUREN



REUSCH

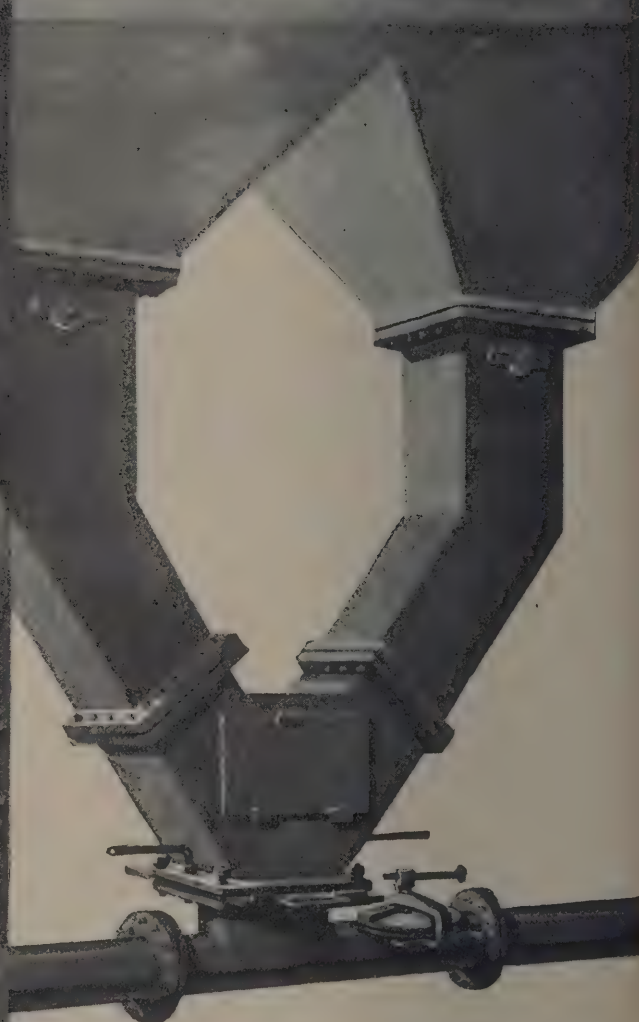
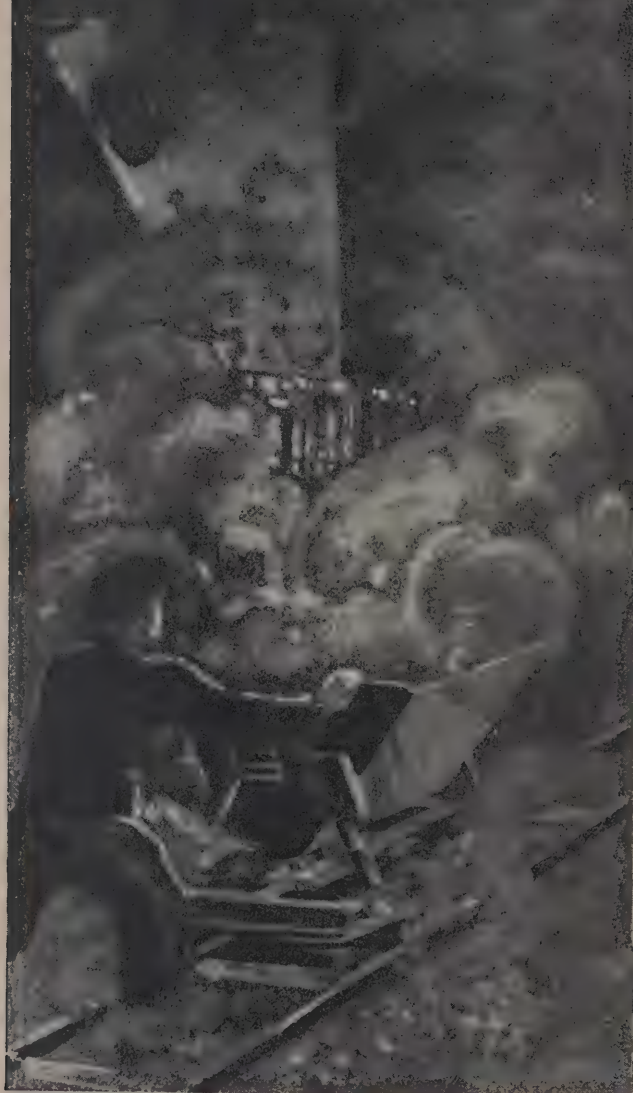
FRANZ SEIFFERT u. Co^{AG}

BERLIN C 19

Hand- Entaschung

Seiffert- Entaschung

mittels Druckwasser
D.R.P. u. Auslandspatente



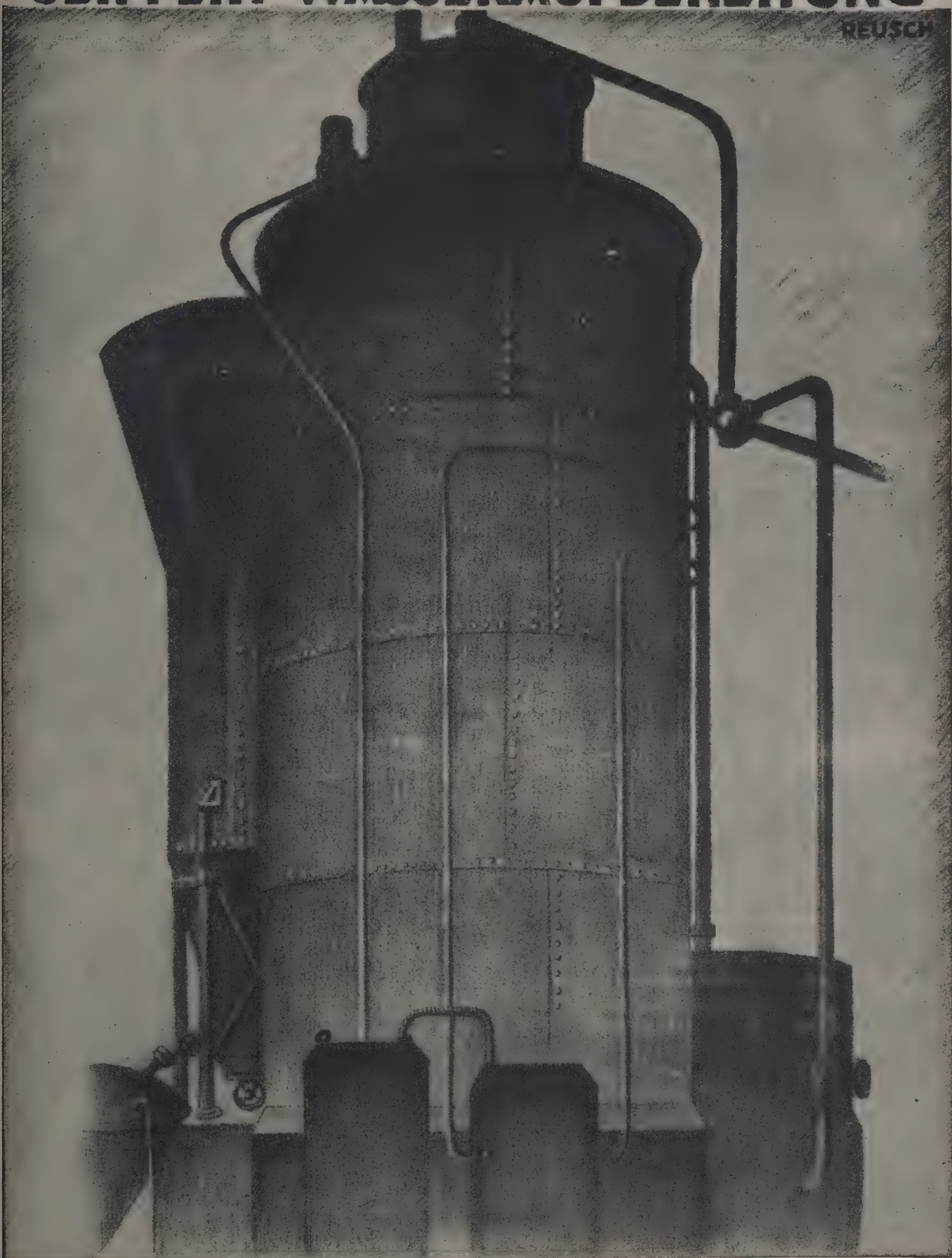
REUSCH

FRANZ SEIFFERT u. Co^{AG}

BERLIN C 19

SEIFFERT WASSERAUFBEREITUNG

REUSCH



FRANZ SEIFFERT u. Co^A G
BERLIN C 19

R

O

T

A

Diese Aufträge

Spinnerei
van Delden & G.
Gronau
i. W.
300 m²
15 atü

Berliner Städt.
Elektr.-Werke
2 Kessel von
je 650 m²
17 atü

Anhaltische
Kohlenwerke
2 Kessel von
je 400 m²
14 atü

Kraftwerk
Artem
U. d. S. S. R.
4 Kessel von
je 1000 m²
30 atü

J. G. Farbe
Industrie A.
Leuna-Werke
3 Kessel von
je 1000 m² Hzfl.
45 atü

Berliner Kindl-
Brauerei A. G.
2 Kessel von
je 200 m²
28 atü

Eschweiler
Bergwerks-Verein
4 Kessel von
je 600 m²
14 atü

Kraftwerk
Zschornowitz
1 Kessel von
1000 m² Hzfl.
16 atü

Kraftwerk
Hirschfelde
1 Kessel von
1000 m²
17 atü

Nachbestellung:
3 Kessel von
je 225 m²
30 atü

Berliner Städt.
Wasserwerke
4 Kessel von
je 220 m²
16 atü

Nachbestellung:
1 Kessel von
1000 m²
10 atü

Nachbestellung:
4 Kessel von
je 200 m²
16 atü

Elektr. Werk
Schulau
2 Kessel von
je 900 m²
Hzfl.
30 atü

Kraftwerk
Klingenberg
4 Kessel von
je 1600 m²
Hzfl.
37 atü

Kraftwerk
Trattendorf
6 Kessel von
je 1000 m²
Hzfl.
16 atü

Anhaltische
Salzwerke
2 Kessel von
je 200 m²
25 atü

KESSELBAU

APPARATEBAU

BEHÄLTERBAU

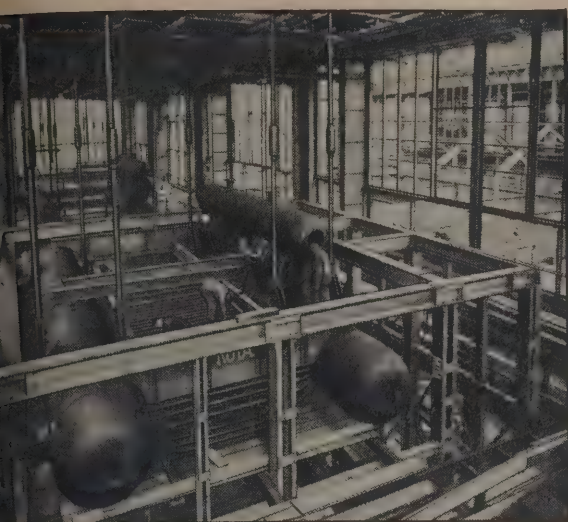
beweisen
die
ständig wachsende
Anerkennung
der

ROTA-KESSEL

ROTA

KESSEL-UND MASCHINENBAU GES. M. B. H.
BERLIN-WITTENAU

Verlangen Sie
Katalog K 11



Die 4 Rota-Kessel im Großkraftwerk Klingenberg während des Zusammenbaues.

4 Kessel von je 1750 m^2 , Betriebsdruck 37 atü, Überhitzung 415° .

7 km Siederohre, 6 km Überhitzerrohre pro Kessel. Wassergehalt eines Kessel 61000 kg, Gewicht eines Kessels 360 t. Höhe der Brennkammer eines jeden Kessels 8 m, Tiefe 6,5 m, Breite 8,5 m. Tägliche Feuerleistung 20000 kg Kohlenstaub.



Aufhänge-Vorrichtung in der Werkstatt

ROTA

KESSELBAU

APPARATEBAU

BEHÄLTERBAU

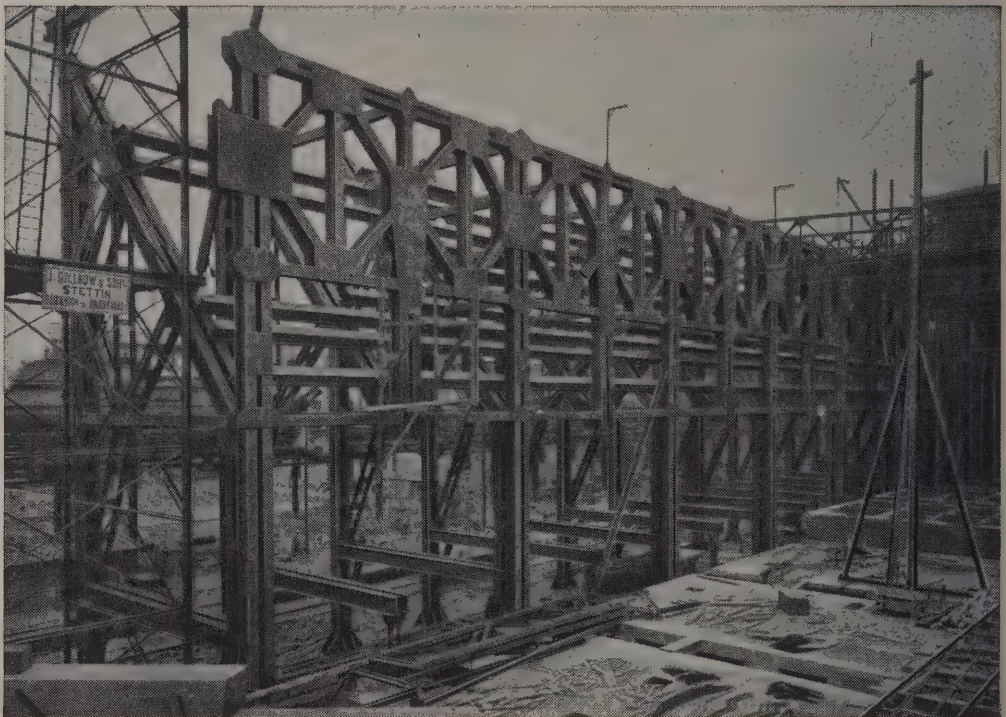
ROTA

KESSEL-UND MASCHINENBAU GES.M.B.H.
BERLIN-WITTENAU

Keine
Konventions-Preise

I. GOLLNOW & SOHN

FABRIKHALLEN
BAHNHOFSHALLEN
STOCKWERKBÄUTEN



Bunker- und Kesselhäuser für die Badische Anilin- und Sodafabrik
Gesamtgewicht rd. 3700 to.

FESTE BRÜCKEN
BEWEGLICHE BRÜCKEN

STETTIN

ORENSTEIN & KOPPEL

AKTIENGESELLSCHAFT
BERLIN S.W. 61

**GROSSRAUM-
SATTELWAGEN**
FÜR TRAGFÄHIGKEIT BIS 60 TONNEN
UND INHALT BIS 92 cbm

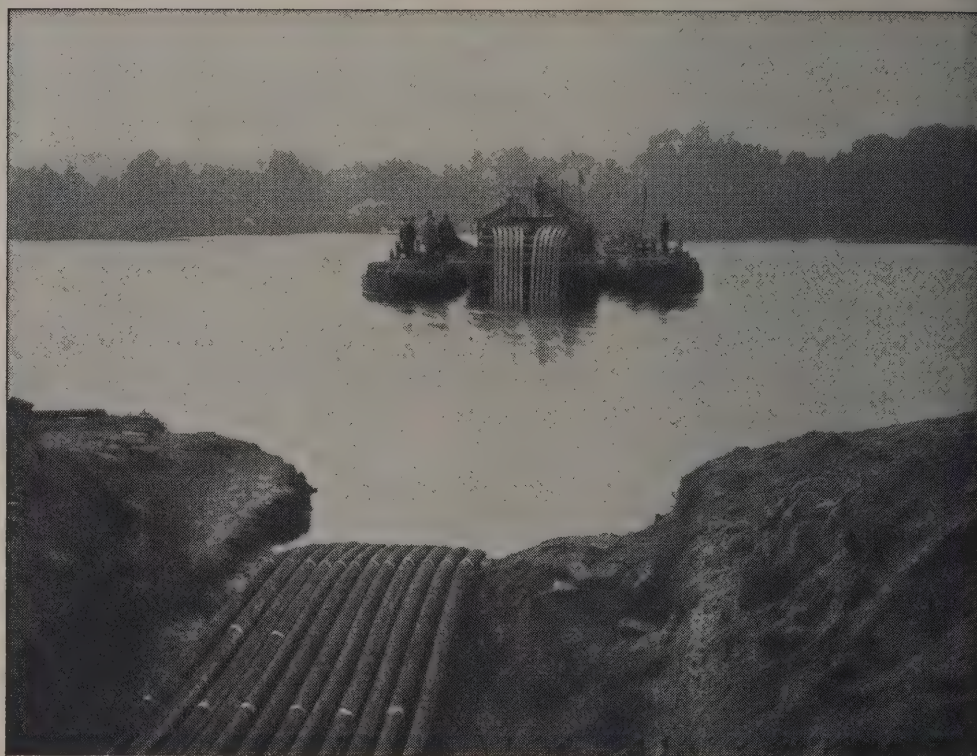


**Kohlenentladeanlage auf dem
Großkraftwerk Klingenberg**

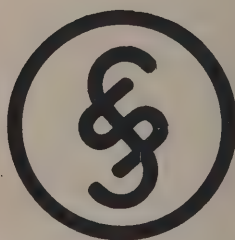
Die Entladung eines Zuges von
20 Großraum-Sattelwagen er-
folgt durch 1 Mann innerhalb
2-3 Minuten



HÖCHSTSPANNUNGS KABEL

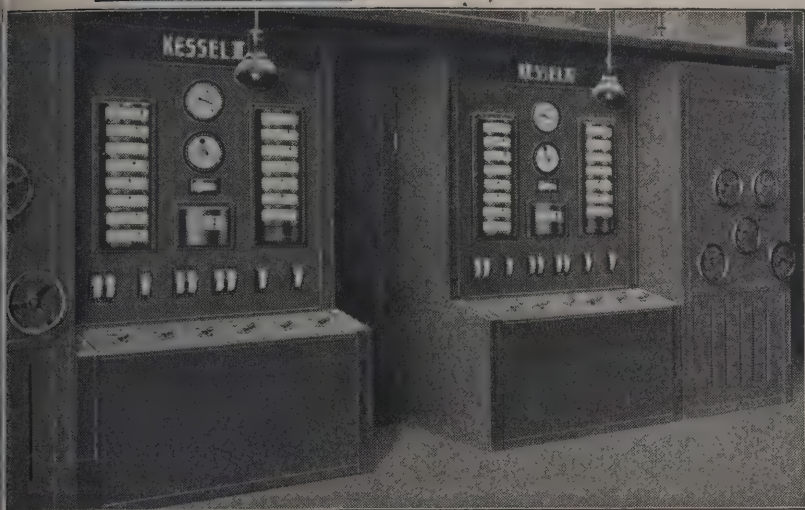


VERLEGUNG VON 30000
VOLT-FLUSSKABELN DURCH DIE
SPREE FÜR DAS GROSSKRAFT-
WERK KLINGENBERG



**SIEMENS-
SCHUCKERT**

Die wärmewirtschaftliche Überwachung im Großkraftwerk Klingenberg,



Kesselwarte im Großkraftwerk Klingenberg. Sämtliche für einen Kessel erforderlichen Bedienungsinstrumente zu je einem Kesselschild zusammengefaßt.

diesem mit großen Maschinen und Kesseleinheiten, Kohlenstaubbunkern usw. ausgestatteten modernen Kraftwerk, war unbedingte Notwendigkeit. Dieser Tatsache Rechnung tragend, wurde eine ganze Reihe neuzeitlicher wärmetechnischer Meßgeräte vorgesehen und an allen wärmewirtschaftlich wichtigen Stellen des Werkes eingebaut. Die Überwachung erfolgt zum großen Teil

durch wärmetechnische Geräte der Siemens & Halske Akt.-Ges.

W i r h a b e n g e l i e f e r t :

Temperatur-Meßgeräte zum Messen der verschiedensten Temperaturen, z.B. von Speisewasser, Dampf, Abgasen, Kühlwasser, Kühlluft, Lageröl usw.

Meßanlagen mit Gefahrmeldeeinrichtungen zum Überwachen der Temperaturen in den Kohlenstaubbunkern.

Rauchgasprüfer zur Untersuchung der Abgase auf ihren CO_2 - und $\text{CO} + \text{H}_2$ -Gehalt.

Ardometer zum Feststellen der Temperaturen in den Brennkammern der Kesselfeuerungen.

Zug- und Druckmesser.

Dampf- und Wassermesser.

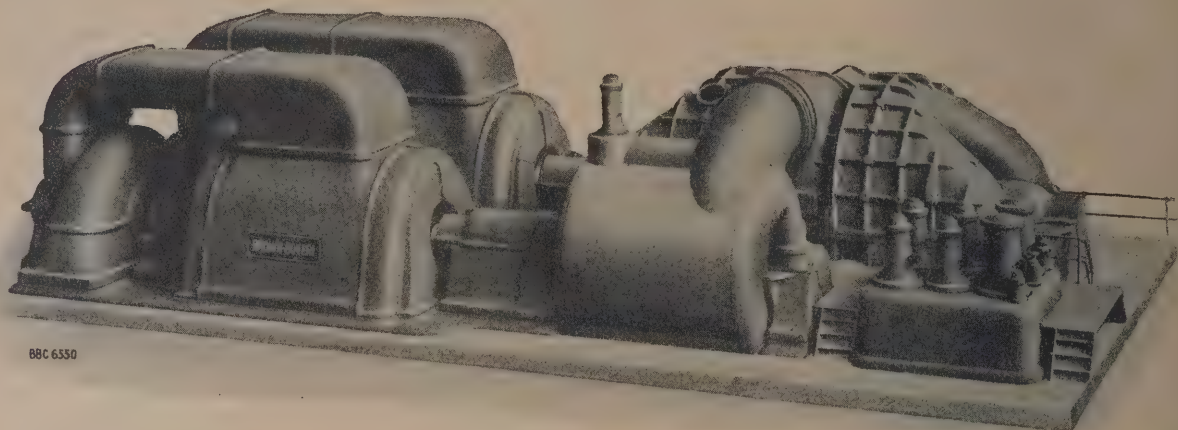
Sechsfarbenscheiber zur gleichzeitigen laufenden Aufzeichnung von sechs verschiedenen Betriebsvorgängen.

Elektrische Kommandoanlagen mit selbsttätiger Rückmeldung für die Kesselbedienung.

SIEMENS & HALSKE A.-G.
Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt



BROWN BOVERI-Großturbinen für Kraftwerke als Mehrzylinder-Typen erreichen Wirkungsgrade von mehr als **86%**

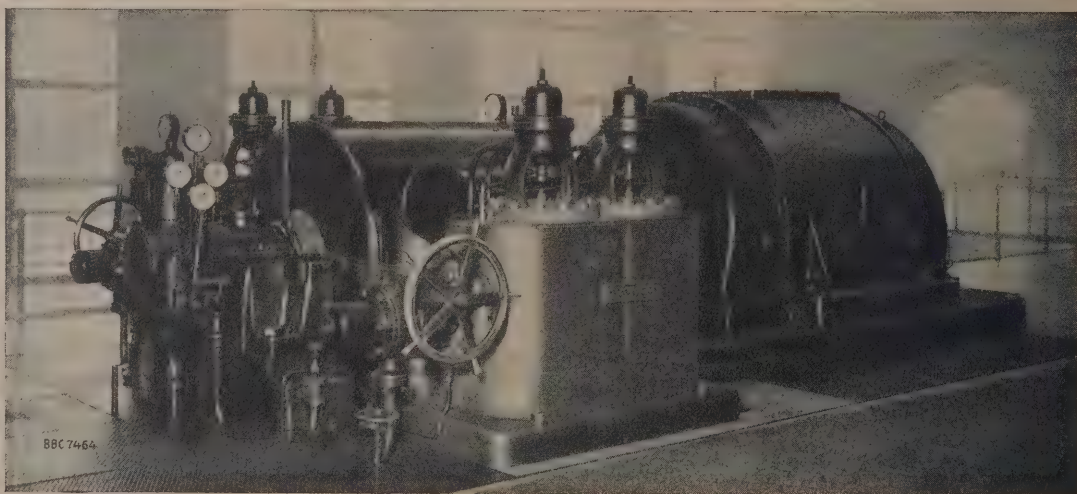


Modell der im Bau befindlichen 160 000-kW-Turbogruppe für die Zentrale Hell Gate der United Electric Light & Power Co., New York

61 Mehrzylinder-Turbosätze mit Leistungen über **10000 kW**
1400 000 kW Gesamtleistung im Bau und Betrieb

BROWN BOVERI-Hochdruckturbinen und Vorschaltturbinen

Erhöhte Leistung und verbesserte Wirtschaftlichkeit in vorhandenen Kraftwerken unter Beibehaltung der Niederdruckkesselanlage



5500kW-Vorschalt-Hochdruckturbine des Kraftwerkes Berlin-Charlottenburg, 33 ata, 400° C, 14 ata

33 Turbosätze mit **250 000 kW** Gesamtleistung
für Drücke von 30 bis **100 ata** im Bau und im Betrieb.

BROWN BOVERI-Großtransformatoren

für Freiluft- und Innenaufstellung

Betriebssicher

Im Bau befindlich:

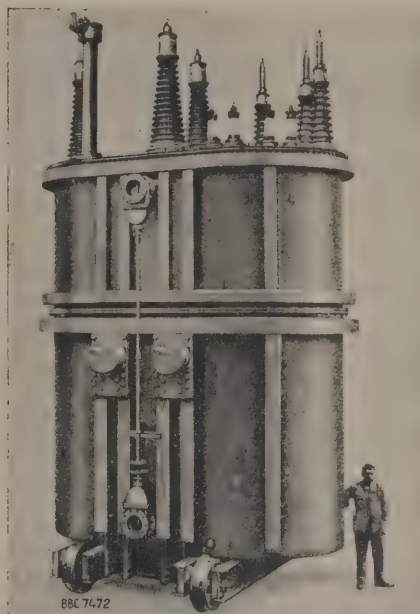
Transformatoren ohne
geerdeten Nullpunkt
für Freiluftaufstellung

für **236 000 Volt**

bei Vollast

und **260 000 Volt**

bei Leerlauf



Einphasen-Dreispannungstransformator

Leistung: 2×11000 kVA, Übersetzung: 15445 - 15000 - 14555/132000/66000 Volt, $16\frac{2}{3}$ Per.

Kurzschlußsicher

4 Stück geliefert



Die größten Transformatoren der Welt nach Abmessungen und Gewicht von Kern u. Wicklungen. Durch Hinzufügen einer dritten Säule ohne weiteres ausführbar als

100 000 kVA

Drehstrom-Transformator
50 Per.

BROWN BOVERI-Schaltanlagen

Schnellregler - Parallelschaltapparate - Überstromschutzregler



Bad. Landeselekt.-Versorgung (Badenwerk): Umspannwerk Rheinau 100/20 kV.

Ölschalter mit Vielfachunterbrechung und Solenoidkontakten sind den größten Beanspruchungen gewachsen.

Im Bau: Schalter für Innen- und Freiluftaufstellung für Spannungen bis **220 000 Volt.**

LOPULCO

KOHLENSTAUBFEUERUNGEN IM

GROSSKRAFTWERK-KLINGENBERG

BERLIN-RUMMELSBURG

DER



AUFBAU

KOHLENSCHIEDUNGs

GESELLSCHAFT MBH

BERLIN

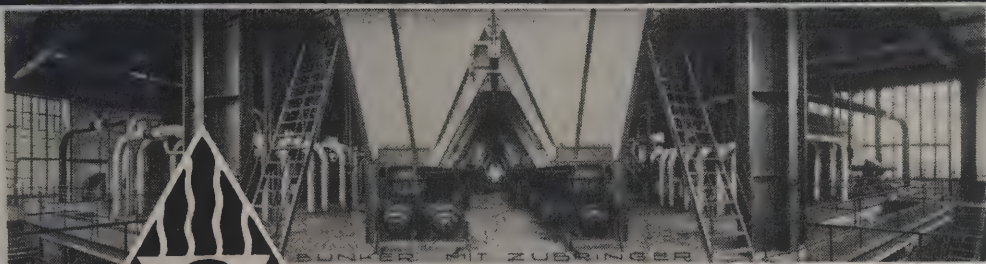
NÄHERE DRUCKSACHE 298

LOPULCO

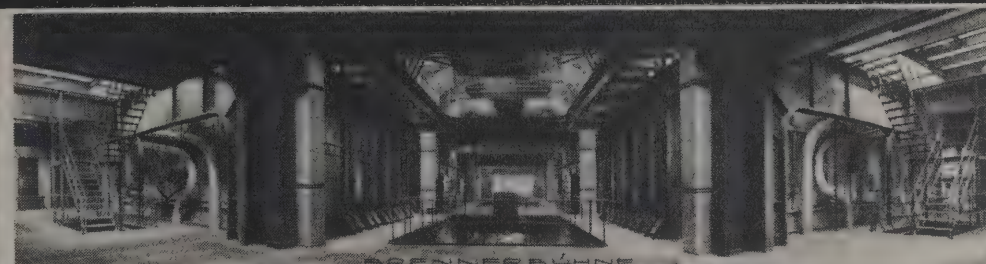
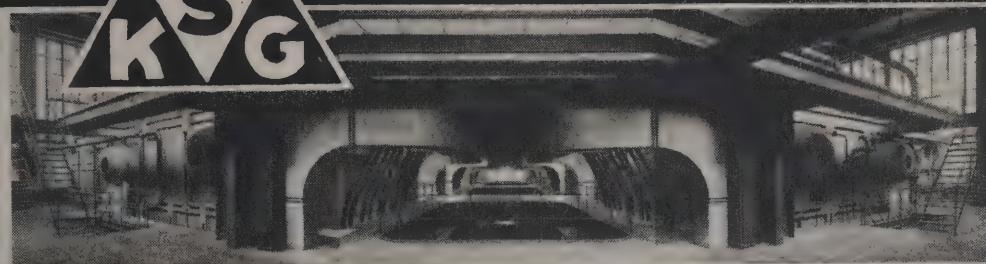
KOHLENSTAUBFEUERUNGEN IM

GROSSKRAFTWERK-KLINGENBERG

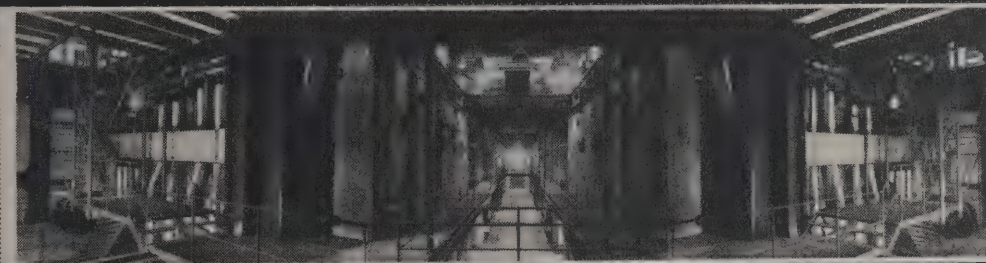
BERLIN-RUMMELSBURG



BUNKER MIT ZUBRINGER



DRUCKKAMMER



KOHLENSCHIEDUNG

GESELLSCHAFT MBH

BERLIN

NAHERES DRUCKSACHE 29E

HUMBOLDT

Abteilung

ERZE

liefert:

**Naßmechanische,
elektromagnetische und Schwimm-
aufbereitungsanlagen**
für Erze und Mineralien aller Art

★

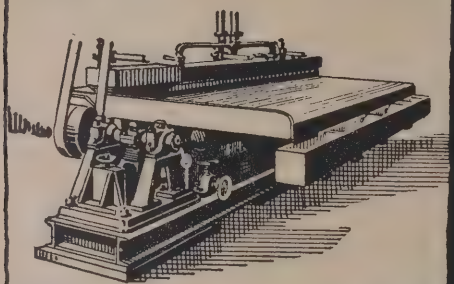
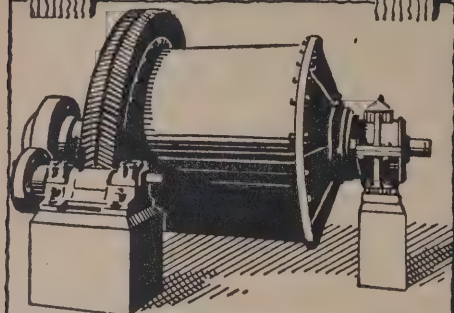
Metallrückgewinnungsanlagen
für Zinkhütten und Metallgießereien

★

Erzzerkleinerungsanlagen

★

**Misch- und Probenahme-
anlagen**
in vollendetster Ausführung



KÖLN — KALK

HUMBOLDT

Abteilung

KOHLE

liefert:

Vollständige
Kohlen-Siebereien und Wäschen

★

Kohlen-Zerkleinerungs- und
Mischanlagen

★

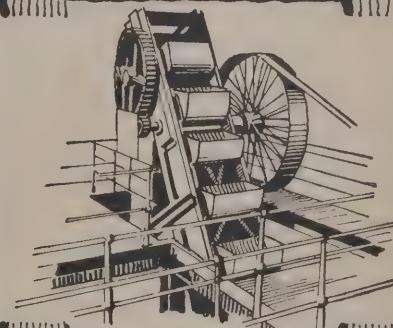
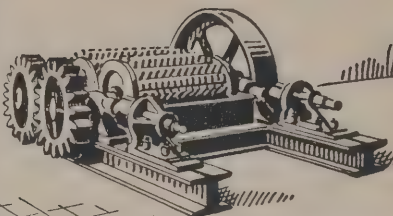
Koks-Ausdrück- und Planier-
maschinen

★

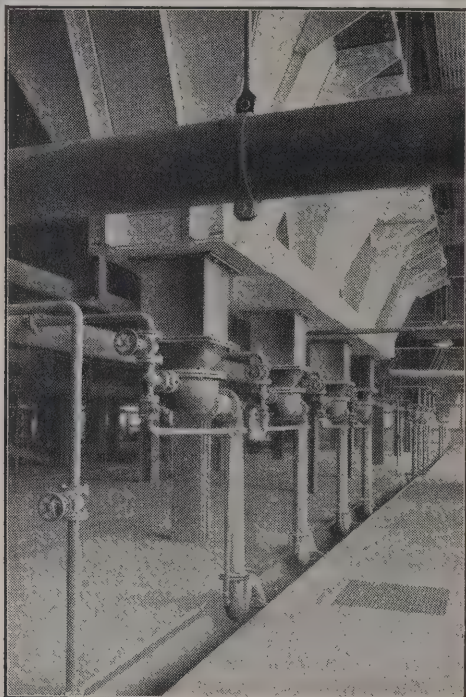
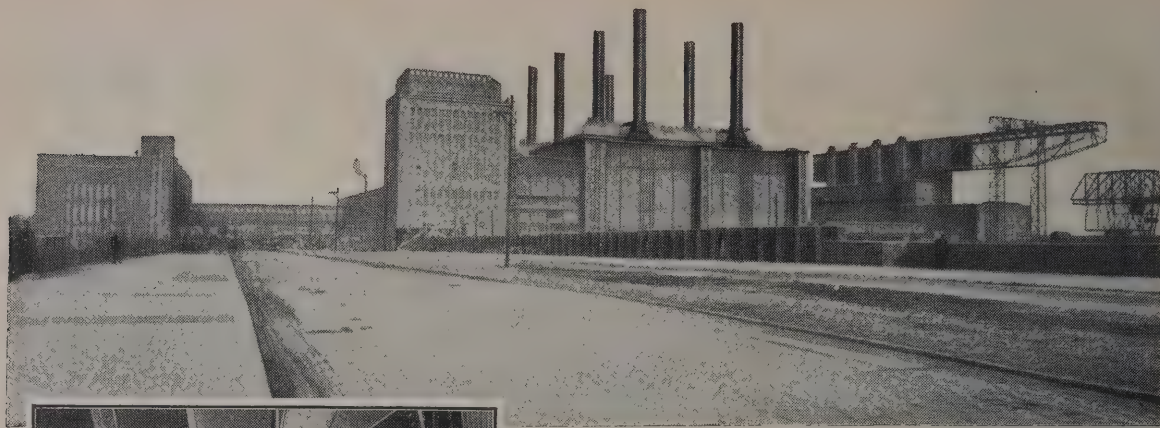
Koks-Lösch-, Verlade-, Brech-
und Sieberei-Anlagen

★

Aschenwäschen



KÖLN — KALK



Blick in den Aschenkeller

Schicken Sie uns Skizzen Ihres Kesselhauses;
wir machen Ihnen unverbindlich Vorschläge
zur Verbilligung Ihres Betriebes!

Nachbestellungen für das Großkraftwerk Klingenberg

Ebenso wie eine Reihe anderer Kraftwerk
wurde auch das Grosskraftwerk Klingenberg
mit der Wasserspül-Entaschung *Patent Rothstein*
ausgerüstet.

Nach der probeweisen Ausrüstung dreier Kessel
wurden kurz hintereinander drei Nachbestellungen
erteilt, sodaß jetzt insgesamt 16 Kessel von
1600 qm Heizfläche mit zusammen 64 Spülapparate
von uns ausgerüstet sind.

Die Entaschung *Patent Rothstein* läßt sich ebenso
unter neuen oder alten, unter großen oder kleinen
Kesseln einbauen — überall wird der Betrieb dadurch
bedeutend vereinfacht und verbilligt, und der
Aschenkeller wird so sauber wie das Maschinenhaus.

Verlangen Sie diese
Drucksache!

Anton Rothstein

Gesellschaft für zeitgemäße Kesselhaus-Einrichtung m. b. H.
Leipzig-Lindenau

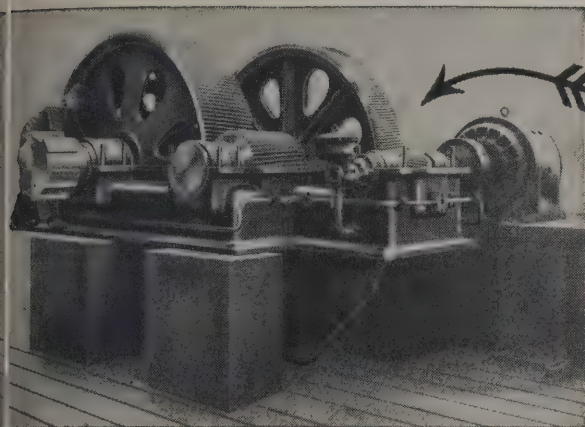
Vertreter in:

Berlin, Bremen, Breslau, Düsseldorf, Frankfurt a. M., Görlitz, Hamburg,
Hannover, Kassel, Magdeburg, Mannheim, München, Stettin, Amsterdam,
Brünn, Brüssel, Kopenhagen, Paris, Stockholm, Wien, Tokio



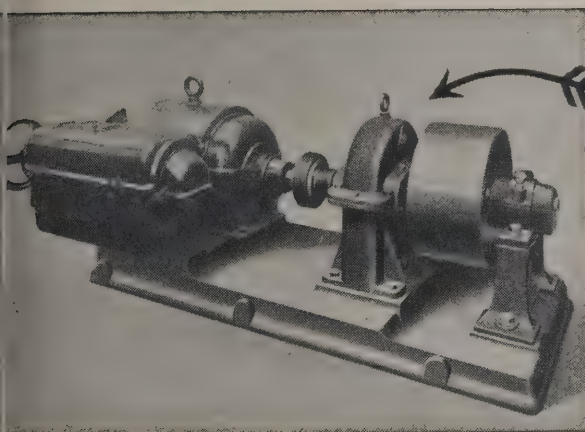
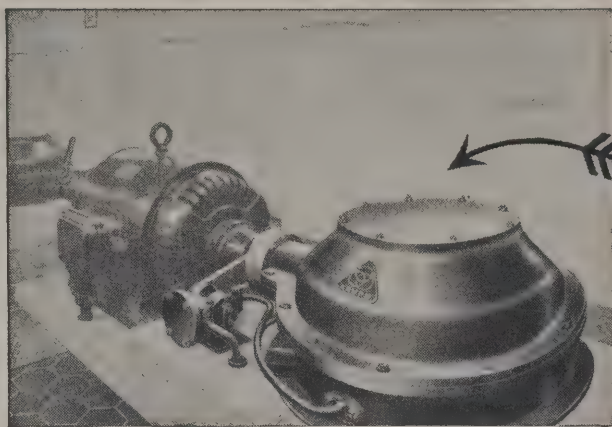
**Die
Wasserspül-Entaschung
Patent Rothstein**
ist allein zugleich einfach, staubfrei, billig und zuverlässig

Krupp-Getriebe



Zahnradgetriebe
zwischen Motor und
Rohrmühle
 $N=1500\text{ Ps}$ $n=825/21$

Kegelradgetriebe
zwischen Motor und
senkrechter Kreiselpumpe
 $N=125\text{ Ps}$ $n=970/237$



Reibradgetriebe
zwischen Motor und
Riemenscheibe
 $N=12\text{ Ps}$ $n=4/1$

Verlangen Sie bitte unsere Druckschriften ZKR 11



KRUPP



Teilansicht der Kruppwerke in Essen

Eisen- und Stahlsorten

Schnelldrehstahle für höchste Leistungen / Werkzeugmetall „Widia“ zur Bearbeitung von Materialien, die bisher nur geschliffen werden konnten / Werkzeugstahle, legiert und unlegiert / Gesenkstahle / Vollbohrstahl und Hohlbohrstahl für alle Gesteinsarten / Stoßbohrmeißel und Exzenterbohrmeißel für Tiefbohrungen / Walzstopfen und Ziehkerne für Röhrenwerke / Baustahle für Vergütung und Einsatzhärtung zur Verwendung im allgemeinen Maschinenbau, im Kraftwagen- und Flugzeugbau / Magnetstahle mit höchster Koerzitivkraft / Säure- und rostwiderstandsfähige Stahle / Nitrierstahl / Mangan-Hartstahl / Walzdraht in Sonder- und Schnelldrehstahlqualität.



Anfragen erbeten an:

KRUPP

551

Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen, Verkaufsabteilung II



Nahtlos hohlgeschmiedete Kesseltrommel aus Kruppschem Sondernickelstahl — roh und fertiggearbeitet.
Die fertige Trommel wiegt 32 t bei einer Länge von 10,2 m

Nahtlos geschmiedete Hohlkörper

Wir liefern nahtlos geschmiedete Hohlkörper als offene Kesselschüsse oder Trommeln mit gekümpelten Enden, insbesondere für Hochdruckdampfessel, Wasserabscheider, Akkumulatoren und Gefäße für die chemische Industrie. Die Hohlkörper erreichen je nach Durchmesser und Wandstärke Längen bis zu 20 m. Der Werkstoff ist Flußstahl oder legierter Stahl. Für sehr hohe Anforderungen empfehlen wir Kruppsche Sondernickelstähle wegen ihrer vorzüglichen Festigkeitseigenschaften in kaltem und warmem Zustand und ihrer Unempfindlichkeit gegen Alterung und Rekristallisierung.



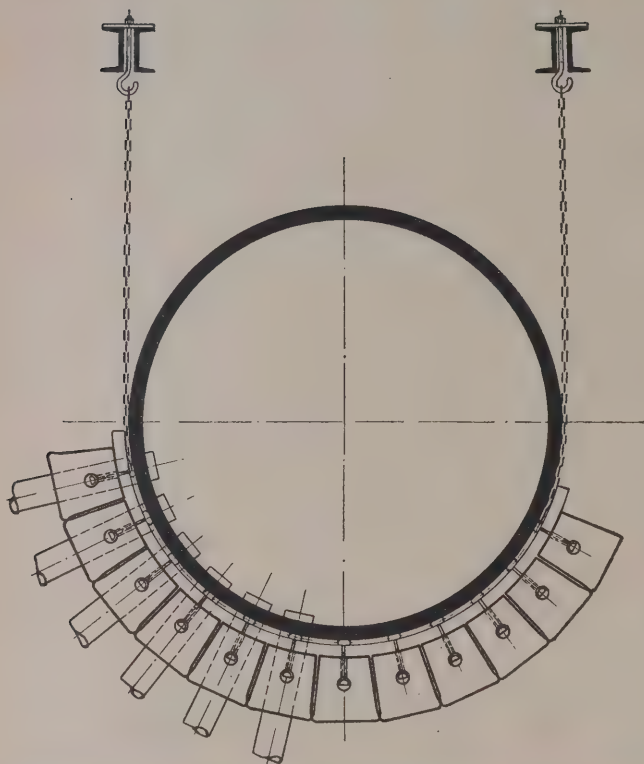
Anfragen erbeten an:

KRUPP

562

Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen, Verkaufsabteilung II

STEINMÜLLER STEILROHR-

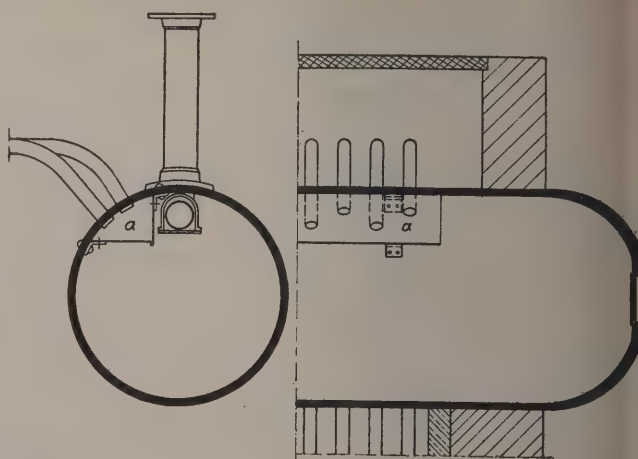


Schutz der Obertrommeln

von Hochdruckkesseln gegen die Einwirkung der Gase durch kreisförmige Hängedecken, die ähnlich wie die Hängedecken für Wanderroste gebaut sind (D. R. P. ang., Auslandspatente). Aufhängung der Hängedecken an Ketten, vermittelst deren die Decken leicht herabgelassen werden können. Einzig Konstruktion, die einen guten Trommelschutz und zugleich eine gute Zugänglichkeit gewährleistet.

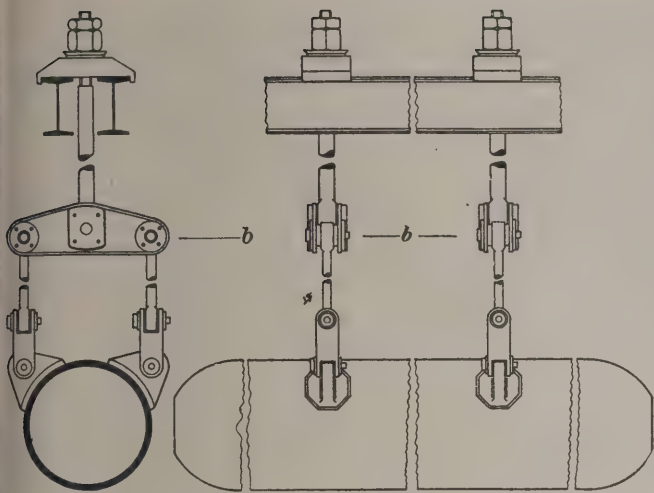
Beschaffenheit des Dampfes

Dampfentwässerung mittelst an beiden Seiten offenen Prallkastens *a* im Dampfraum des hinteren Oberkessels (D. R. P. u. Auslandspatente). Durch diese Dampfentwässerung wird erreicht, daß der im Steinmüller-Steilrohrkessel erzeugte Dampf noch trockener ist, als bei normalen Schrägrohrkesseln.



L. & C. STEINMÜLLER

KESSEL-EINZELHEITEN

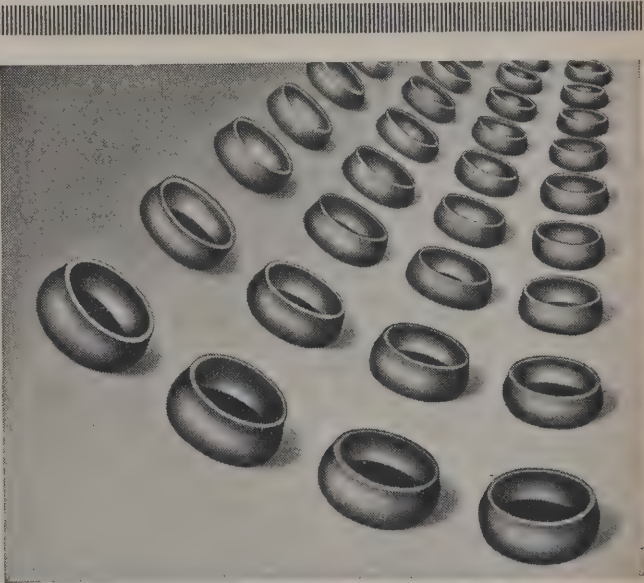


Hohe Elastizität des Gesamtsystems

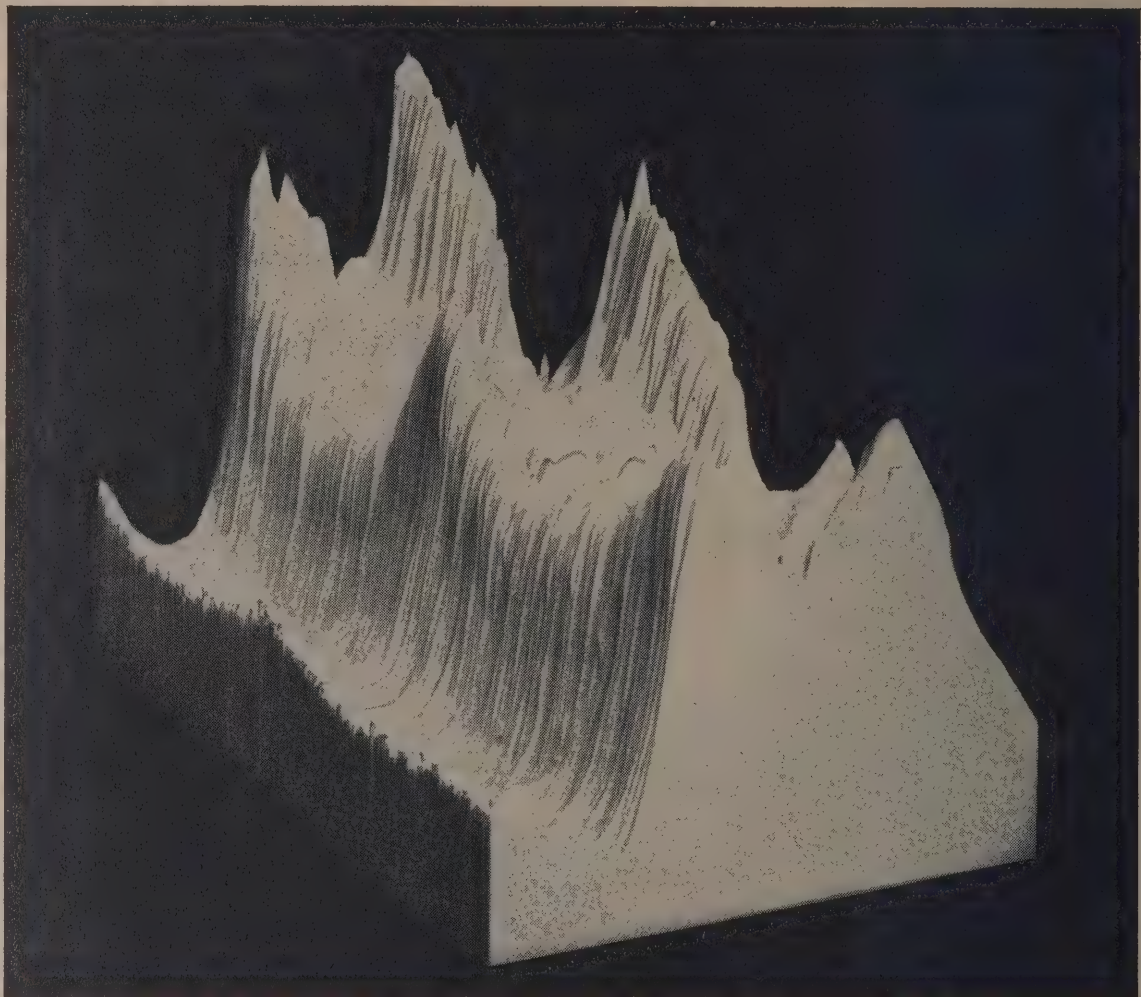
Aufhängung von Großkesseln mittelst Wagebalkens *b*. Gleichmäßige Beanspruchung aller tragenden Teile. Bei starrer Aufhängung praktisch kein gleichmäßiges Tragen von 4 Trageisen möglich, infolgedessen zusätzliche Beanspruchungen, die sich auch auf die Rohreinwalzstellen übertragen (D. R. P. u. Auslandspatente). Bei Hochdruckkesseln lange Rohre und große Rohrteilung in Richtung Trommelachse.

Befestigung der Rohre

Erhöhte Sicherung der Rohre mittelst Kugelwalze. Schonung der Trommelwandungen (D. R. P.). Bei Hochdruckkesseln werden die Rohrenden nach besonderem, zum Patent angemeldetem Verfahren zugerichtet, weil dickwandige Rohre hoher Festigkeit leicht aufreißen.



M A N



SPITZENDECKUNG

von Großkraftwerken durch Dampfkraftanlagen mit Speicherbetrieb oder Großdieselmotoren. Jahrzehntelange Erfahrungen im Wärmemaschinenbau – über 5½ Millionen PSe geliefert. Einzelheiten siehe Sonderdrucksache V. D. Reihe 60.

Obiges Bild stellt ein Belastungsgebirge der Berliner Städt. Elektrizitätswerke A. G. dar. (E. T. Z. 1927/46, Seite 1683.)

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERGAG

Lauchhammer

Behälterbau



Tankanlage in Dresden für 5000 cbm Inhalt

Behälter und Kessel jeder Art

In Verbindung mit Rohrschlangen und
Heiz- bzw. Kühleinrichtungen

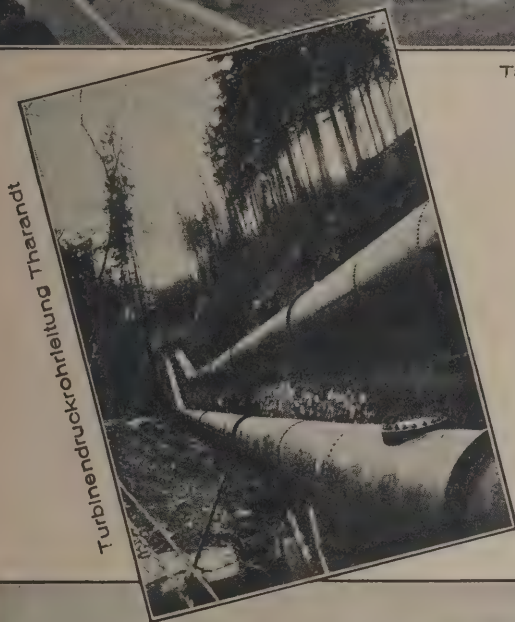
Tankanlagen, Bunkeranlagen, Trans-
portkessel, Druckluftkessel, Hochbe-
hälter, Lagerbehälter, Sammelgefäße,
Transformatorenkästen, Gießpfannen,
Begichtungskübel, Chargiermulden

Rohrleitungen

Hochdruckrohrleitungen, Wasser-
leitungen, Gas- und Wind-
rohrleitungen bis zu den
größten Durchmessern,
sowie Rohre und Rohr-
formstücke

Apparate und Gefäße

für die chemische und
verwandten Industrien mit
eingebauten Rührwerken,
Kochkesseln, Abdampf-
kondensatoren

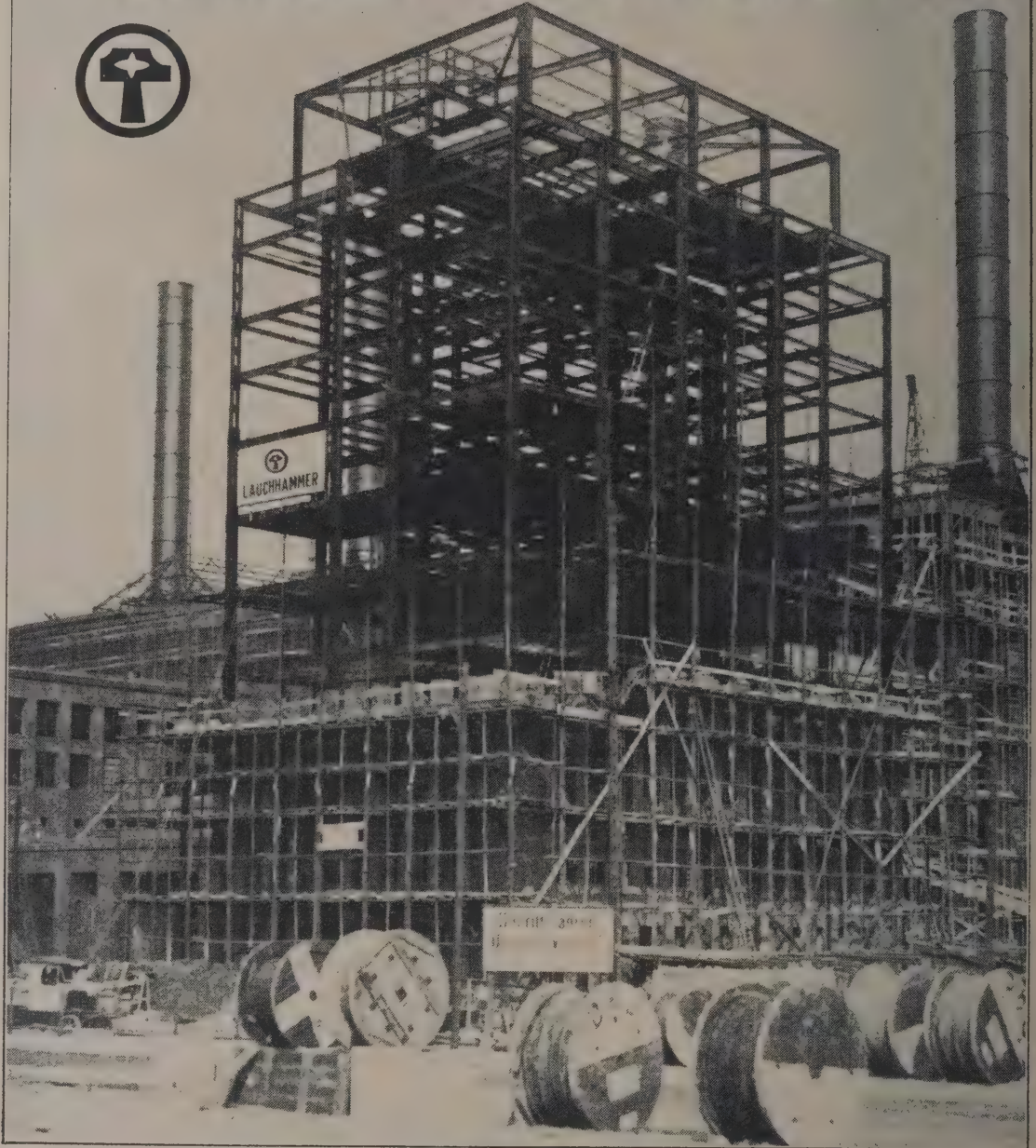


Bejutete und asphaltierte Benzinbehälter für Straßen
tankstellen von 1000 und 2000 Liter Inhalt

MITTELDEUTSCHE STAHLWERKE A.G.
LAUCHHAMMERWERK · RIESA a. d. ELBE

Lauchhammer

EISENHOCH-UND BRÜCKENBAU



Für das **GROSSKRAFTWERK KLINGENBERG**
 lieferten wir als führende Firma die gesamten Eisenkonstruktionen für die Turbinenhalle einschließlich der Pumpenhäuser und
 der Vorwärmanlage. Ferner bauten wir u. a. auch das 42,6 m hohe, in Rahmenkonstruktion durchgebildete

HOCHHAUS KLINGENBERG

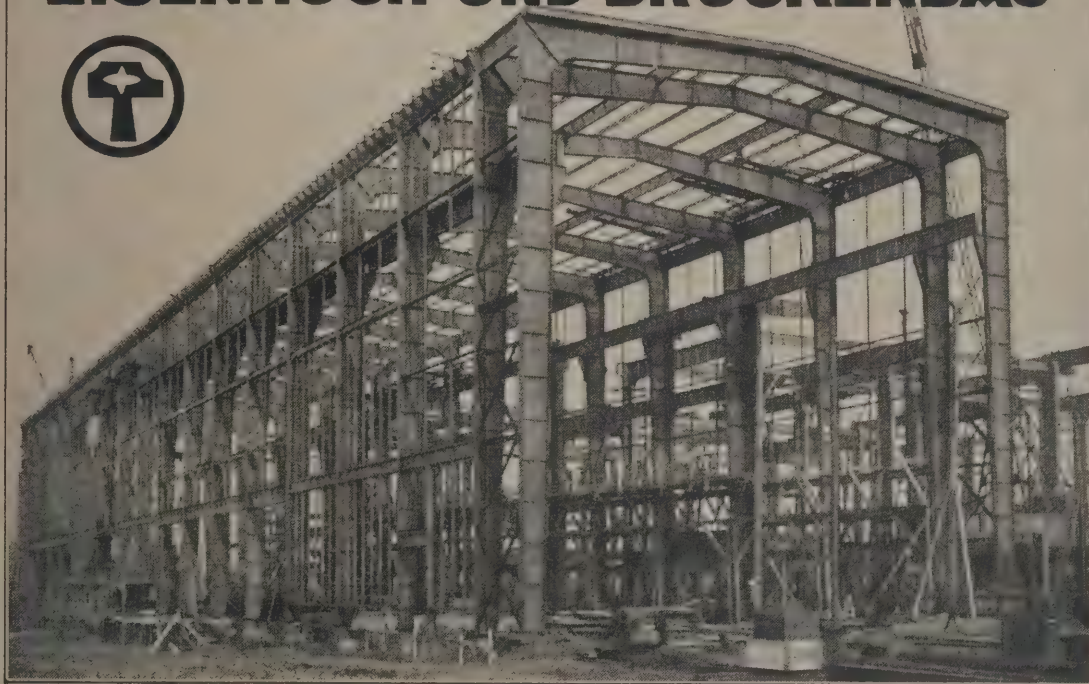
(Verwaltungsgebäude) siehe Abb.

MITTELDEUTSCHE STAHLWERKE A.G.

Lauchhammerwerk **LAUCHHAMMER** Provinz Sachsen

Lauchhammer

EISENHOCH-UND BRÜCKENBAU



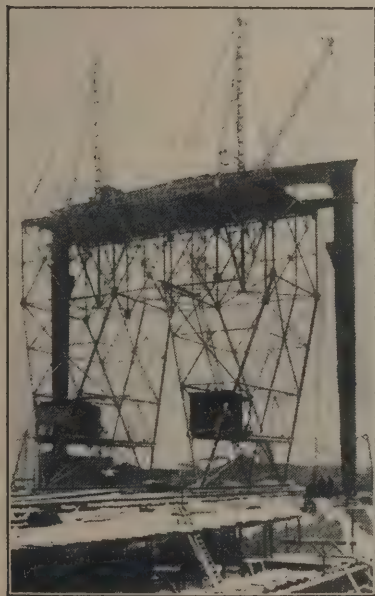
Für das

GROSSKRAFTWERK KLINGENBERG

lieferten wir als führende Firma die gesamten Eisenkonstruktionen für die Turbinenhalle, die Pumpenhäuser, die Vorwärmanlage und das Hochhaus (Verwaltungsgebäude). Die obige Abbildung zeigt die 141,6 m lange und 24,8 m breite

TURBINENHALLE

aus vollwandigen Zwelgelenkrahmen. In dieser ist eine auf Konsolen der Rahmenstiele aufgelagerte Kranbahn für zwei Krane von je 40 t Tragkraft vorgesehen. Mit Hilfe des nebenstehend abgebildeten fahrbaren Montagekranes ist die gesamte Eisenkonstruktion der Turbinenhalle von ca. 2000 t in der überaus kurzen Zeit von 21 Tagen errichtet worden.



Kostenlose Beratung durch Spezialingenieure steht für alle Sonderfälle zur Verfügung

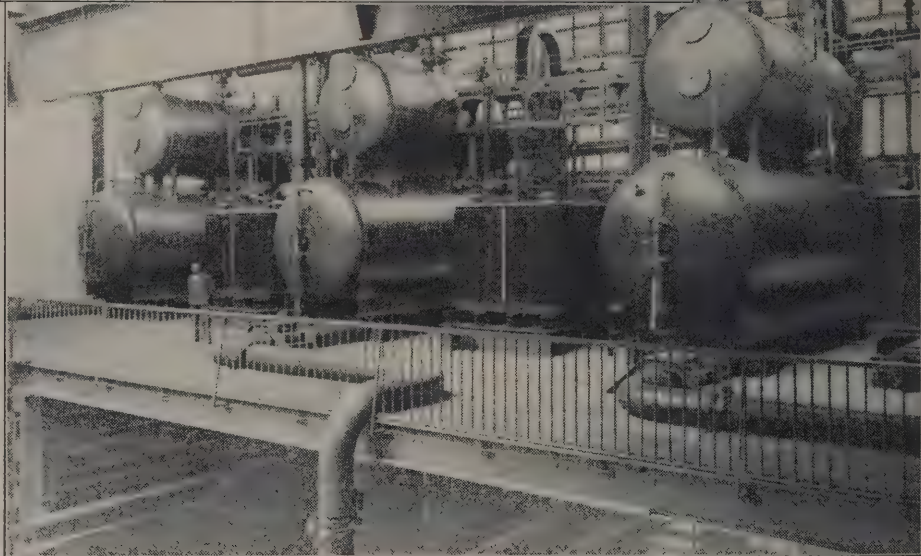
MITTELDEUTSCHE STAHLWERKE A.G.
Lauchhammerwerk **LAUCHHAMMER** Provinz Sachsen

Balcke- Kessel-Speisewasser- Anlagen



Verdampfer- Anlage

für 120 to Destillat
täglich mit
Hochdruck-
Vorwärmern
für 30 at
Betriebsdruck



Großraum- Misch- Vorwärmer- Anlage

für 21 600 to
Speisewasser
täglich mit

Balcke-Gasschutz

MASCHINENBAU - AKTIENGESELLSCHAFT

BALCKE BOCHUM
APPARATEBAU:
NEUBECKUM
PUMPENFABRIK:
FRANKENTHAL/PFALZ

FERNRUF: 4600-4607 ... DRAHTANSCHRIFT „CONDENSATION“

15803

DEMAG

Verladeanlagen auf dem Großkraftwerk Klingenberg

Großkraftwerke, die ihren elektrischen Strom mit Hilfe von Dampfkraft erzeugen, bedürfen zum Heranschaffen der ungeheuren Kohlenmengen leistungsfähiger und betriebssicherer Hilfsmittel, da das Versagen der Kohlenzufuhr den Betrieb des Kraftwerkes unterbindet und damit unabsehbare Folgen für die auf diese Kraftquellen angewiesene Umgebung nach sich zieht. Diese Hilfsmittel sollen einerseits so ausgebildet sein, daß sie die Kohle von ankommenden Schiffen oder Eisenbahnwagen unmittelbar dem Kraftwerk zuführen oder andererseits bei Unterbrechung der Zufuhr die Kohle jeder Stelle des ausgedehnten Kohlelagerplatzes entnehmen können. Die Demag Aktiengesellschaft baut seit mehr als 100 Jahren Verlade- und Transportanlagen aller Art, die sich durch Betriebssicherheit und Leistungsfähigkeit auszeichnen und in allen Teilen der Welt arbeiten.



Stützweite der Brücke
119 m

Ausladung:
Wasserseite: 26 m
Landseite: 19 m

Tragkraft
der Greiferkatze 8,6 t

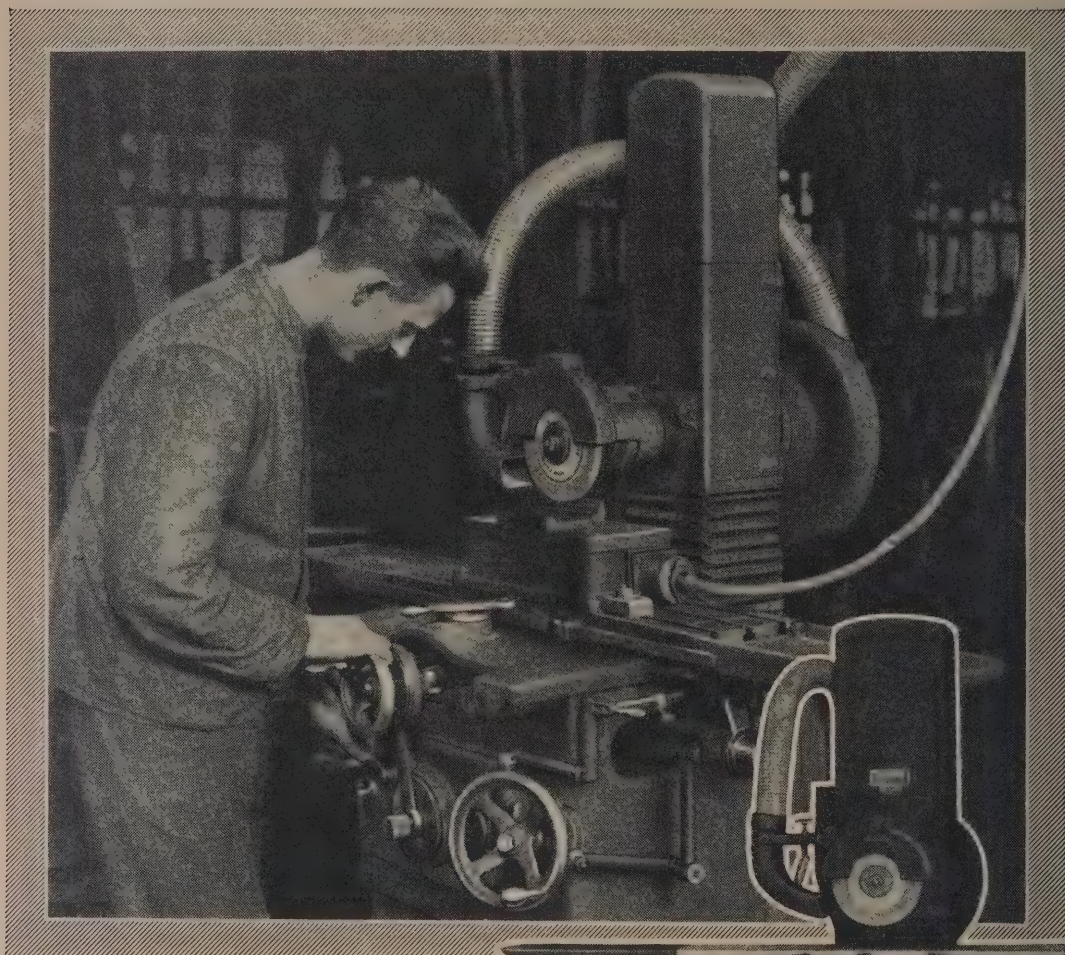
Gesamtleistung:
140 t/std.



15791
718-516

DUISBURG

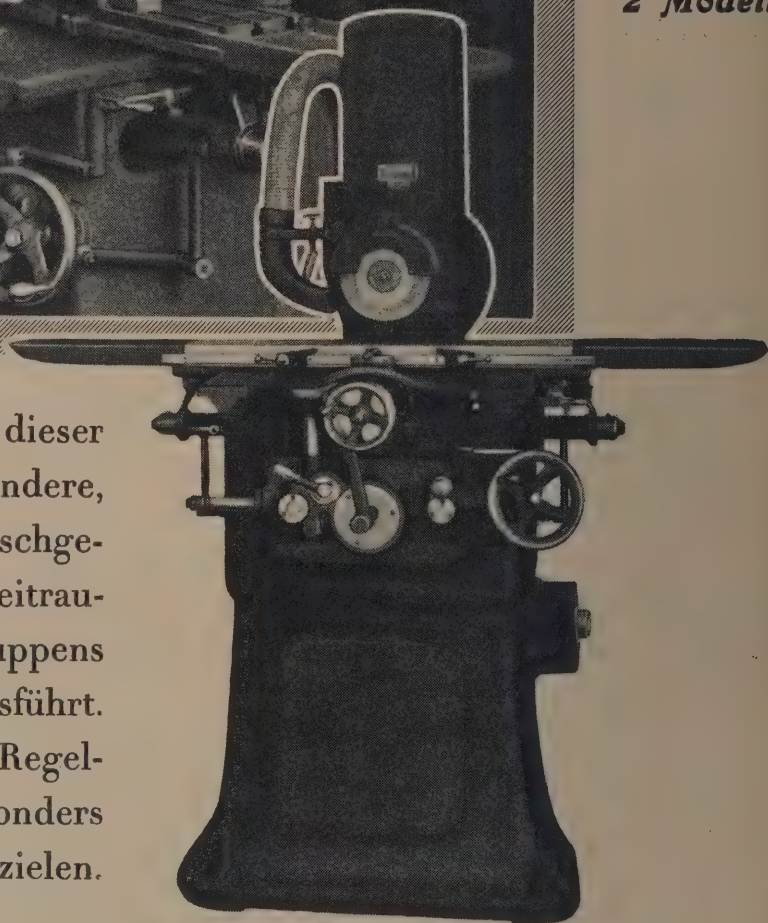
Ölgetriebene Flächenschleifmaschinen



Ölgetriebe
für
Tischantrieb
und
Quervorschub
Stufenlos
regelbar

2 Modelle

Eine Flächenschleifmaschine dieser neuesten Bauart ersetzt 2 andere, weil sie mit erhöhter Tischgeschwindigkeit die sonst zeitraubende Vorarbeit des Schruppens besonders wirtschaftlich ausführt. Eine kleine Drehung des Regelhebels genügt, um eine besonders feine und ebene Fläche zu erzielen.

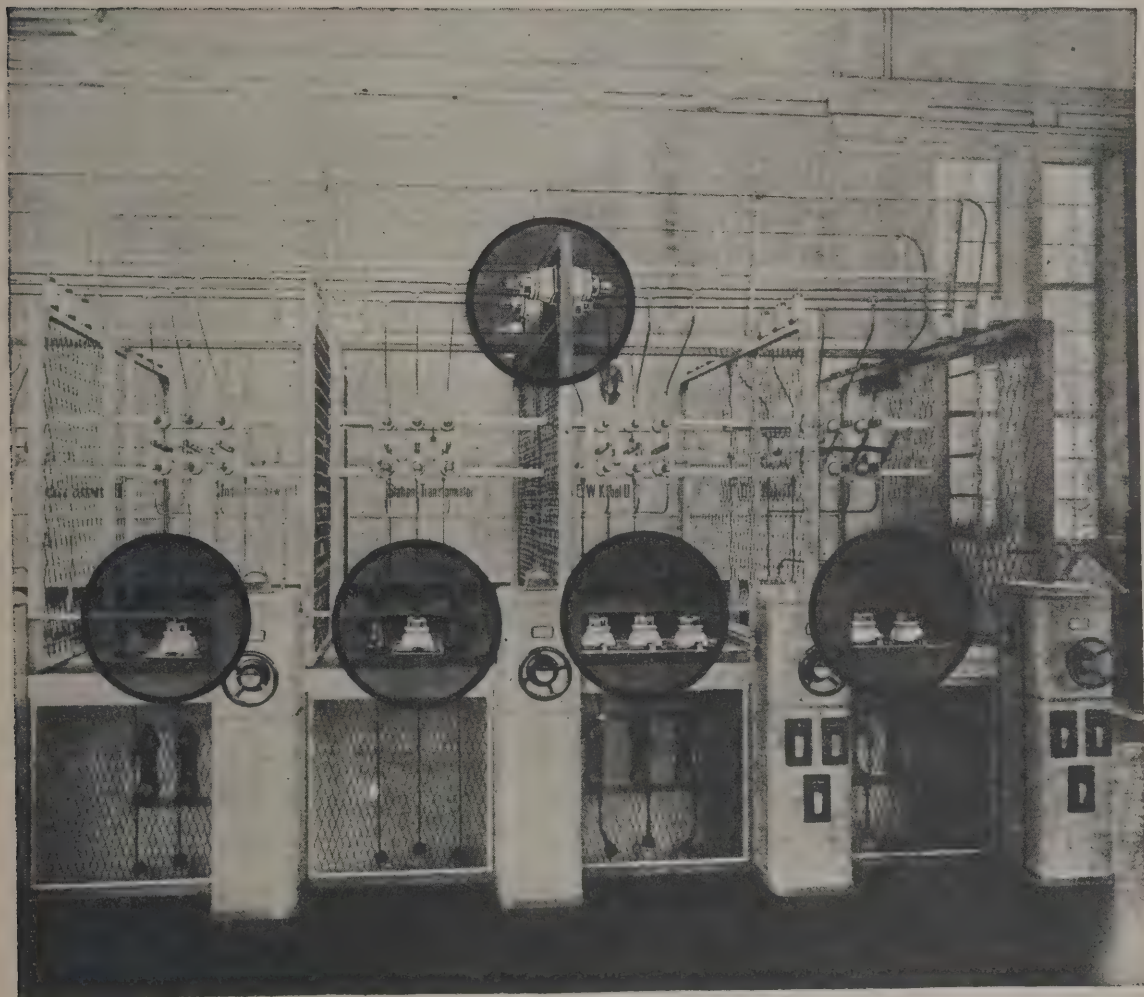


Modell FB
Schleifbare Fläche 175×600 mm

K. Jung - Maschinenfabrik - Berlin SO 16



DURCHFÜHRUNGS- STROMWANDLER



Ansicht einer 6 kV-Schaltanlage.- Porzellan-Durchführungs-Stromwandler im Leitungszug der Sammelschienen und als Durchführungen in der Zwischendecke.

KOCH & STERZEL

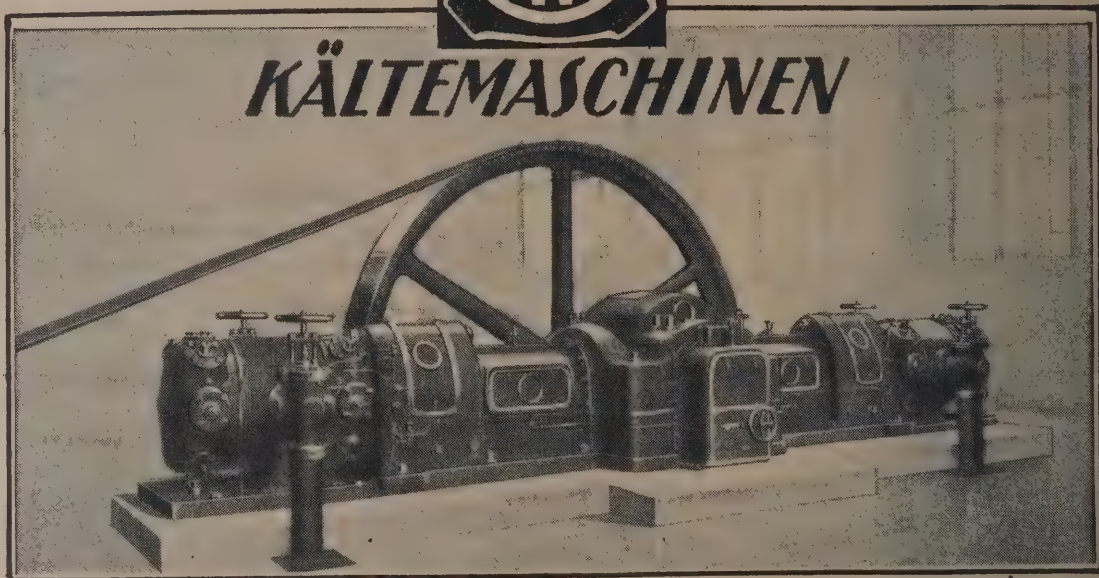
AKTIENGESELLSCHAFT • DRESDEN

STAMMHAUS



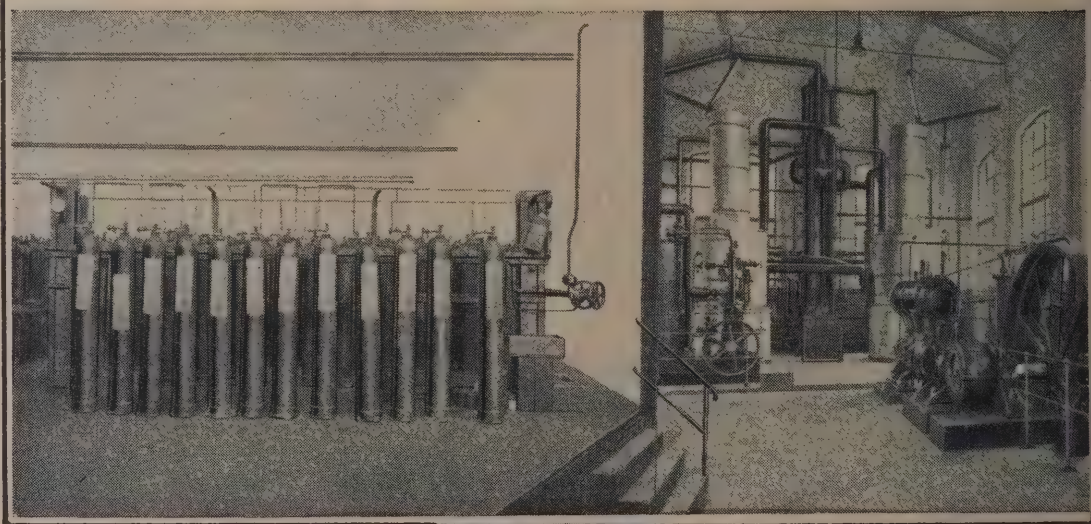
WIESBADEN

KÄLTEMASCHINEN



GESELLSCH. FÜR **LINDE**'S EISMASCHINEN
A-G

SAUERSTOFF-ANLAGEN



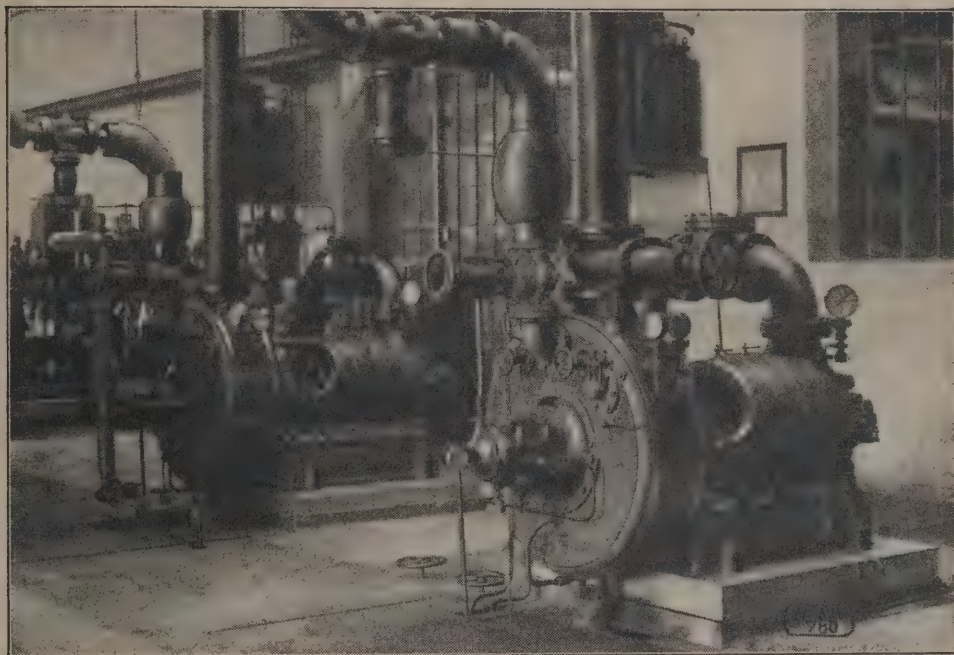
ABT. GASVERFLÜSSIGUNG



HÖLLRIEGELSKREUTH

MSW KESSELSPEISEPUMPEN

**mit elektrischem
oder Dampfturbinen-Antrieb**



Turbo-Kesselspeisepumpen für je 200 cbm/Std. und 30 Atm.



MAFFEI-SCHWARTZKOPFF WERKE

BERLIN N 4

Einst

unwirtschaftlicher Antrieb über Deckenvorgelege, bestenfalls durch Einriemenscheibe, — daher hohe Leerlaufverluste, lange Griffzeiten, großer Raumbedarf.

Jetzt

wirtschaftlicher Antrieb durch am Bohrsupport angeflanschten Stufenmotor, — daher kein Leerlauf, kurze Griffzeiten, kleinster Raumbedarf, günstigster Wirkungsgrad und große Durchzugskraft.



FLANSCH-STUFENMOTOR-BOHRWERKE

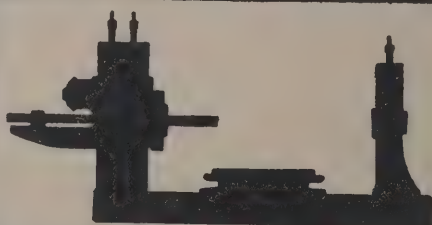
umfaßt unser Bauprogramm in folgenden Größen:

Spindeldurchmesser:

150



135



110



90



KARL WETZEL

MASCHINENFABRIK U. EISENGIESSEREI

GERA-REUSS

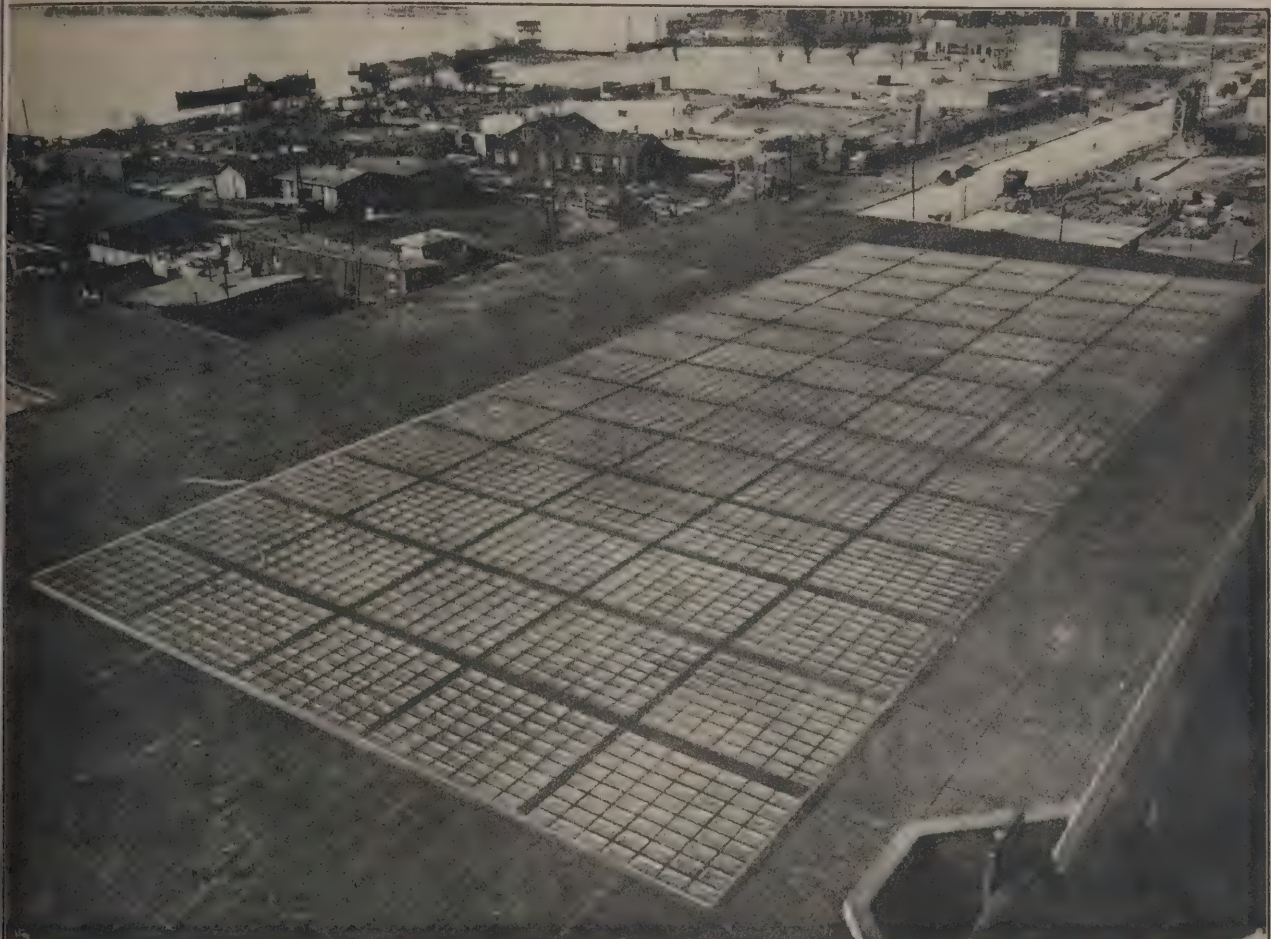
Drahtanschr.: Wetzels Gera-Reuss
Fernruf: Gera 88 und 89.

FLACHES GLASDACH

ca. $24 \times 10,50 \text{ m} = 250 \text{ qm}$ über dem Hauptschalttraum

im Großkraftwerk **KLINGENBERG** der Berl. Elektr. Werke (BEWAG)
ausgeführt in

LUXFER-GLASBETON



Dieses **flache Glasdach** wurde in einer neueren Konstruktionsweise, nämlich in sogenannter

GLASEISENBETON-KONSTRUKTION

einer Erfindung der

Deutschen Luxfer Prismen Gesellschaft m.b.H.

Berlin-Weißensee, Lehderstraße 43

als **erste und älteste Spezialfirma glasbautechnischer Konstruktionen** ausgeführt.

Oberlichte in dieser Konstruktionsweise haben den großen Vorteil der sicheren Betretbarkeit, also auch leichten Reinigung. Die bei den veralteten Verglasungsmethoden teils häßlichen und mit anderen Mängeln verbundenen Dachaufbauten werden vermieden. Durch die Art der Verglasung wird der Wärmeverlust auf ein Minimum beschränkt und es tritt keine Schweißwasserbildung auf.

Das bei den veralteten Glasdachsystemen vorhandene chronische Übel, d. h. die Rostbildung, ist bei dieser Glasbetonkonstruktion vollkommen ausgeschaltet und sind damit auch die Unterhaltungsarbeiten am Bauwerk ganz wesentlich vermindert.

LUXFER-GLASBETON-OBERLICHTE

bieten neben größter Lichtfülle und Lichtzerstreuung den Vorteil **einfacherer und schnellerer Bauweise** durch die Möglichkeit sofortiger Herstellung direkt am Bau.

WESERHÜTTE KABELVERLEGUNGSBAGGER

Eine Umwälzung auf dem Gebiete der Kabelverlegung!

Enorme Ersparnis an Zeit und Geld!



Wir liefern:

Bagger für alle Zwecke u. Antriebsarten

Sämtliche Ziegelei- und

Hartzerkleinerungsmaschinen

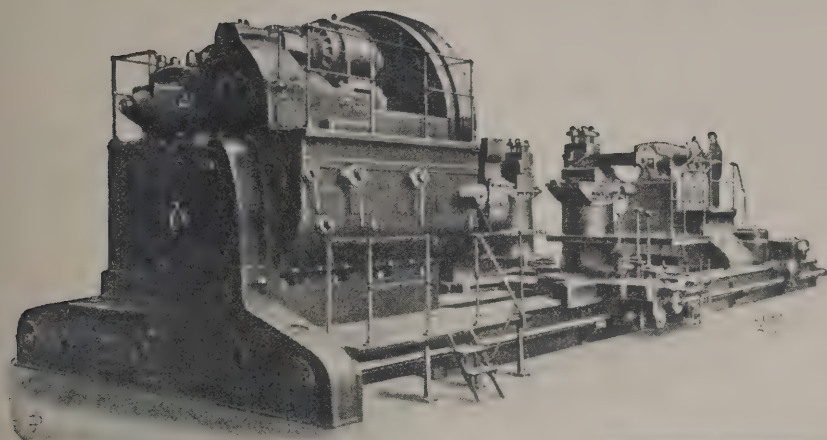
Gurtförderer und Transport-Anlagen

Gittermaste und Eisenkonstruktionen
von hochwertigster Konstruktion und Ausführung



EISENWERK WESERHÜTTE A.-G.
BAD OEYNHAUSEN i. W.

Schiess-Defries



**Großdrehbank
Modell 7 D D mit
2400 mm Spitzen-
höhe u. 10000 mm
Spitzenweite**

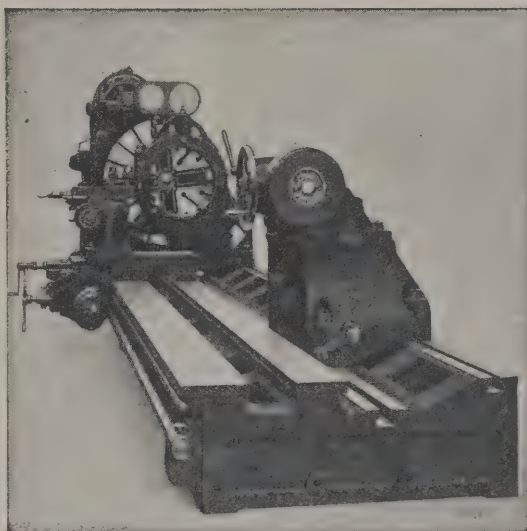
Grossdrehbänke

für mittlere, schwere und schwerste Arbeiten u. Spitzenhöhen von 600-3000 mm

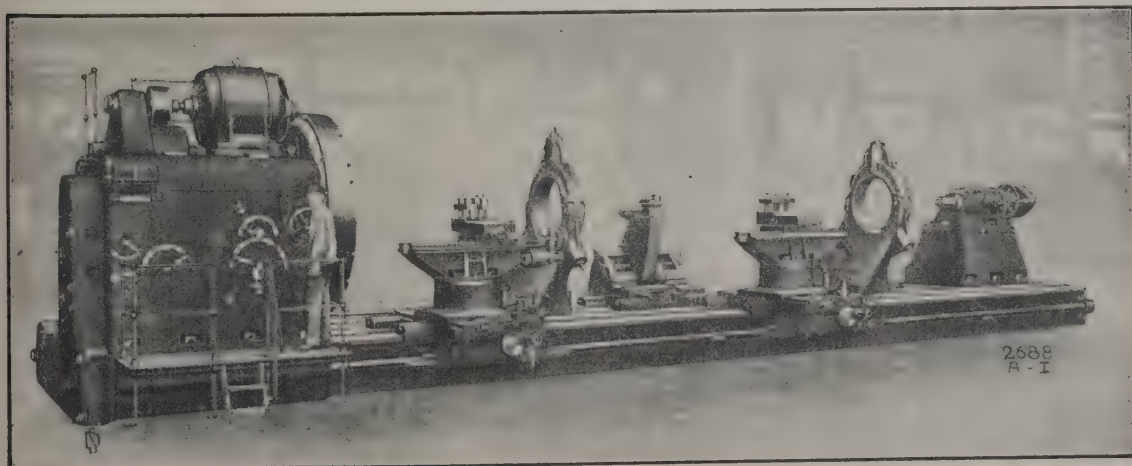
Sie gewährleisten schnelles, genaues, wirtschaftliches und bequemes Arbeiten. — Wir bauen Drehbänke für Stückgewichte zwischen den Spitzen bis zu 175000 kg und — bei Schruppbänken — für allergrößte Spanquerschnitte bei neuzeitlichen Schnittgeschwindigkeiten.

Sondereinrichtungen

Gewindeschneideinrichtung, Konischdreheinrichtung, Sondersupporte zur Bearbeitung von Turbinentrommeln, Kurbelwellen usw., Fräseinrichtung, Schleifeinrichtung u. a.



Großdrehbank mit Dreibahnenbett



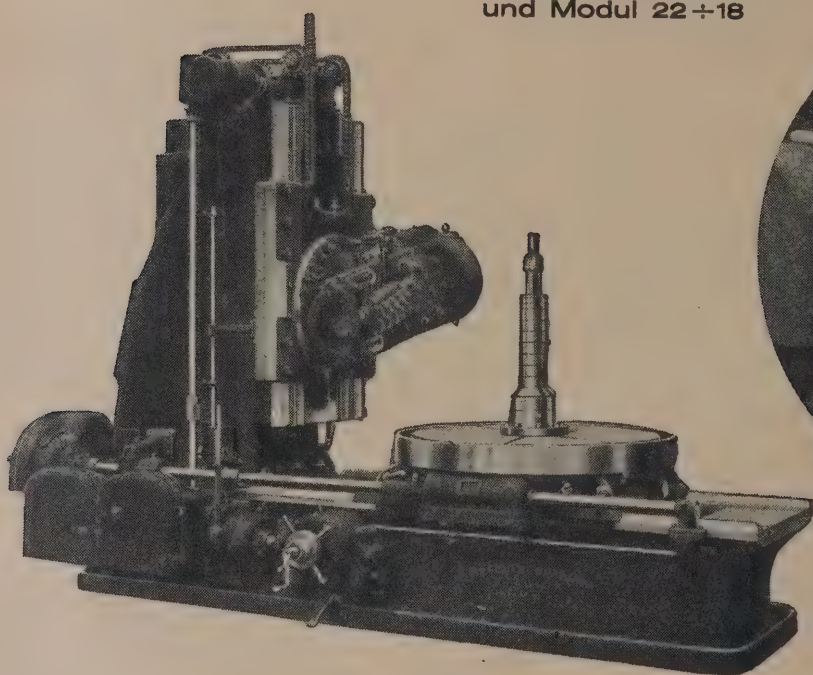
Großdrehbank Modell 6 D D für Kurbelwellenbearbeitung

Schiess-Defries A. G. / Düsseldorf

PFAUTER

Modell R 4

bis $2000 \div 2500 \varnothing$
und Modul $22 \div 18$



Schnellverstellungseinrichtung

Die Original-Pfauter-Räderfräsautomaten sind mit allen Vorzügen einer modernen Werkzeugmaschine ausgestattet. Obiges Bild zeigt die Einrichtung zur maschinellen Schnellbewegung des Fräs- und des Aufspannschlittens. Der Arbeiter kann diese Bewegungen unter ständiger Beobachtung von Werkstück und Fräser schalten, ohne seinen Platz zu verändern. Das links erkennbare Wendegetriebe bewirkt die maschinelle Schnellverstellung eines der beiden Schlitten, je nach Kuppelung des einen oder anderen. Der rechts dargestellte Schaltkasten bewirkt die Schnellverstellung des Tischeschlittens von Hand oder maschinell, und kann auch während des Ganges betätigt werden.

CHEMNITZ

G H H

EISENBAUTEN



Gitter- Maste

für

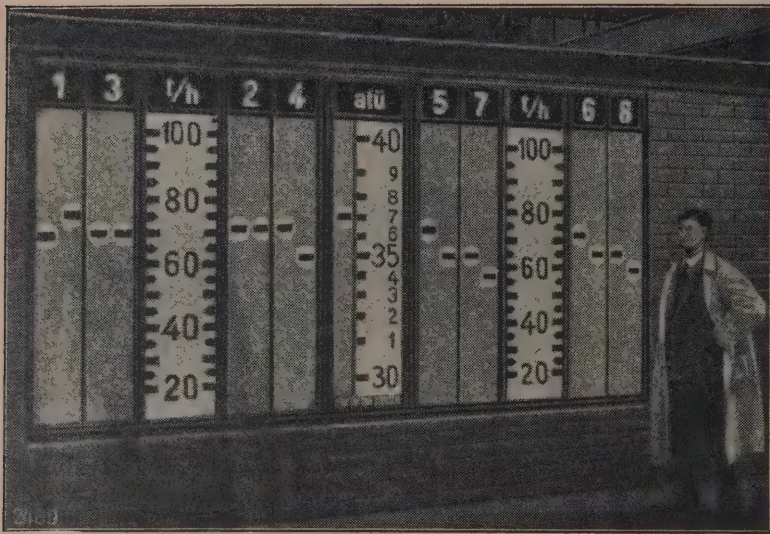
Hochspannungs-
leitungen, elektr.
Bahnen, Drahtseil-
bahnen und Funk-
stationen gehören zu
den Sondererzeug-
nissen unserer Abt.
Eisenhoch- und
Brückenbau. Für
eine Reihebedeuten-
der Fernleitungen
und Funkstationen
des In- und
Auslandes haben wir
Gittermaste

der verschiedensten Ausführungsarten und bedeutender
Höhen geliefert.

Sonderschrift auf Verlangen.

GUTEHOFFNUNGSHÜTTE
OBERHAUSEN AKTIENGESSELLSCHAFT
OBERHAUSEN-RHEINLAND





,Profilux'

das

Großanzeigegerät für Großkraftwerke

Dieses Gerät eignet sich zur Darstellung aller Art Meßgrößen, insbesondere von Drucken, Dampf-, Wasser- oder Gasmengen, Temperaturen, Pegelständen und elektrischen Leistungen (Generalwattmeter); außer der Meßanzeige kann gleichzeitig ein von Hand fernbetätigtes Meßwerk mit roter Marke für Befehlsanzeige eingebaut werden:

■■■■■ Ist- und Soll-Zeiger ■■■■■

Das Gerät arbeitet mit einer Lichtmarke, die durch einen auf der Meßwerkachse befestigten Spiegel reflektiert wird und vor einer von rückwärts beleuchteten Skala wandert.



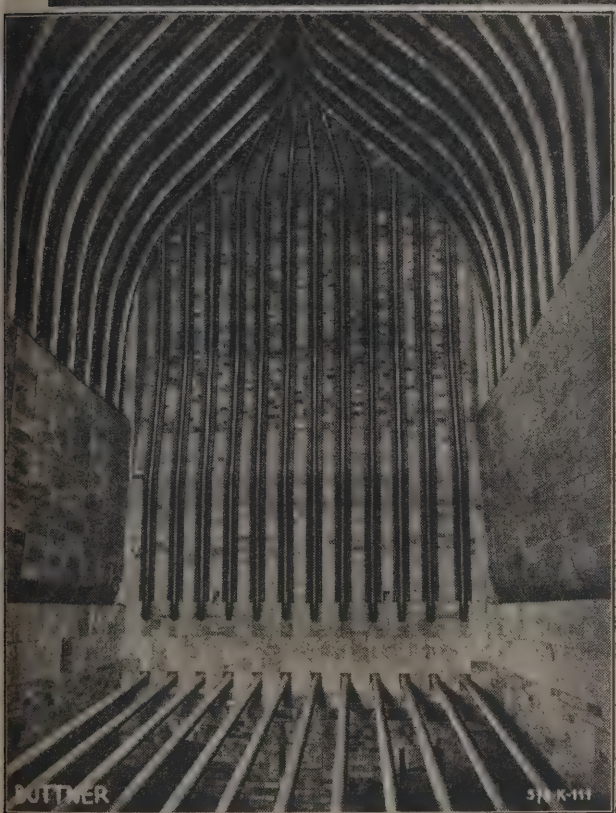
Verlangen Sie Druckschrift 1 SK

Hartmann & Braun AG

Frankfurt am Main



Kesselhaus eines Großkraftwerkes mit Büttner-Steilrohr- und Kohlenstaub-Spezialkesseln.



Verbrennungsraum eines Büttner-Kohlenstaub-Spezialkessels ausgerüstet mit einer Brennkammer, System Lopulco.

Kohlenstaubkessel für moderne Kraftwerke!

Der neue *Kohlenstaub-Spezialkessel* enthält keine gesonderten Kühlrohrsysteme; er ist so gebaut, daß das gesamte Kühlrohrsystem von Siederohren gebildet wird, die sämtlich einzeln in die Verdampfertrommel eingeführt sind.

Die Kühlrohre der Rückwand münden getrennt in der mittleren Obertrommel, während die seitliche Kühlung durch das Kesselsystem gebildet wird.

Diese Bauart macht den *Kohlenstaub-Spezialkessel* äußerst übersichtlich und seine Bedienung sehr einfach.

Über weitere Einzelheiten wird gern eingehende Auskunft erteilt.

Büttner-Werke

Aktiengesellschaft

Uerdingen am Rhein

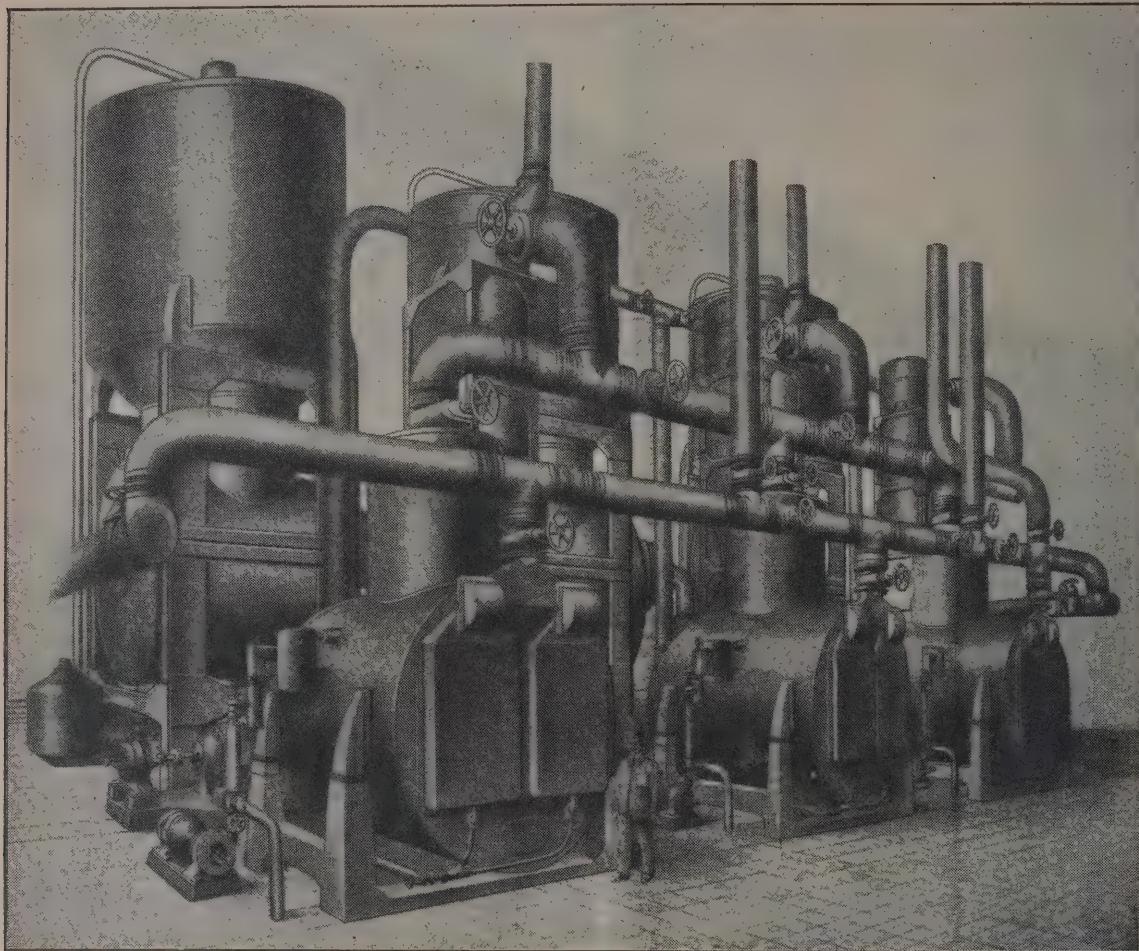
Geschäftsstellen: Berlin, Breslau, Braunschweig, Hannover.

Inlandsvertretungen:

Bremen, Danzig, Duisburg, Düsseldorf, Essen, Frankfurt, Halle (Saale), Hamburg, Hannover, Kiel, Leipzig, München, Nürnberg.

Auslandsvertretungen:

Amsterdam, Breda, Brüssel, Bukarest, Chiclayo, Gijon, Glasgow, Helsingfors, Konstantinopel, Kopenhagen, Lissabon, London, Mailand, Mexiko, Padova, Paris, Porto, Riga, Rio de Janeiro, San-José, Stockholm, Tokio, Wien.



Speisewasser-Aufbereitungs-Anlage
im
Großkraftwerk Klingenberg



geliefert von

ATLAS-WERKE ^{AG}
BREMEN

Die Anlage besteht aus 3 Verdampfern für je 20 t/h. Leistung, 3 Mischvorwärmern für je max. 340 t/h. Leistung, in denen das gesamte Speisewasser entgast wird, 3 Brudenkondensatoren, 3 thermischen Rohwasservorreinigungen und verschiedenen Pumpensätzen.

Bei den **Boehring** Hobelmaschinen liegen alle Schaltelemente **hier**

Sämtliche zur
Bedienung
nötigen Griffe
können daher
vom Stand
des Arbeiters
ausgeführt
werden.



Einständer-Hobelmaschine SH ^{5E}

**Verlangen Sie Sonderprospekte
über unsere
Ein- und Zweiständer-Hobelmaschinen**

Neuzeitliche Konstruktionen
Erstklassige Werkstattausführung
auf Grund
jahrzehntelanger Erfahrungen
im Hobelmaschinenbau

Halt-Druckknopf
Einschalt-Druckknopf
Schnitt-Druckknopf
Rücklauf-Druckknopf

Festklemmen der Strebe

Horizontal-Einstellung f. d. l. Support

Festklemmen des Auslegers

Vertikal-Einstellung f. d. l. Support

Spindel f. d. l. Support

Horizontal-Einstellung f. d. r. Support

Hebel zur Einstellung
der Vorschubgrößen

Vertikal-Einstellung f. d. r. Support

Spindel f. d. r. Support

Maschinelle Einstellung des Auslegers

Einstellg. d. Auslegers

Schnellverstellung für die Supporte und für den Ausleger

Gebr. Boehringer G.m. B.H. **Göppingen**

Vielfachlanordnung

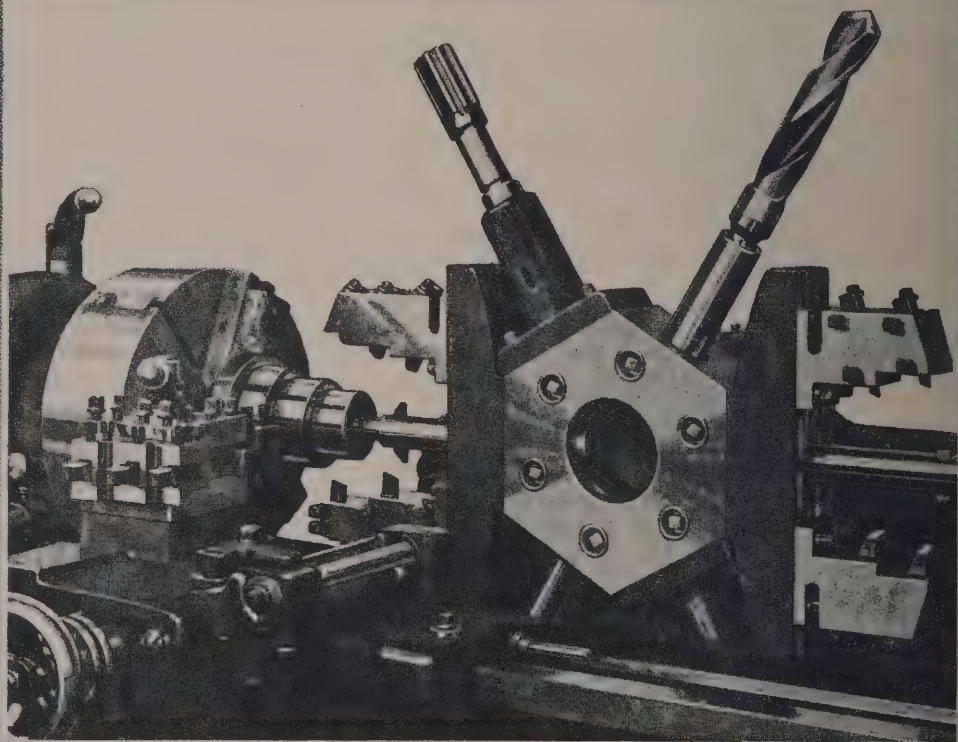
unferer



REVOLVER- DREHBÄNKE

Modell-RL -

Getrennte
Bettführung;
daher
gleichzeitiges
und
voneinander
unabhängiges
Arbeiten
von
Vierkantkopf
und
Sechskantkopf.



Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik
Akt. Ges.

MAGDEBURG

Zu günstigen Zahlungsbedingungen
haben wir sofort bzw. kurzfristig abzugeben:

1 neue **Einzylinder-
Dampfmaschine**

für Auspuff- oder Gegendruckbetrieb, 80—140 PSI
leistend

1 neue **Einzylinder-
Dampfmaschine**

wie vor, je 100—160 PSI

1 neue **Verbund-
Dampfmaschine**

750—1000 PSI, mit Kondensation

1 wenig in Betrieb gewesene **Tandem-
Dampfmaschine**

400—500 PSI

Sämtl. Maschinen sind neuzeitl., moderner Konstruktion, für 12 atü Betriebsdruck und hochüberhitzten Dampf gebaut und mit Lentz-Ventilsteuerung ausgerüstet

Für diese Vorratsmaschinen räumen wir ausnahmsweise erleichterte
Zahlungsbedingungen nach einem Kraftabgabe-Tarif ein

MASCHINENFABRIK

MEEER

AKT.-GES., M.-GLADBACH



Die Betriebskosten des Kreislaufkühlverfahrens

Durch Einschaltung der Kreislaufkühler in die allgemeine Wasserversorgung der Kraftwerke ist in der Regel die Bereitstellung zusätzlicher Kühlwassermengen nicht erforderlich. Mit Rücksicht darauf, daß das Betriebswasser des Luftkühlers für andere Zwecke, insbesondere für die Kondensationsanlage, ohnehin erforderlich ist, entstehen keine oder nur geringe Kosten für die Beschaffung desselben.

Bei Verwendung des Zusatzwassers der Kondensationsanlagen mit umlaufendem Kühlwasser ist der Betrieb des Kühlers kostenlos, da das unter Leitungsdruck stehende Wasser ohne nennenswerten Druckverlust durch den für 4 Atm. Betriebsdruck gebauten Luftkühler hindurch nach den weiteren Verbrauchsstellen gelangt.

Bei Frischwasserkondensationen sind Kondensator und Luftkühler parallel geschaltet. Der Kühler braucht etwa 3—4% der für den Kondensator erforderlichen Wassermenge. Für einen 15 000 kW-Turbogenerator mit 750 kW Verlustenergie, entsprechend einer abzuführenden Wärmemenge von 645 000 WE/st, werden zweckmäßig 130 m³ Kühlwasser zur Verfügung gestellt, die sich um 5° C erwärmen. Der Kraftbedarf für die Wasserförderung beträgt bei einem Pumpen-Wirkungsgrad von 60% und 4 m WS Kühler-Widerstand etwa 2 PS. Es entstehen bei einem Strompreis von 0,04 M/PS und 6000 Betriebsstunden jährlich $6000 \times 2 \times 0,04 = \text{M. } 480,-$ Betriebskosten. Durch Bereitstellung einer größeren Kühlwassermenge würde die Leistung des Kühlers nur unwesentlich steigen. Andererseits ist es nicht zweckmäßig, bei Frischwasserkondensationen weniger Wasser zu verbrauchen, da, wie das obige Beispiel zeigt, nur geringe Betriebskosten entstehen. Eine Wassermenge, entsprechend 5° C Erwärmung, stellt bei solchen Anlagen die wirtschaftliche Grenze für den Betrieb des Luftkühlers dar.

Bei Verwendung des Turbinenkondensates als Kühlmittel können die Betriebskosten praktisch vernachlässigt werden, da der zusätzliche Widerstand des Kühlers nur etwa 2 m WS beträgt und von der Kondensatpumpe leicht überwunden werden kann.

Andere Betriebskosten entstehen für den Luftkühlerbetrieb nicht, da mit Reparaturen an dem kräftig und dauerhaft gebauten GEA-Luftkühler praktisch nicht gerechnet werden kann.

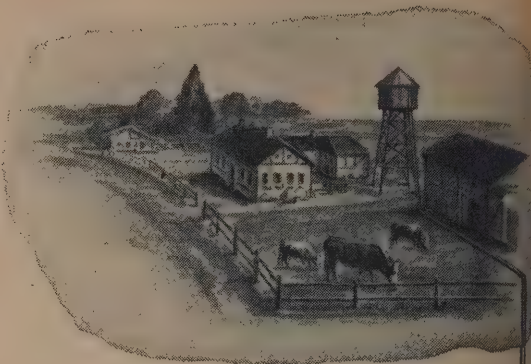
**GEA-
Luftkühler-Gesellschaft m.b.H.
BOCHUM**



**Wir suchen fachkundige Vertreter für die Bezirke
Mannheim, Frankfurt / M., Karlsruhe, Saargebiet**

Eine wirklich gute billige Wasserkraftmaschine

Ist unser



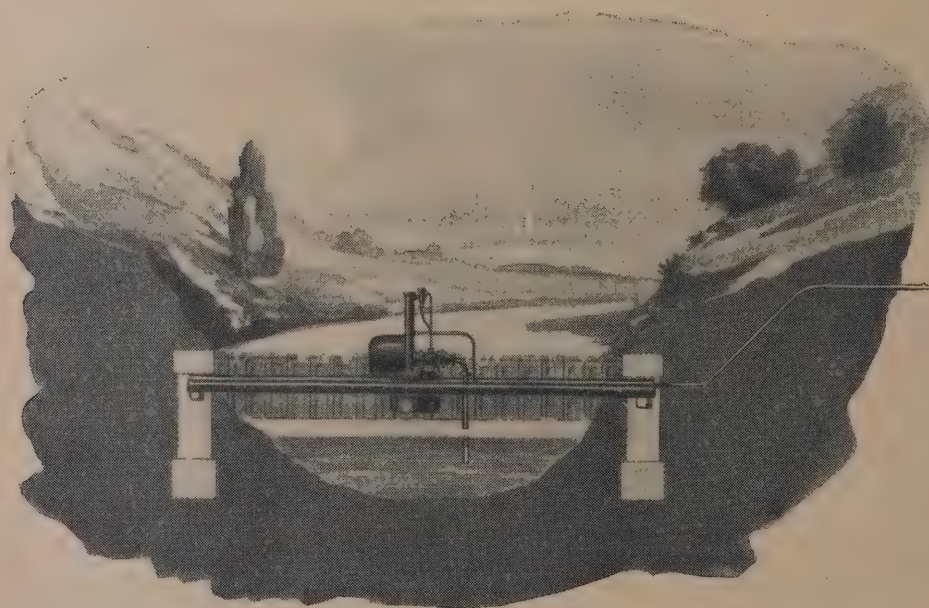
»Aquapulsor«

Gesetzlich geschützt

Derselbe fördert Wasser bei kleinstem Gefälle, kleiner Beaufschlagung auf größte Höhe, mit längster Förderleitung ohne Kraft- und Bedienungskosten.

Geeignet für die Wasserversorgung von Gehöften, Gütern, Gemeinden, für die Be- und Entwässerung von Landgebieten, Feldern, Plantagen etc.

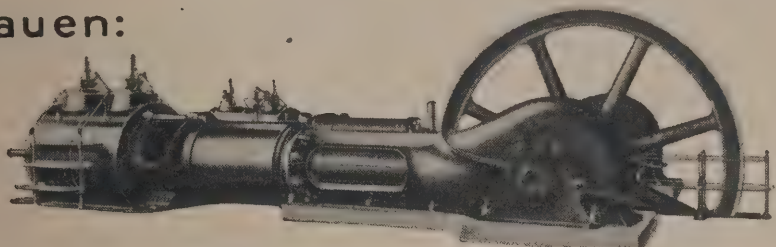
Eine Anlage ähnlich wie abgebildet fördert Wasser auf 80 m Höhe und 1200 m Entfernung ab Wasserlauf auf dem Rittergut Siede.



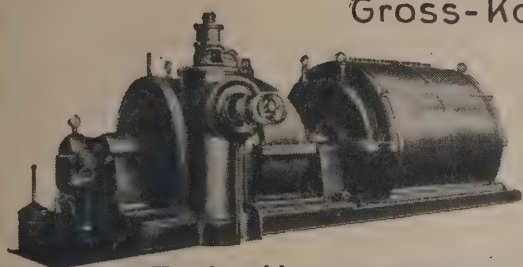
Willy Salge & Co. Technische Gesellschaft m. b. H.
Berlin W 62, Budapester Straße 35
Telegr.-Adr.: Titansalge / Fernspr.: Nollendorf 3077/79.
Ausführungsrechte nach dem Ausland zu vergeben.

F M A

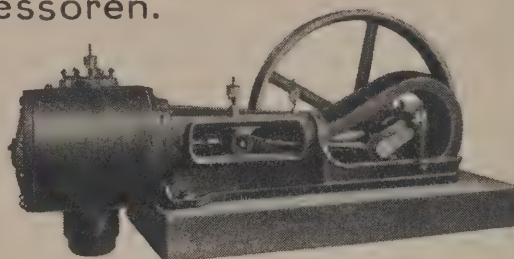
Wir bauen:



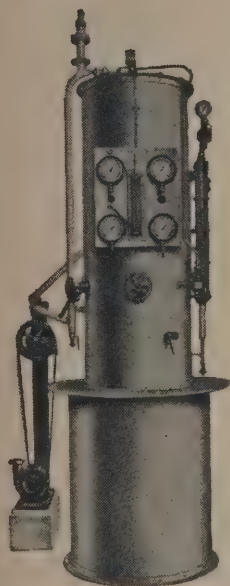
Gross-Kompressoren.



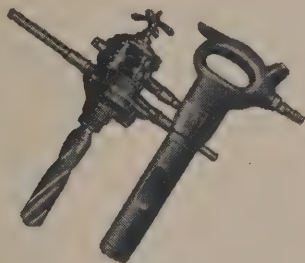
Turbo-Kompressoren



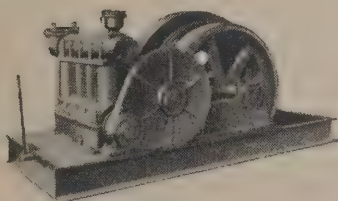
Vakuumpumpen



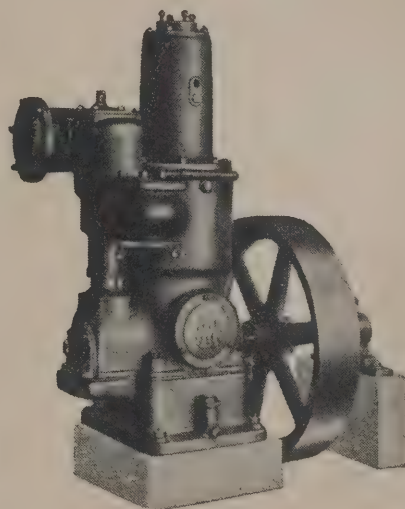
Drucksauerstoff-Anlagen D.R.P.a.



Pressluft-Werkzeuge



Lufthaspel u. Luftmotoren



Klein-Kompressoren ortsfest u. fahrbar.

FRANKFURTER MASCHINENBAU-AKT.GES.

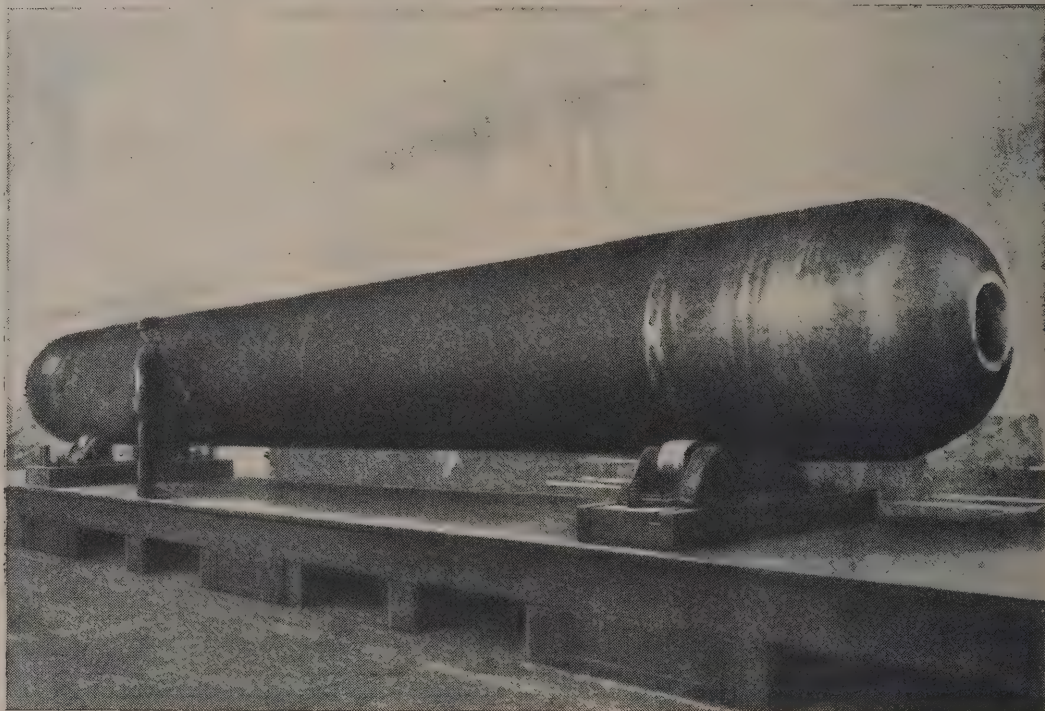
VORM. POKORNY & WITTEKIND - FRANKFURT A. M.

NAHTLOS GEPRESSTE U. GEZOGENE U. GESCHMIEDETE

HOCHDRUCK- KÖRPER

FÜR ALLE ZWECKE

AUS UNLEGIERTEN UND LEGIERTEN STAHLLEN



Hochdruckkessel mit gekümpelten Enden
geliefert für das Großkraftwerk Klingenberg

SCHMIEDESTÜCKE

FÜR DEN SCHIFFS-UND MASCHINENBAU.

PRESS-U. WALZWERK ^{A.}_{G.}

REISHOLZ & DÜSSELDORF.

Speisewasser- Aufbereitungsanlagen



Wasser-Destillierapparate für Hoch- und

Niederdruck-Heizdampf

Mehrstufen-Verdampfer

Vakuum-Abdampf-Verdampfer

System Schmidt Söhne-Bleicken D.R.P

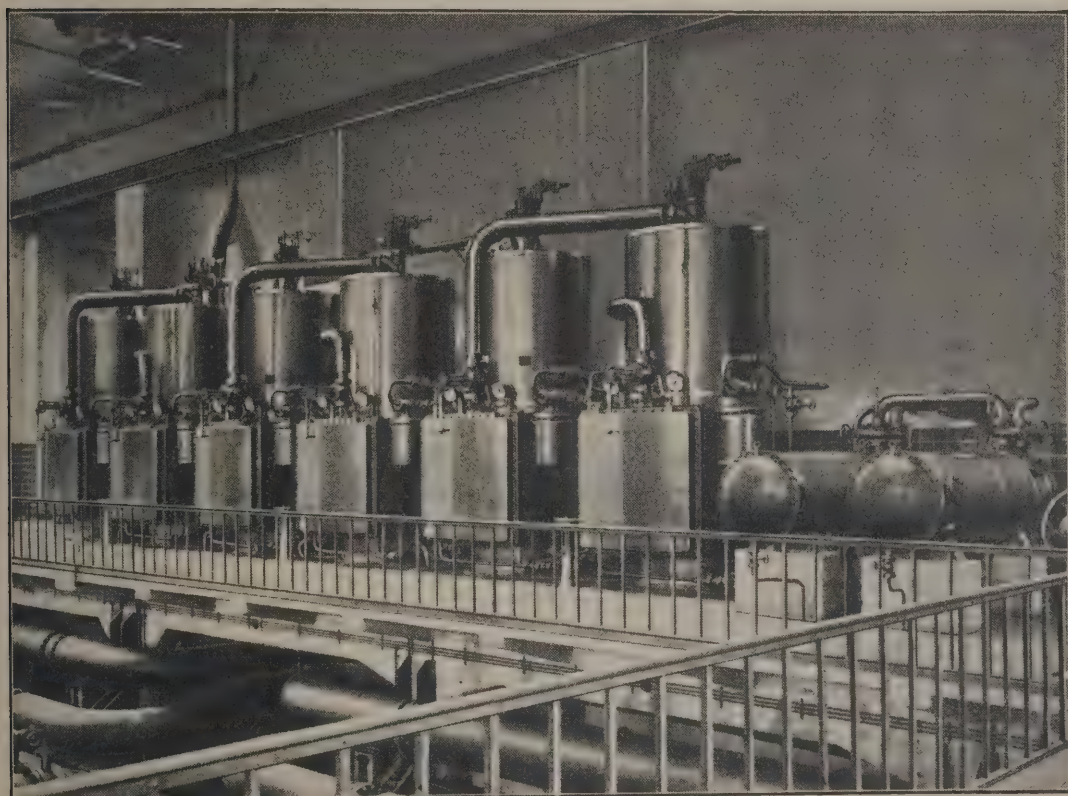
Kondensationsanlagen für Verdampfer

Mischkondensatoren

Misch- und Oberflächenvorwärmer

Gegenstrom-Wärmeaustauschapparate

Speisewasser-Entgaser



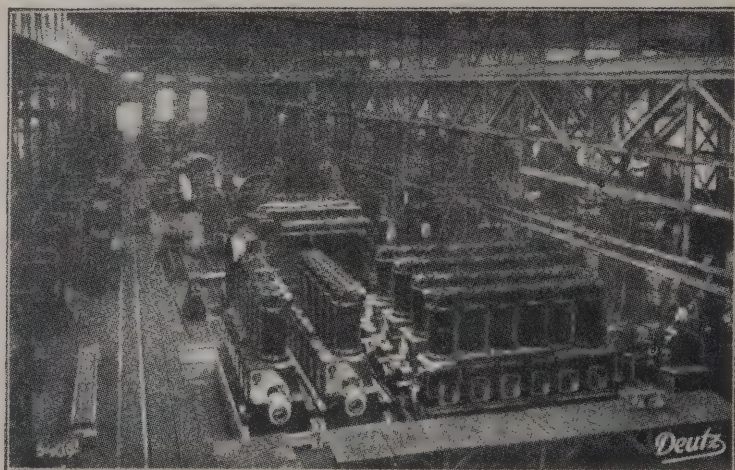
Speisewasserzusatz-Anlage im Kraftwerk Neuhoof der Hamburgischen Elektrizitäts-Werke

Komplette Aufbereitungsanlagen:
Verdampfung, Vorwärmung u. Entgasung
einschließlich Rohrleitungen und Armaturen

C. AUG. SCHMIDT SÖHNE
HAMBURG 21

DEUTZ-VM

der kompressorlose
Dieselmotor



Serienfabrikation
der Motoren Bauart VM

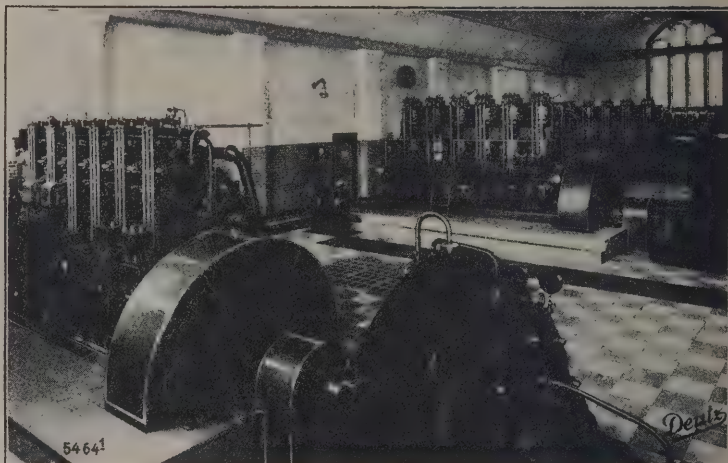
Konkurrenzlos
niedriger
Brennstoff-
verbrauch!

Hohe
Überlastbarkeit!

Über 38 %
Wärme-
ausnutzung!

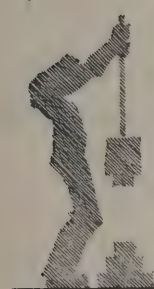
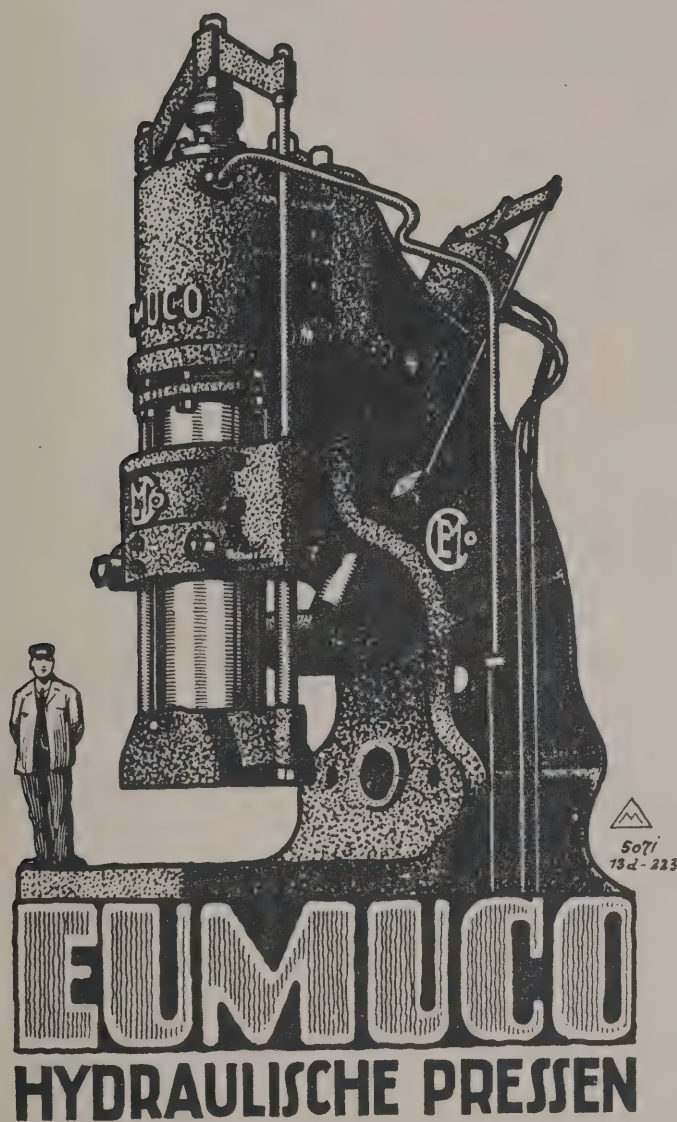
Geringe
Reibungs-
verluste!

5523



Wasserwerk Müggelsee
Je 2 Deutz-Dieselmotoren VMS 150 und 158

Motorenfabrik Deutz A.-G.
Köln-Deutz

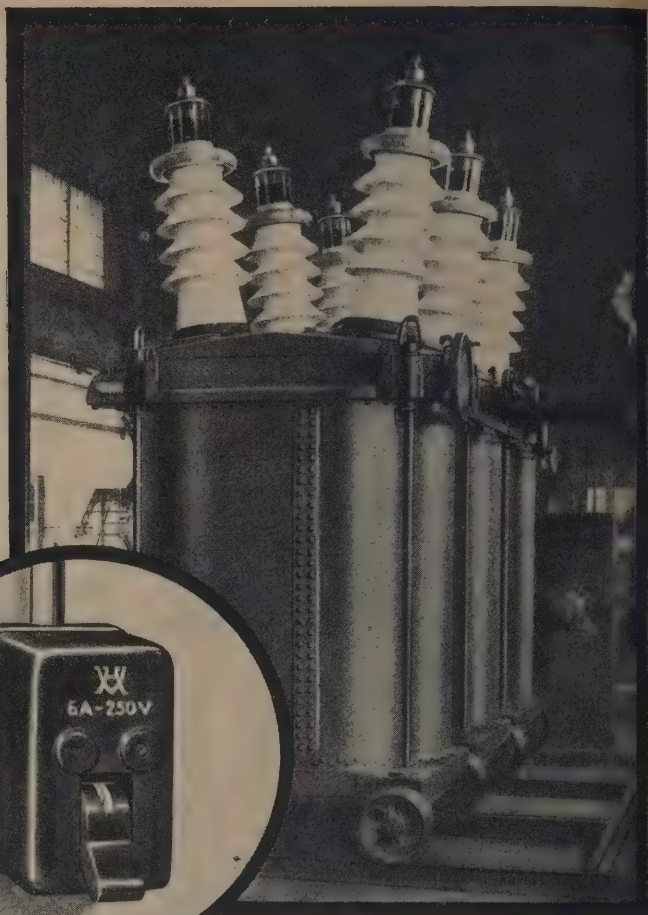
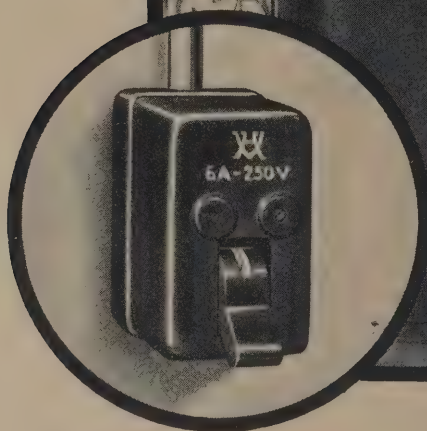


EUMUCO
AKTIENGESELLSCHAFT FÜR MASCHINENBAU
SCHLEBUSCH - MANFORT bei **KÖLN**



führend seit

1886



Spezialkonstruktionen

Kleinautomaten

Ölschaltkasten für Verteilungen

Serienölschalter

Ölschalter für hohe Leistungen und für
Höchstspannungen

Schaltanlagen jeder Leistung für Hallen
und Freiluft-Montage

VOIGT & HAEFFNER

A.G. FRANKFURT a.M.

Für die Betriebs-Kontrolle

der Dampfkessel-Anlagen im Großkraftwerk Klingenberg

wurden von uns geliefert:

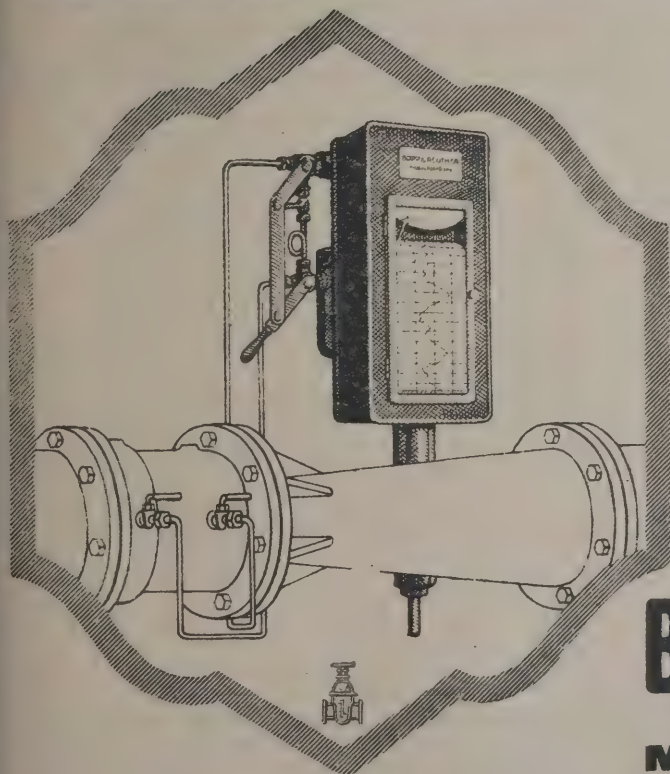
3 Venturikondensatmesser 250 mm I. W. je für max. 380 cbm/h mit mechanisch betätigtem Leistungs-Registrier-Apparat für Monatsdiagramm Typ DG und je 2 elektr. Anzeige-Instrumenten Typ Ha.

3 Venturi-Destillat-Wassermesser 80 mm I. W. je für max. 25 cbm/Stde. mit mechanisch betätigtem Leistungs-Registrier-Apparat für Tagesdiagramm Typ G/26 und elektrischem Anzeige-Instrument Typ Ha.

3 Venturi-Kondensatmesser 80 mm I. W. je für max. 30 cbm/h mit mechanisch betätigtem Leistungs-Anzeige- u. Registrier-Apparat für Tagesdiagramm Typ B/2C.

9 Wasserstandsanzeiger für max. 5 m W. S. mit elektrischem Anzeige-Instrument Typ Ha und Kontaktvorrichtung für elektrischen Maximal- und Minimal-Kontakt. Zu 3 dieser Kontaktvorrichtungen wurden Relais geliefert zur Betätigung von Starkstromkontakten.

Reuther Venturimeter



für Kalt- und Heißwasser
sonstige Flüssigkeiten
für Dampf- und Preßluft

D. R. P.

Meßdüsen – Meßflanschen
Leistungs-Anzeiger
Registrier- und
Summierungsapparate
für mechan. und elektr. Übertragung

BOPP & REUTHER

G · M · B · H

MANNHEIM-WALDHOF

TORKRET

TROMMELISOLIERUNG · D · R · P ·

ausgeführt im Jahre 1927 an etwa 110 Trommeln



im Großkraftwerk Klingenberg

wurden **11 Steilrohrkessel**

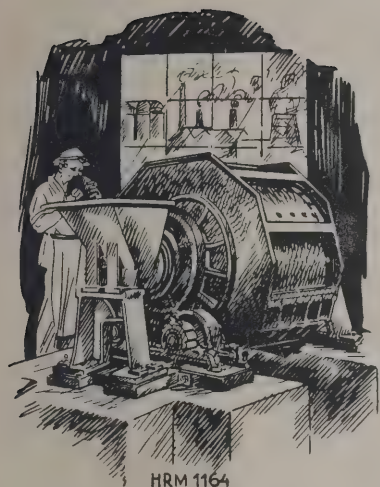
3 Gruppenrohrkessel

mit Hilfe des Torkretverfahrens isoliert

TORKRET-GESELLSCHAFT M.B.H.

Berlin SW 48, Hedemannstraße 13 / Telefon: Bergmann 2637 - 2639

Technische Büros in Essen, Frankfurt, Nürnberg



CST

Geschmiedete Stahlkugeln

Marke „Phoenix“

aus naturhartem Spezialstahl in sauberster Ausführung für alle Arten

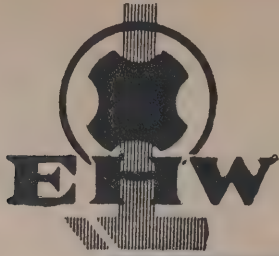
Kugelmühlen

Lieferbar von 30 bis 380 mm \varnothing

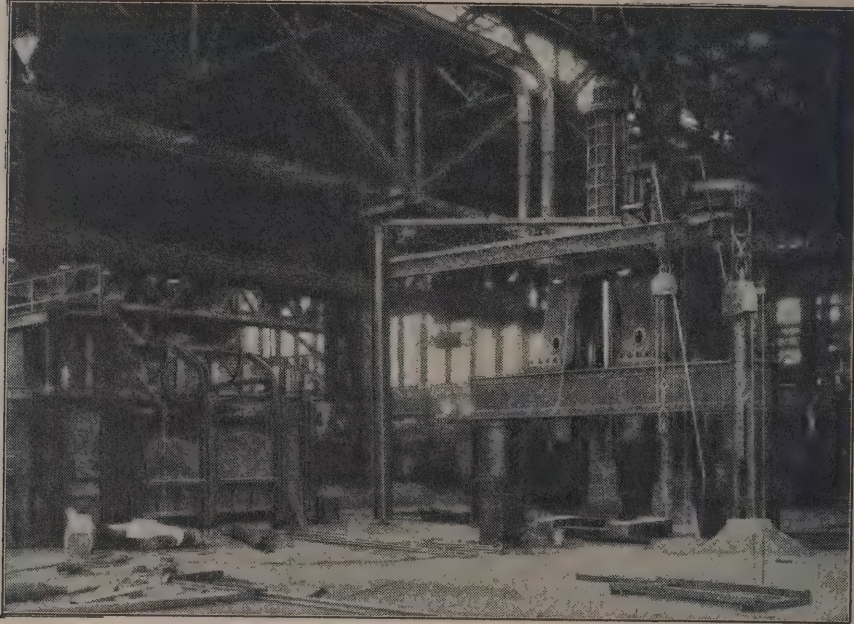
L 413/11

Vereinigte Stahlwerke Aktiengesellschaft

Hütte Ruhrort-Meiderich, Verkaufsstelle: Duisburg-Ruhrort



Spezialstähle für Gesenke



Teilansicht des Hammerwerkes für EHW-Werkzeugstähle

Weitere EHW-Erzeugnisse:

EHW-Baustähle

*EHW-Werkzeugstähle
in geschmiedeter Ausführung
und in Form von Halbzeug*

Schnellarbeitsstähle

Legierte Werkzeuggußstähle

*Kohlenstoff-
Werkzeuggußstähle*

EHW-Bleche

*Fein- und Mittelbleche
für jeden Verwendungszweck*

Falz-, Stanz- u. Tiefziehbleche

*Dynamo-
und Transformatorenbleche*

Stahlbleche

Sägen- und Messerbleche

Edelstahlbleche

Reinheit der Rohstoffe, restlose Desoxydation während der Schmelzung, Unterdrückung von Schlackeneinschlüssen und gute Durchschmiedung in unserem neuzeitlich eingerichteten Hammerwerk bilden die Grundlage für die Qualität dieser EHW-Stähle.

EHW-Spezialstähle für Gesenke werden in folgenden 4 Marken geliefert

„WD 7“: für den Gebrauch in naturhartem Zustand bei mäßiger Beanspruchung der Werkzeuge

„WMG 1“: für Wasserhärtung und Vergütung auf etwa 100 kg/mm² Festigkeit; die Werkzeuge dürfen hohen Arbeitstemperaturen nicht unterworfen werden

„WMG 2“: zur Verwendung nur in vergütetem Zustand bei über normaler Beanspruchung

„KVC 10“: Vergütungsstahl für höchstbeanspruchte Gesenke.

Weitere Angaben über EHW-Gesenkstähle und alle anderen EHW-Werkzeugstähle sind in der EHW-Werkzeugstahl-Liste enthalten, die wir kostenlos von uns anzufordern bitten.

EISEN-UND HÜTTENWERKE

AKTIENGESELLSCHAFT

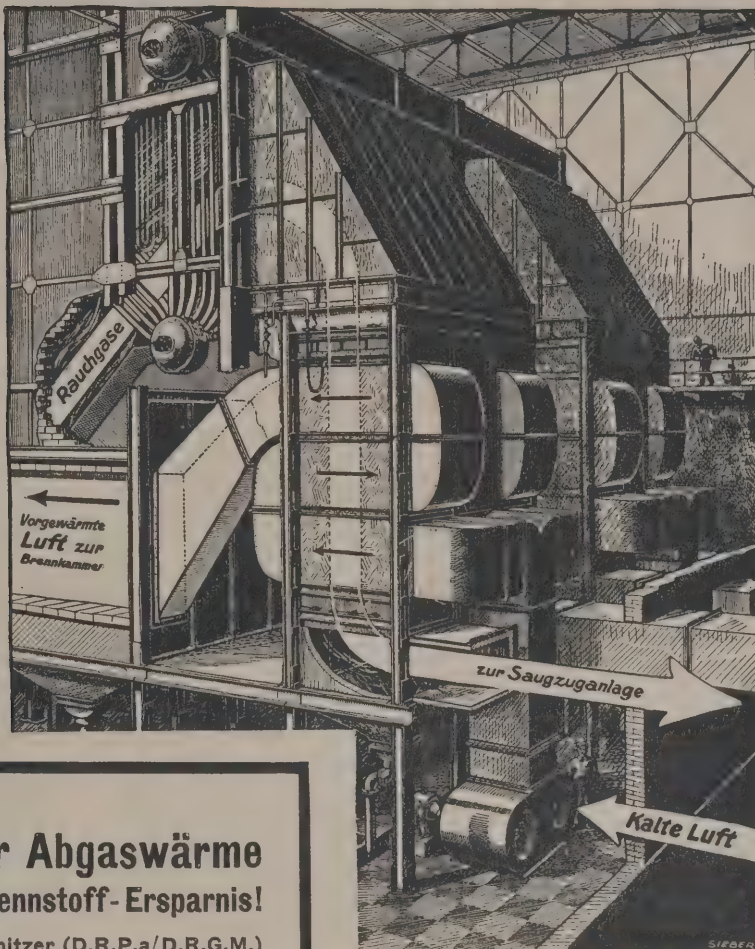
BOCHUM

Verkaufsstellen bzw. Vertretungen für EHW-Erzeugnisse in

Berlin	Frankfurt a. M.	Nürnberg	Barop	Erfurt	Remscheid
Hamburg	Stuttgart	Hagen (Westf.)	Weidenau (Sieg)	Düsseldorf	Solingen
Hannover	München	Dortmund	Leipzig	Köln	Danzig
Amsterdam	Lüttich	Paris	Wien	Zürich	Oerebro (Schweden)

LUFTERHITZER

BAUART HARTMANN



Verwertung der Abgaswärme bringt 10÷20% Brennstoff-Ersparnis!

Die mittels unserer Lufterhitzer (D.R.P.a/D.R.G.M.) billig zu gewinnende Heißluft kann als Brennluft in Unterwind- und Staubfeuerungen zur Erhöhung der Kesselleistung oder für industrielle Heiz-, Trocken- u. Entnebelungsanlagen vorteilhaft verwendet werden. Lufterhitzer sind vom Kesseldruck unabhängig, können deshalb (besonders bei Hochdruckanlagen) leichter und darum weniger teuer als andere Apparate für Abwärmenutzung ausgeführt werden.

Wir übersenden Interessenten auf Wunsch gern unsere ausführliche Druckschrift 187 über Abgas-Lufterhitzer.

Darstellung eines Abgas-Lufterhitzers mit 3000 qm Heizfläche; viermal für ein Mitteldeutsches Großkraftwerk geliefert.

VEREINIGTE ECONOMISER-WERKE G.m.b.H.
DÜSSELDORF u. FREITAL i. Sa.

DEUTSCHE ECONOMISER-WERKE / G.M.B.H. / DÜSSELDORF-OBERKASSEL
 MAX U. ERNST HARTMANN / MASCHINENFABRIK / FREITAL i. Sa.
 MÄRKISCHE ROHRLEITUNGSBAU / G.M.B.H. / DÜSSELDORF

Dieser **BABCOCK-** Sektional - Grosskessel

1600 qm Heizfläche
37 at Betriebsdruck
mit

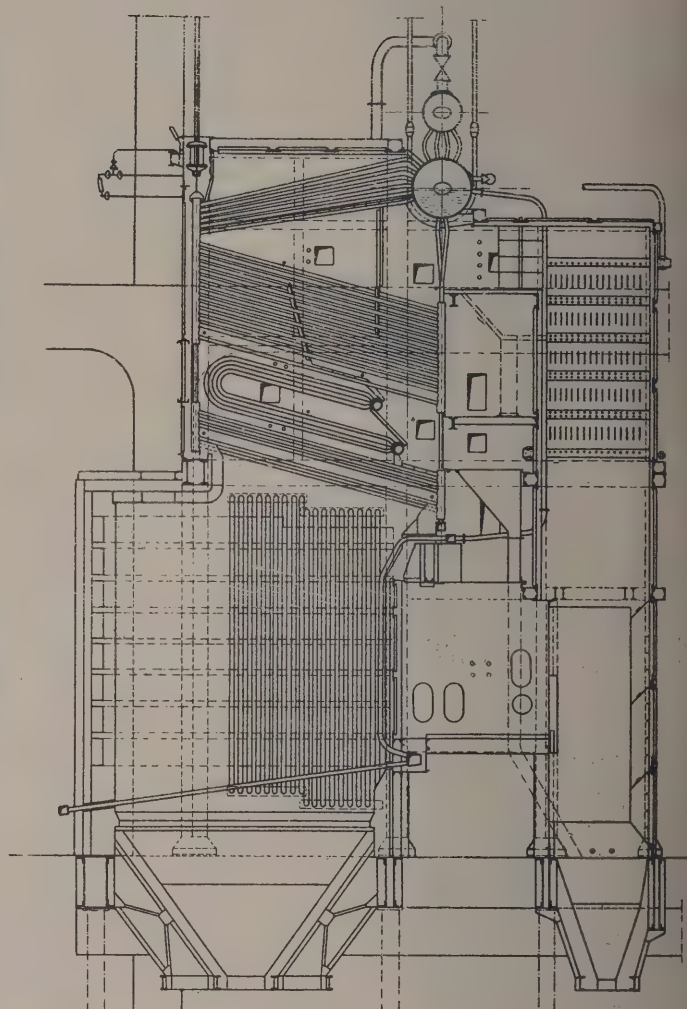
Dampfüberhitzer für 415°
Schlangenrohr-Ekonomiser
und Platten-Lufterhitzer

wurde von uns für das

**GROSSKRAFTWERK
KLINGENBERG**

geliefert

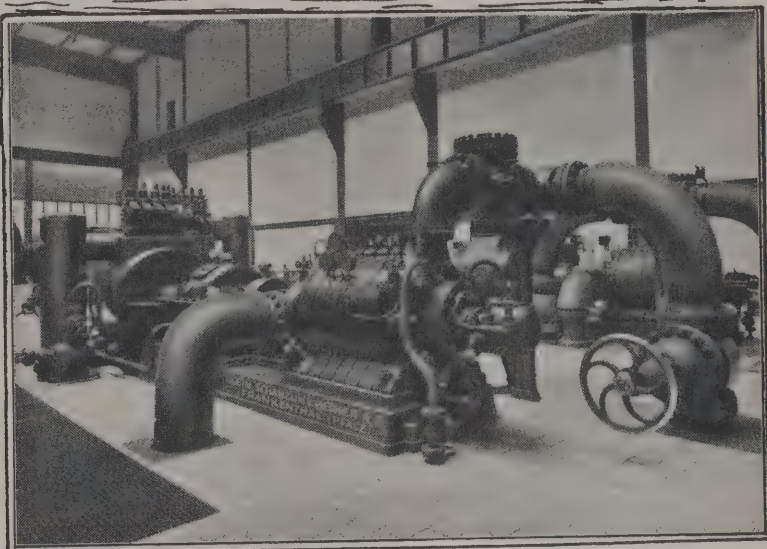
Ähnliche Groß- und Hochdruck-Kessel-
anlagen mit Kohlenstaubfeuerungen
eigener Bauart sind



in folgenden Kraftwerken in Betrieb:

Komm. Elektrizitätswerk Mark A.-G., Cunowwerk, Herdecke a. d. Ruhr
Städtische Elektrizitätswerke, Frankfurt am Main
Städtisches Elektrizitätswerk, Stuttgart
Gewerkschaft der Steinkohlenzeche Mont Cenis, Sodingen

BABCOCKWERKE OBERHAUSEN
RHEINLAND



Das Herz eines Dampf-
betriebes ist die Kesselanlage.

Einen Hauptfaktor
der Betriebssicherheit bildet die
Speisewasser-Versorgung der Kessel.

Wir lieferten für das Groß-
Kraftwerk Klingenberg u.a.

**2 Hochdruck-Zentrifugal-
Kesselspeisepumpen**

für Heißwasserförderung für eine
Leistung von $326 \text{ m}^3/\text{h}$ auf 40 at.
bzw. $435 \text{ m}^3/\text{h}$ auf 41,5 at bei
einer Drehzahl von 1470 pro Min.

KLEIN, SCHANZLIN & BECKER A.G.
FRANKENTHAL (PFALZ)

Gesamtes Verblendmaterial für das Großkraftwerk: Ilse-Eisenklinker



Hochhaus Großkraftwerk Klingenberg, Bln.-Rummelsburg

Architekten: Prof. Dr. Klingenberg und W. Issel
Gesamtes Verblendmaterial: Ilse-Eisenklinker

Über die architektonische Wirkung des Großkraftwerks Klingenberg, insbesondere über die Wirkung des zur Verblendung verwendeten Ilse-Eisenklinkers schreibt Herr Architekt Risk Breslau:

„In hervorragender Weise lösten die Architekten die äußere Gestaltung des Gesamtwerkes. Entsprechend der Zweckmäßigkeit und anpassend an die gegebenen Raumverhältnisse ist der Betrieb in verschiedenen Gebäudegruppen untergebracht, und hier haben es die Baumeister verstanden, eine in Einzel- und Gesamtwirkung äußerst ansprechende neuzeitliche Architektur zu treiben. Das Hauptbauelement, das Eisen, tritt besonders bei den großen Hallenbauten auch in der äußeren Gestaltung der Baulichkeiten in kräftigen und schönen Formen zutage, während beim Hochhaus und dem Gebäude für die 6000-Voltanlage, wie bei dem auf der anderen Straßenseite parallel laufenden 30 000-Volt-Schalt haus die Eisentragkonstruktion vollkommen von Klinkern ummantelt ist. Aber auch hier verleugnet die straffe Pfeilerteilung mit den oberen zusammenfassenden Schlußgliederungen und Bandgesimsen nicht die hochstrebende Eisenkonstruktion des Innenbaues.

Neben dem Eisen ist hier das in Erscheinung tretende Hauptbauelement der Klinker. Etwa zwei Millionen Klinker lieferte hierzu die Ilse-Bergbau Actiengesellschaft in Grube Ilse N./L., aus ihren Ziegeln, in Farben rotbraun bis zu den dunkelsten Tönen und in Normal- und Flachklinkerform.

Ebenso wie bei den schon erwähnten Hallenbauten mit ihren sichtbaren horizontalen und vertikalen, auch im Äußeren prächtig in der Architektur mitwirkenden Eisenfachwerkkonstruktionen sind die Klinker verwendet zu den großen, nicht von Fensterflächen in Anspruch genommenen Füllungen und sind dabei zu abwechslungsreichen Mustern zusammengestellt. Dabei kommen neben den Flächenzeichnungen die Farbnuancen der Klinker zu schönster Mitwirkung.

Fassadenklinker, Eisenschmelz-Verblendsteine und Formsteine

rein- und buntfarbig für moderne Fassaden in allen Formaten

**Tresorklinker
Wasserbauklinker, Fußboden-Klinkerplatten**

in verschiedenen Formaten

**Drainröhren,
hochfeuerfeste Schamottesteine, Radialklinker
Biberschwänze**

naturrede u. rotengobierte

Bauausführungen: Verwaltungs- und Fabrikgebäude der Knorrbremse A.-G., Berlin-Lichtenberg / Büro-Hochhaus der Firma A. Borsig G.m.b.H. Berlin-Tegel / Kraftwerk Oberschlesien, Bobrek bei Beuthen O.-S. / Fabrikgebäude der Ludwig Loewe A.-G. Berlin, Hutten- u. Wiebestraße / Kaufhaus Wertheim, Berlin-Moritzplatz / Altruss. Offizierskasino in St. Petersburg / Reichsdruckerei in Stockholm / Polizeipräsidentium Breslau / Großkraftwerk Rummelsburg / Tannenberg-National-Denkmal Hohenstein, Ostpreußen / Bürohäuser in Gelsenkirchen, Hamburg, Lübeck u. Bremen u. a. m.

JLSE-Bergbau-Actiengesellschaft

Ziegelei-Abteilung

GRUBE JLSE N.-L., EISENBAHNSTATION: GROSS-RÄSCHEN
Lübbenau — Kamenzer — Eisenbahn

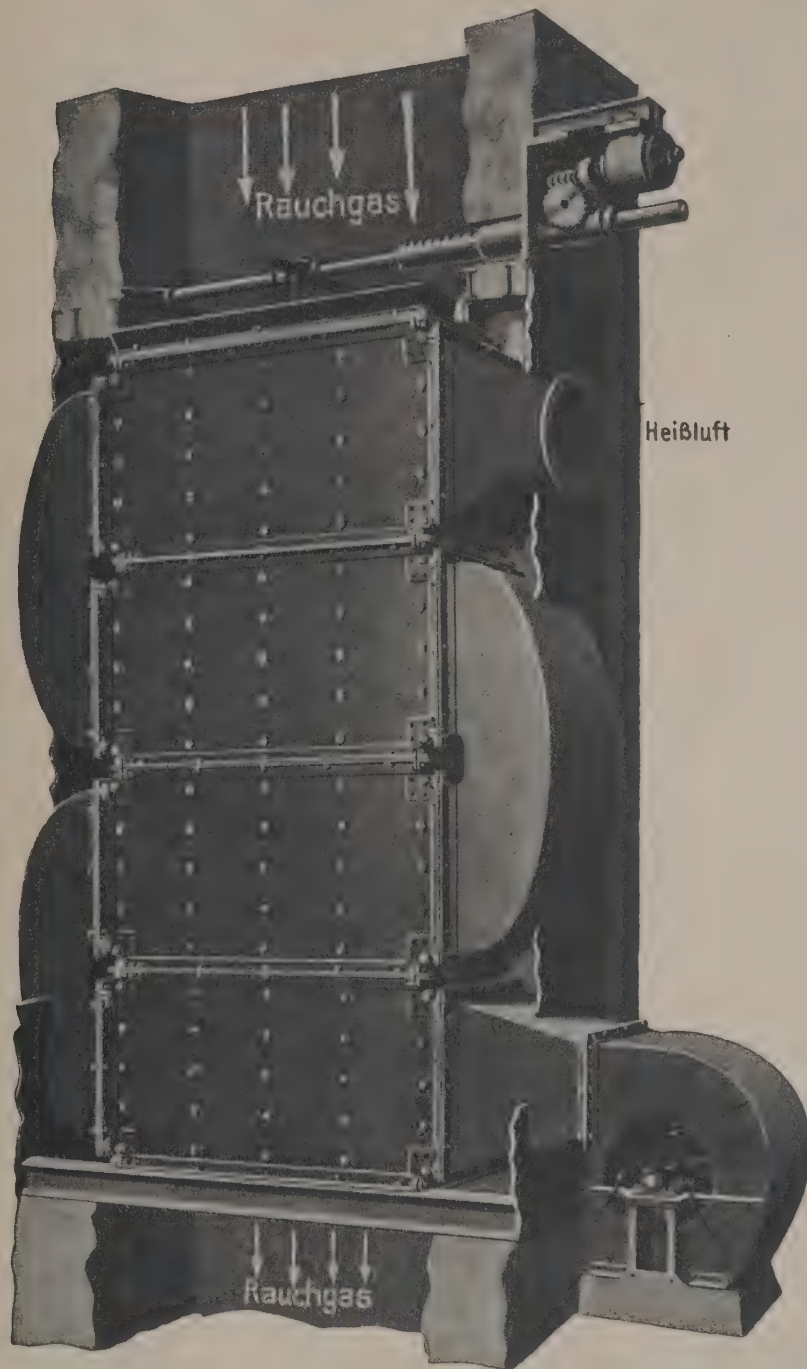
Fernsprech-Anschlüsse: Amt Senftenberg Sammel-Nummer 341 / Amt Groß-Räschen Nummer 14, 61 u. 62

UNERREICHTE LEISTUNG

150 000 m² Heizfläche

nach allen Erdteilen geliefert

D. R. P. und Auslandspatente



Keine rotierenden Teile

Econotherm-Anlage im
Kraftwerk Klingenberg

Econotherm - Lufterhitzer

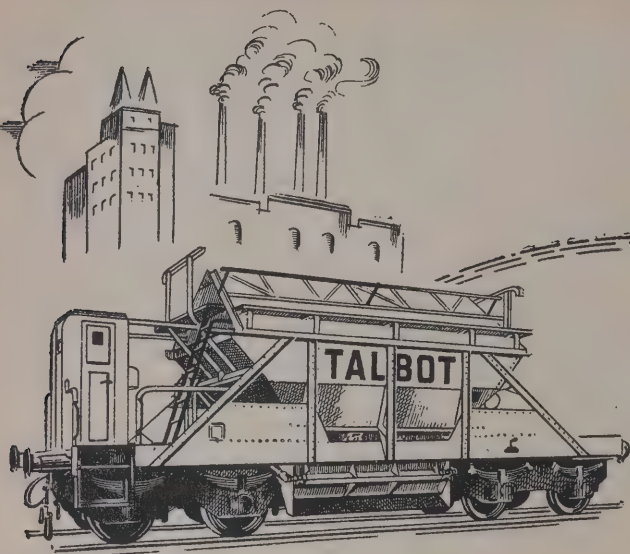
„Rotator“

G. m. b. H.

Erste Spezialfabrik für Rauchgaslufterhitzer

Berlin-Charlottenburg

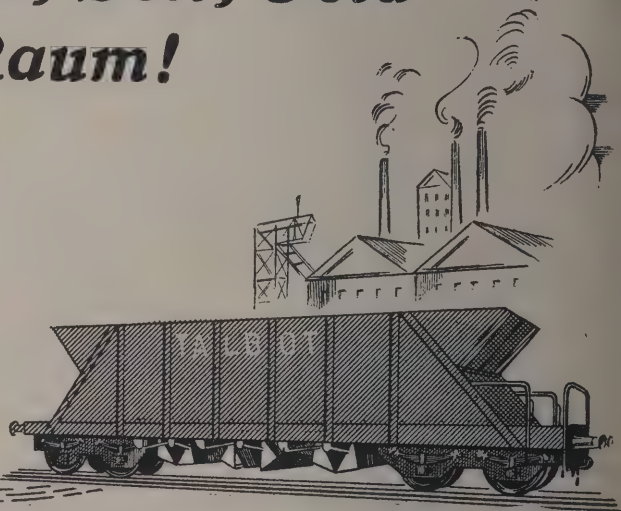
Droysenstraße 18



Talbotwagen

D. R. P.

*sparen Löhne, Zeit, Geld
und Raum!*



Gust. Talbot & Cie^{ie}_{m. b. H.} Aachen
Waggonfabrik

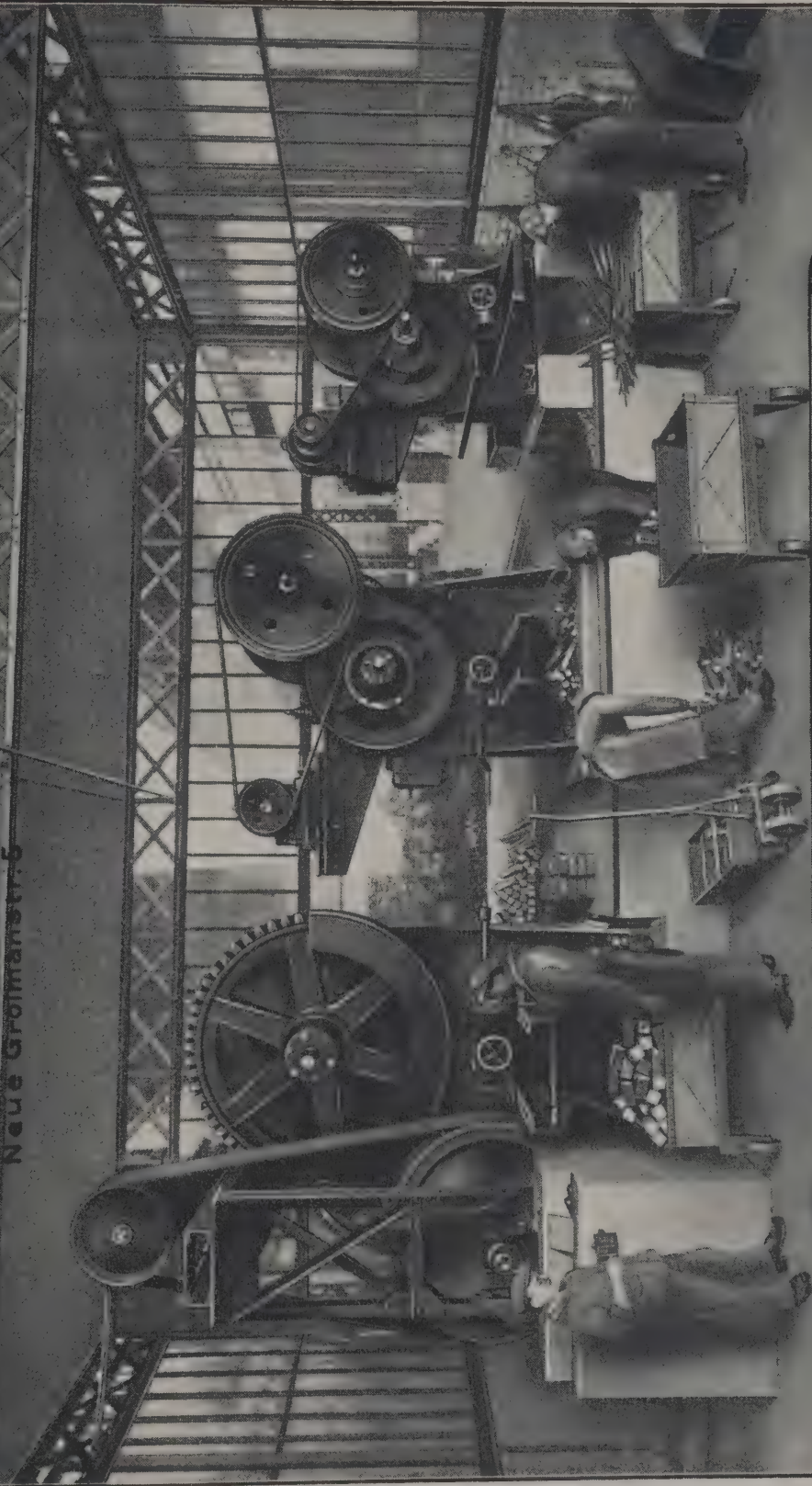
Berlin-Erfurter Maschinenfabrik

Henry Pels & Co.

Aktiengesellschaft

Berlin-Charlottenburg/2

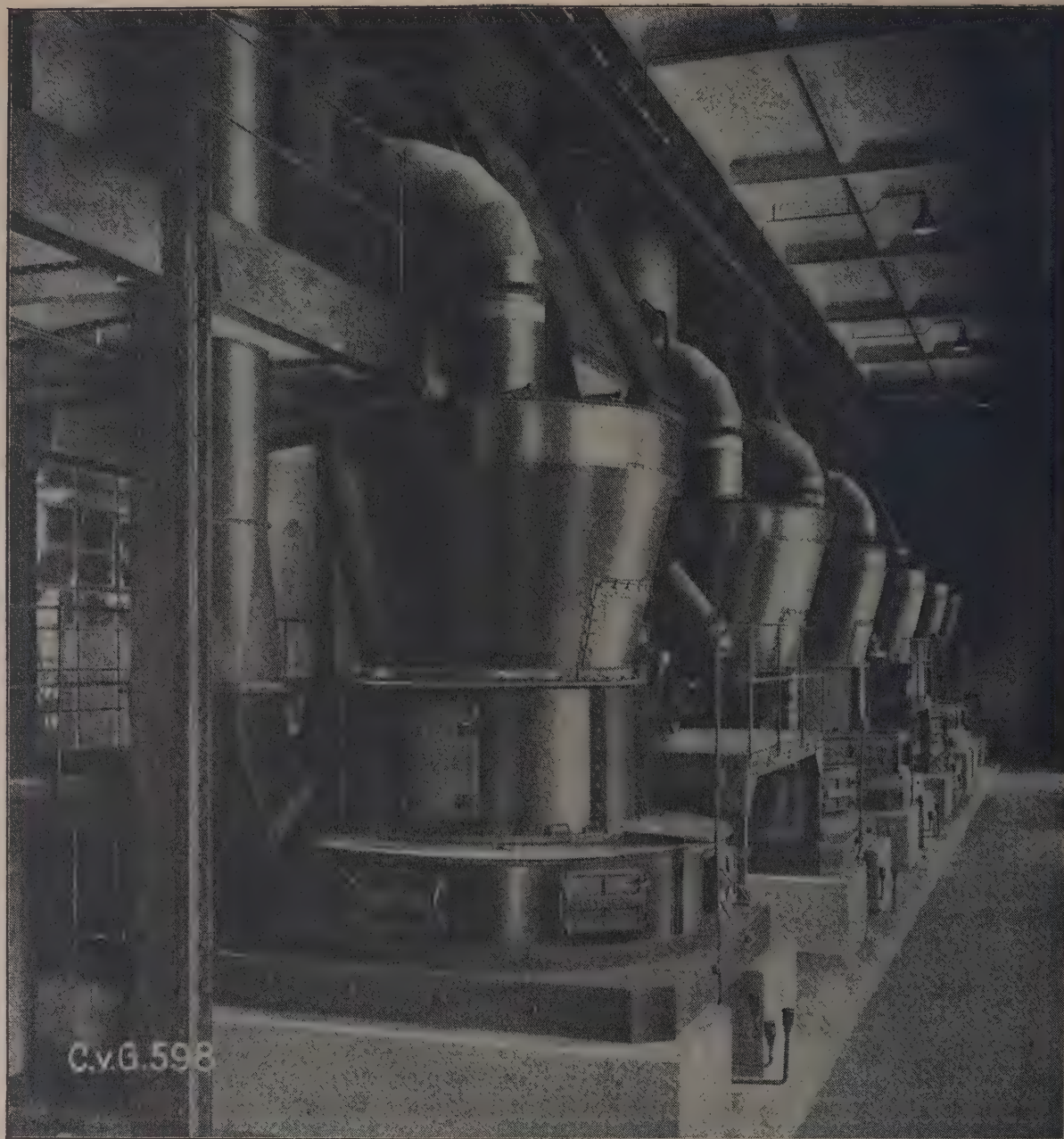
Neue Gröfmanstr. 5



Block-, Knüppel- und Platinenscheren
mit garantiert bruchsicherem Körper aus gewalzten S.-M.-Stahlplatten
bieten die beste Gewähr
für eine rationelle, einfache und betriebsichere Arbeitsweise.



1291

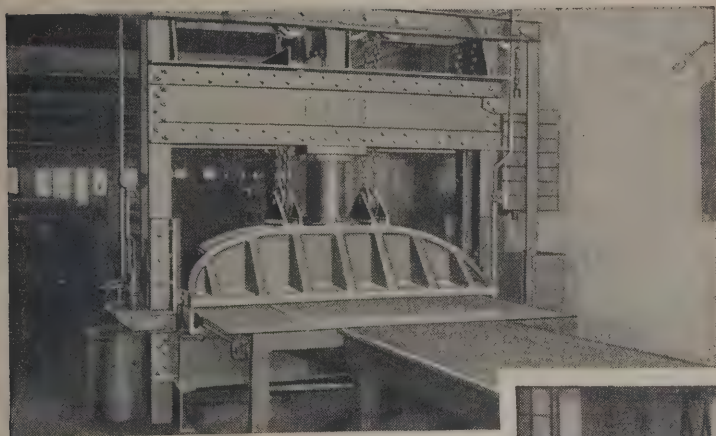


Kohlenstaub-Mahlanlage
im Großkraftwerk Klingenberg
Leistung ca. 100 000 kg stündlich

Curt von Grueber
Maschinenbau A.-G. • Berlin u. Teltow

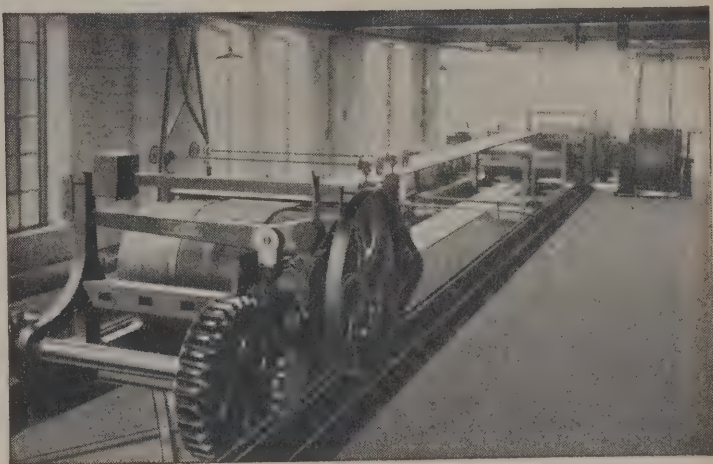
luckhaus Original

Qualitätsriemen erfordern sorgfältige Verarbeitung.



Hydraulische Leimpresse für einen Druck von 200 kg cm^2 und eine Riemenbreite von 2000 mm.

Einlauf- und Prüfmaschine mit automatischer Einstellung für 3-fache Belastung für Doppel- und Mehrfachriemen bis 2000 mm Breite.



Für hochwertige Antriebsriemen eignen sich am besten Mittelrückenbahnen junger süddeutscher Ochsen, die nach altem, bewährten Verfahren monatelang in der Eichenlohgrube ausgegerbt sind. Der Zurichtung des Leders und der Herstellung des Riemens muß besondere Sorgfalt gewidmet werden, um den hohen Beanspruchungen gewachsen zu sein, die an Motor-, Walzwerk- und Spannrollenriemen gestellt werden.

Doppel- und Mehrfachriemen werden bis zu einer Breite von 2000 mm unter der hydraulischen Presse geleimt. Durch den hohen Preßdruck von 200 kg cm^2 wird eine innige Verbindung der einzelnen Riemenbahnen gewährleistet.

Jeder Riemen kommt auf die automatisch arbeitende Einlaufmaschine und wird unter 3facher Überlastung einer sorgfältigen Prüfung auf einwandfreien Lauf unterzogen.

Jeder Riemen, der das Zeichen „LUCKHAUS-ORIGINAL“ trägt, stellt höchste Qualitätsarbeit dar und bietet die Gewähr für ein einwandfreies Arbeiten.

Außer diesen Riemen für Spezialantriebe stelle ich Normal-Kernledertreibriemen für jeden Verwendungszweck, ebenso Manschetten in jeder Ausführung her.

Bedienen Sie sich des kostenlosen Rates meiner Fachingenieure.

Frdr. Hanncke jun.

Abteilung Ledertreibriemenfabrik „LUCKHAUS-ORIGINAL“

Berlin-Tegel, Hauptstraße 21

Fernsprechanschluß: Amt Tegel 12 und 13 • Telegramm-Adresse: Hanncke Berlinter
Gegründet 1842

Vertreter und Lager:

Berlin SW 68:
Gebr. Leutert,
Friedrichstr. 43
Tel.
Dönhoff 5581/82

Düsseldorf:
Albert Wellmann,
Oststraße 157
Tel. 1440

Hamburg I:
Max Levers,
Hermannstr. 16
(Rütherhaus)
Tel. C 8, 0274

Magdeburg:
Reinhold Hinze,
Staßfurter Str. 1a
Tel.
Stephan 42230

Frankfurt a.M.:
Walter Jürgens,
Senkenberger Str. 7
Tel. Hansa 4781

Deutsch-Oesterreich, Tschechoslowakei u. Jugoslawien:
Paul Lohmann,
Wien I,
Doblhofgasse 9

Oberschlesische Rohrbau-Gesellschaft

Berlin SW 19

m. b. H.

Gleiwitz O.-S.

Kesselablaßleitung

Sicherheit — das Leitmotiv beim Bau des Großkraftwerks Klingenberg — war auch der Ausgangspunkt aller Erwägungen bei der Anordnung und Wahl des Materials für die Kesselablaßleitungen. Ausgehend von der Annahme, daß die ungünstigsten Betriebsbeanspruchungen beim Ablassen zusammen auftreten und wirken könnten, sind alle Ablaßleitungen nicht als einerseits offene, sondern geschlossene Rohrsysteme betrachtet und dem Kesseldruck entsprechend, innerhalb des Kesselhauses, für 37 Atm. Betriebsdruck ausgelegt worden.

Jeder Kessel hat durchschnittlich 16 Ablaßstellen, von denen je 8 wiederum zu beiden Seiten des Kessels zu einer kleineren Sammelleitung vereinigt und erst dann an den gemeinsamen Sammelstrang geführt werden.

Die einzelnen Hauptablaßstellen von den Untertrommeln und Schlammkästen sind durch Spezialventile besonders gesichert und weiterhin sind an den Anschlußstellen der beiden kleineren Sammelleitungen eines jeden Kessels an dem Hauptstrang nochmals Rückschlagventile eingebaut worden, welche ein Übertreten des Wassers von dem Hauptstrang bei wechselseitigem Anlassen verhindern.

Alle Leitungen sind so verlegt, daß sie der durch die Wärme hervorgerufenen Ausdehnung nach jeder Richtung hin Folge leisten können. Die Wahl der Werkstoffe erfolgte unter Berücksichtigung der Industrienormen, und zwar innerhalb der Gebäude nach Druckstufe D 40/W 64, im ersten Teil außerhalb des Gebäudes nach D 22/W 25 und im Auslauf-Abschnitt nach D 8/W 10. Für die Leitungen wurden durchweg nahtlos, warm-gewalzte Rohre

mit der jeder Druckstufe entsprechenden Wandstärke gewählt.

Zur Verbindung der einzelnen Rohre innerhalb der Gebäude dienen Gewindeflanschen und außerhalb der Gebäude Aufwalzflanschen: letztere jedoch nur soweit, als sie erforderlich waren, um die Leitungen in bestimmten Abschnitten auseinandernehmen zu können. Im übrigen wurden die Rohre zusammengeschweißt. Innerhalb der Gebäude wurden Schweißstellen prinzipiell vermieden, so daß alle Abzweige durch Formstücke gebildet werden. Als Material hierfür sowie auch für die Gehäuse sämtlicher Armaturen wurde besonders zäher Elektro-Stahlguß mit einer Festigkeit von 45 kg/qmm bei 22 vH Dehnung verwendet. Alle Flanschen für die Leitungen innerhalb der Gebäude sind mit Vor- bzw. Rücksprung ausgetüftet. Zum Abdichten der Flanschverbindungen wurden Original-Klingerit-Dichtungsringe benutzt, jedoch ergab sich schon nach kurzer Betriebsdauer die Notwendigkeit, diese Dichtungen auszuwechseln, da jedesmal beim Erkalten der Leitungen nach erfolgtem Ablassen die Schrauben der Flanschverbindungen so lose waren, daß sie sich mit der Hand drehen ließen. Durch das wiederholte Nachziehen der Schrauben wurden die Dichtungen zerstört. Die Erklärung für dieses Verhalten war darin zu suchen, daß die Festigkeit des Dichtungsmaterials nicht hoch genug war gegenüber dem Flächendruck, welcher durch das Anziehen der starken Flanschschrauben auf die kleine Dichtfläche ausgeübt wurde. Es wurden statt dessen Vollkupferringe mit rechteckigem Querschnitt eingebaut, welche dann zu keinerlei Beanstandungen mehr Anlaß gegeben haben.

Für die

Satt- und Heißdampf-Anschlußleitungen

für 37 atü, welche ständig unter dem hohen Kesseldruck stehen, wurde für die Rohre Material in Qualitätsausführung, mit einer Festigkeit von 42 bis 50 kg/qmm bei einer Streckgrenze von 12 kg/qmm bei 400 °C Temperatur verwendet.

Alle Leitungen sind bereits in Betrieb gewesen und haben vollkommen einwandfrei gearbeitet.

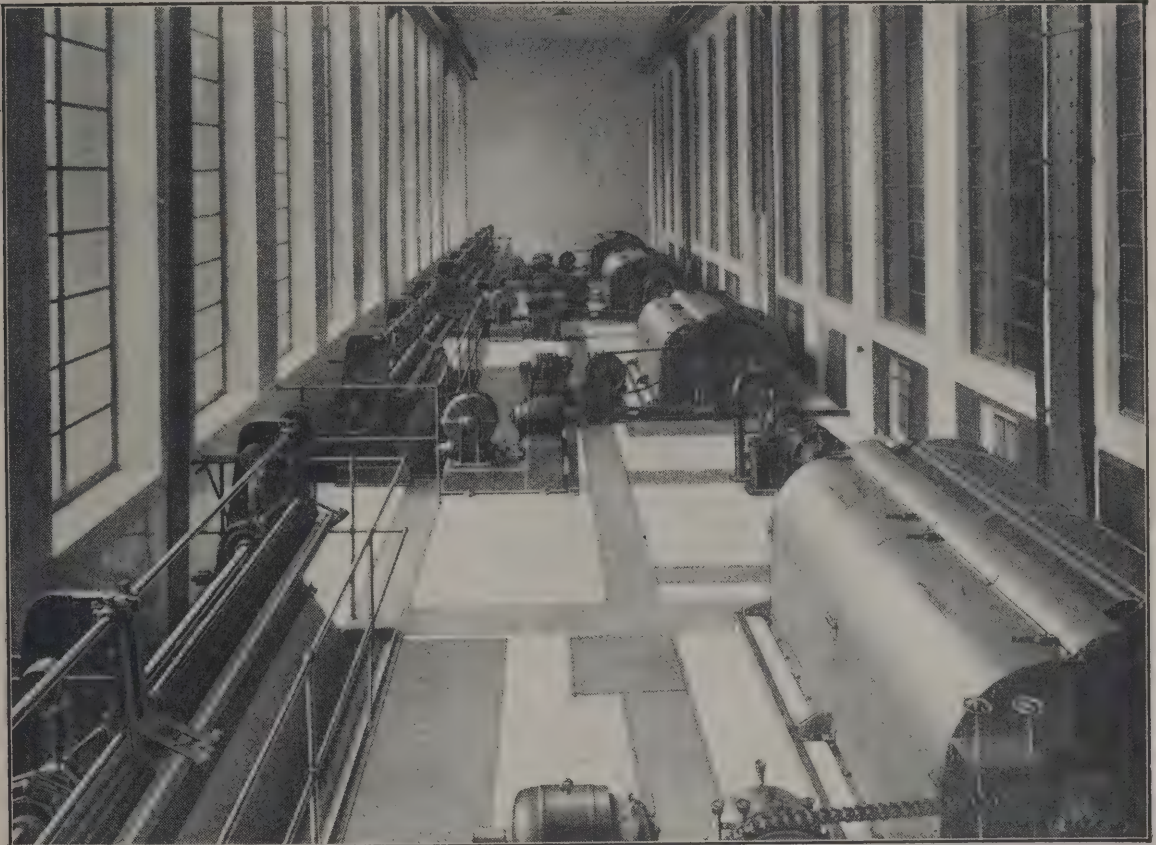
Allgemein kann gesagt werden, daß für die Rohrleitungen im Großkraftwerk Klingenberg das Vollkommenste geleistet worden ist, das nach dem heutigen Stande der Technik für dieses Spezialgebiet erwartet werden konnte, so daß selbst bei den ungünstigsten Betriebsverhältnissen, die vorübergehend durch besondere Umstände eintreten können, unbedingte Betriebssicherheit der Rohrleitungsanlage gewährleistet ist.

Hochdruckrohrleitungen

Geiger'sche Fabrik ^{G.m.b.H.} Karlsruhe

**Spezialität: Komplette Rechen- und Siebanlagen
für Kühlwasser-Reinigung von Dampfkraftzentralen,**

**zur Reinigung von Nutzwasser und Abwasser,
bei Wasserkraftanlagen, industriellen Betrieben und Städtekanalisationen,
einschließlich aller zugehörigen Absperrvorrichtungen.**



Kühlwasser-Reinigungsanlagen Großkraftwerk Klingenberg, Rummelsburg/Berlin

**Feststehende Schlitzrechen mit maschineller Abbürstvorrichtung
Umlaufende Siebbandrechen mit Außen- und mit Innen-Beaufschlagung
Siebschaufelräder — Siebscheiben — Siebtrommeln.
Abwasser-Reinigung nach dem Abspülverfahren.**

**Rund 200 Rechen- und Siebanlagen
mit Leistungen bis zu 48 cbm/sek.**

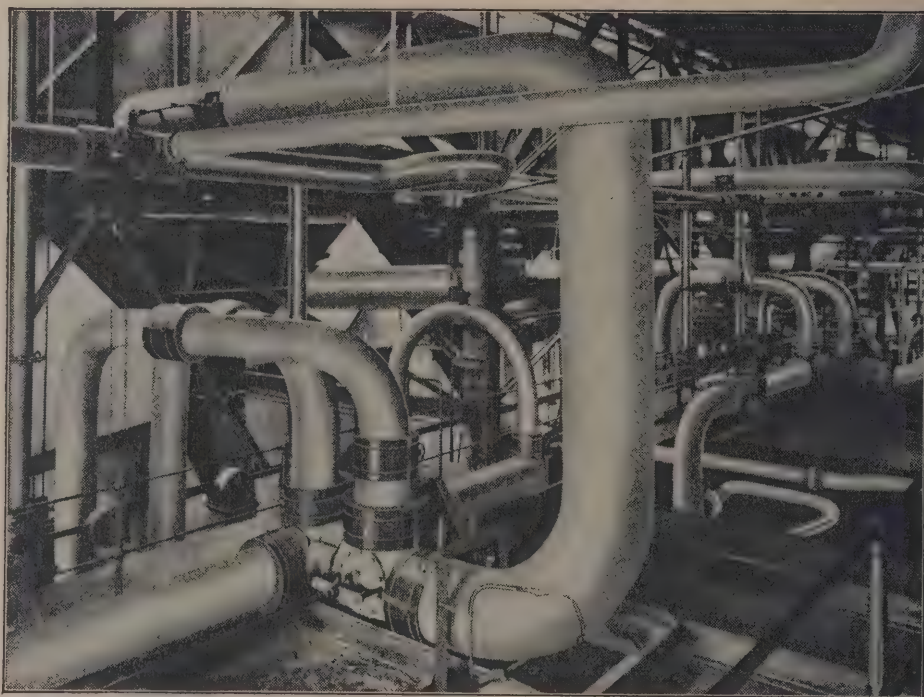
im In- und Ausland in Betrieb, u. a.

bei den Großkraftwerken Amsterdam — Moabit u. Klingenberg-Berlin — Bremen — Buenos-Aires — Frimmersdorf — Genua/Sampier d'Arena — Gersteinwerk/Stockum — s'Gravenhage — Hamburg — Hattingen/Ruhr — Herdecke — Hirschfelde i./Sa. — München — Prag — Stettin usw.

E. Otto Dietrich

Rohrleitungsbau A.-G.

Bitterfeld.



Hochdruck-Dampfleitung **35 atü** für ein Wärmekraftwerk



Montage einer Rohrleitung — Wasserkraftwerk in Norwegen

Industriebau-Held & Francke

Aktiengesellschaft

Hochbau · Tiefbau · Siedlungsbau · Eisenbetonbau

Hauptgeschäft: Berlin W 15, Knesebeckstraße 59/60

Fernsprecher: Amt Bismarck 9880-9887

Zweiggeschäfte: Breslau / Dortmund / Halle a.S. / Hamburg

Gleiwitz / Görlitz / Waldenburg i. Schlesien



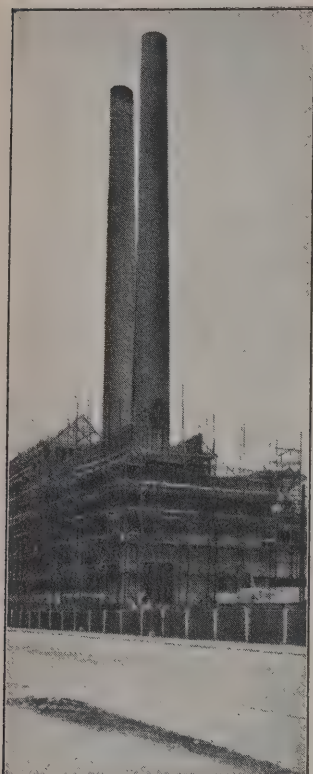
Im Großkraftwerk Klingenberg wurden von uns ausgeführt:

Maurerarbeiten:

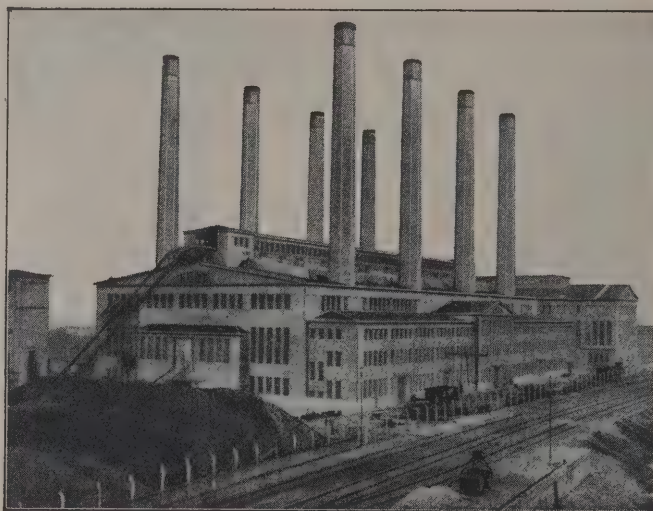
Maschinenhaus, Vorbauten, 2 Kesselhäuser und Vorwärmanlage, Werkstätten und Lagergebäude und Ölzentrale

Eisenbetonarbeiten:

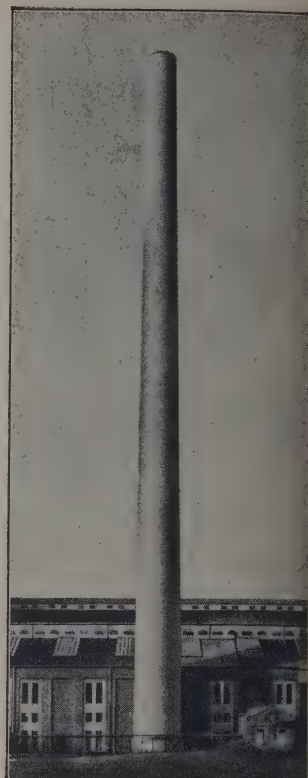
Einkaufbauwerk für das Maschinenkühlwasser, Ein- und Auslaufkanäle, Sieb- und Pumpenhäuser für die Reinigung des Seewassers, Transformatorenhäuser, Kabelkanäle und Kabelräume mit Dichtung gegen Grundwasser, Fundierung der Schalthäuser, Kohlenmahlanlage, Fußboden- und Aschenkanäle für die Kesselhäuser, Aschenabsatzbecken, Fundamente der Kohlentransportanlage, Kohlenschüttgrube, Brechergebäude nebst Drehscheibenanlage, sowie sämtliche Massivdecken der oben genannten Hochbauten.



Stadt Elektricitätswerk München
Reservekraftwerk Isartalstraße
2 Eisenbetonschornsteine
100 m hoch, 4,2 m o.l.W.



Großkraftwerk Mannheim
8 Eisenbetonschornsteine, achteckig, 55 m hoch, 2,5 m o.l.W.



A. Riebeck'sche Montanwerke, Halle
Kraftwerk Theissen
1 Eisenbetonschornstein
116 m hoch, 4,6 m o.l.W.

Unser Tätigkeitsgebiet:

Eisenbetonschornsteine D.R.P.

Seit 1910 9000 stgdm. erbaut, darunter 18 Stück von 100—134 m Höhe und 5,50 m o.l.W. RISSEFREI, langjährige Garantie.

Schornsteine aus Ziegelstein

ca. 2000 der verschiedensten Dimensionen ausgeführt.

Dampfkesselteinmauerungen aller Systeme

Haltbare Zündgewölbe, 20000 Betriebsstunden bei Wanderrostfeuerungen nachweislich erreicht. Für einen Konzern allein 118 Steilrohrkessel eingebaut.

Hängedecken eigenes System D.R.P.a.

Die ersten Ausführungen sind bereits über 10000 Stunden im Betrieb, ohne jede Reparatur. Größte ausgeführte Decke lichte Spannweite von 8,88 m für Kohlenstaubzusatzfeuerung.

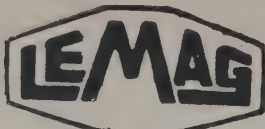
Säurekammine eigenes, erprobtes System

Bereits für salpetersäure-, salzsäure-, schwefelsäurehaltige Dämpfe mit Temperaturen von nur 200°C in den größten Dimensionen ausgeführt. Garantie für Haltbarkeit.

Für alle Erzeugnisse Referenzen der größten Firmen.

CHRISTOPH HERRMANN & SOHN, MANNHEIM

Geschäftsursprung 1855



Schutzmarke

Wirtschaftlichkeit in der Energie-Erzeugung und im Energie-Verbrauch bedingen eine ständige Betriebsüberwachung mit den hierfür in Betracht kommenden

Meßgeräten

wie

Indikatoren

Patent Lehmann, für jeden Druck und jede Tourenzahl.

Lokomotiv-Indikatoren

System Lehmann, mit elektr. Fernbetätigung.

Arbeitszähler

nach Prof. Dr.-Ing. Gumbel (planimetrierende Indikatoren)

Spezial-Indikatoren

für fortlaufende Diagramme, Zeitdiagramme, Kurbel- und Kolbenweg-Diagramme usw.

Drehschwingungsmaschine

nach Prof. Dr.-Ing. O. Föppl — Dr.-Ing. Busemann zur Bestimmung der Schwingungsfestigkeit und Dämpfungsfähigkeit (Zähigkeit) von Werkstoffen aller Art.

Tachometer und Zähler

Tachometer und Tachographen, Hub- und Umdrehungszähler für alle Zwecke.

Torsiograph

nach Dr.-Ing. J. Geiger zur Bestimmung und Registrierung des Ungleichförmigkeitsgrades, der Winkelabweichung, kritischer Drehzahlen (Torsionsschwingungen) usw.

Vibrograph

nach Dr.-Ing. J. Geiger zur Ermittlung und Registrierung aller auftretenden Schwingungen und Erschütterungen von niedrigen bis zu den höchsten Frequenzen.

Spannungsmesser

nach Dr.-Ing. J. Geiger zur Ermittlung und Registrierung von statischen und dynamischen Spannungen und Dehnungen, Durchbiegungen, Stößen usw.

Registrierapparate

zum Messen von Beschleunigungen, zur Untersuchung von Brennstoffpumpen, Preßluftwerkzeugen, überhaupt aller rasch erfolgenden Bewegungsvorgänge.

Feinmeßgerät

nach Dr.-Ing. J. Geiger zum Messen statischer Spannungen bis zu einer 200000fachen Vergrößerung.

Ausführliche Literatur steht Interessenten kostenlos zur Verfügung.

Lehmann & Michels, Abt. P, Hamburg-Schnelsen
Erste Spezialfabrik für technische Meßgeräte und Feinarmaturen

Vertreter in allen Kulturstaaten.

Neue Bücher über Dampfturbinenbau

Die neuzeitliche Dampfturbine

von

Professor Dr.-Ing. E. A. Kraft

Gr.-89, IV/124 Seiten mit 198 Abbildungen

Preis broschiert RM 5,80, gebunden RM 7,50. Für VDI-Mitglieder RM 5,20 bzw. RM 6,75

I N H A L T:

I. Die Mittel zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit: 1. Die Vergrößerung des Wärmegefälles 2. Die Verbesserung des Arbeitsvorganges in der Turbine 3. Die Verbesserung des Turbinenwirkungsgrades II. Die Richtlinien für den Entwurf von Dampfturbinen hoher Wirtschaftlichkeit III. Die Anwendung der Richtlinien auf den Bau der Dampfturbinen: 1. Der unmittelbare Turboantrieb 2. Der mittelbare Turboantrieb IV. Die neueren Baustoff- und Festigkeitsfragen.

„Aus dem Schatz jahrzehntelanger Erfahrung gibt der Verfasser einen Überblick über die letzten Bestrebungen im Dampfturbinenbau und nimmt kritisch Stellung dazu. Von besonderem Wert sind die Abschnitte über einige noch heftig umstrittene Sonderfragen, da sie sich ganz auf praktische Erfahrungen stützen.“ (Centralblatt der Hütten- und Walzwerke).

Amerikas Dampfturbinenbau

von

Professor Dr.-Ing. E. A. Kraft

Gr.-89, IV/116 Seiten mit 125 Abbildungen

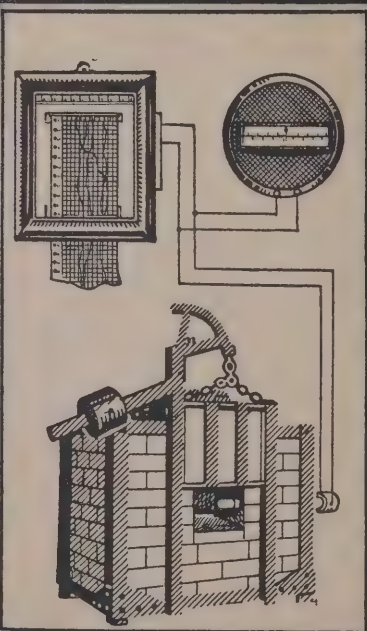
Preis gebunden RM 14,- Für VDI-Mitglieder RM 12,60

I N H A L T:

I. Turbinenentwurf: 1. Betriebssicherheit 2. Wirtschaftlichkeit II. Turbinenbau: 1. Bauarten 2. Baustoffe und Beanspruchungen 3. Herstellungsverfahren III. Turbinenbetrieb: 1. „Record“ 2. „One spare is no spare“.

„Das Buch steht wie die früheren Veröffentlichungen Krafts in der Behandlung des Stoffes und der klaren Schreibweise auf voller Höhe; es verdient auch die Beachtung der im Kraftwerksbau Tätigen, die neben den Dampfturbinenbauern daraus wertvolle Anregungen gewinnen werden.“ (Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien)

Bestellungen bitten wir zu richten an die

VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus


Offen Immersion Temperaturmessung
ohne Entwicklungsstellen und
ohne Optik Einrichtungen!

WIR LIEFERN SEIT MEHR ALS 30 JAHREN

Thermoelekt. PYROMETER

ZUM MESSEN VON TEMPERATUREN BIS 1600°

Elekt. FERNTHERMOMETER

ZUM MESSEN VON TEMPERATUREN VON -200° BIS +700°



Beide
 Instrumente
 auch mit Registrier-
 u. Signaleinrichtung

**W.C. HERAEUS G.M.
 HANAU B.H.**

Wasserdichtes Meßgerät für
 6 Anschlüsse

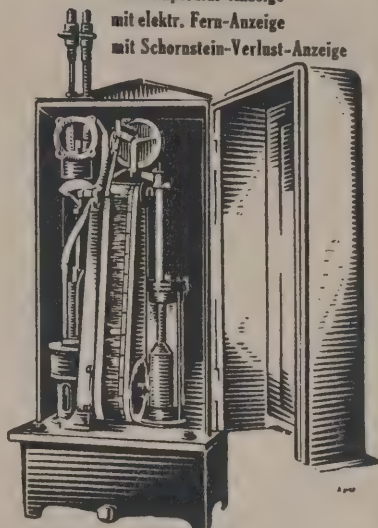


F. Eckardt & Co. A.G.

DAMPFMESSE
BELASTUNGSMESSE
DRUCKREGLER
KONDENSTOPF-
KONTROLLAPPARATE
ZUGMESSE
VENTURIMESSE

Rauchgasprüfer

mit Temperatur-Anzeige
mit elektr. Fern-Anzeige
mit Schornstein-Verlust-Anzeige



KESSELSPEISE-
WASSERMESSE
RAUCHGASPRÜFER
MANOMETER
THERMOMETER
ANZEIGEND &
REGISTRIEREND



Stuttgart-Cannstatt



NEUZEITLICHE
GROSSLEISTUNGSBATTERIE
IN STEINZEUGKÄSTEN
AUF STEINZEUGUNTERSÄTZEN
TYPE E 160, KAP. 5830 AH.

Ähnliche und größere Anlagen
wurden geliefert für viele Betriebe
der Reichspost

und für die Elektrizitätswerke
der Städte

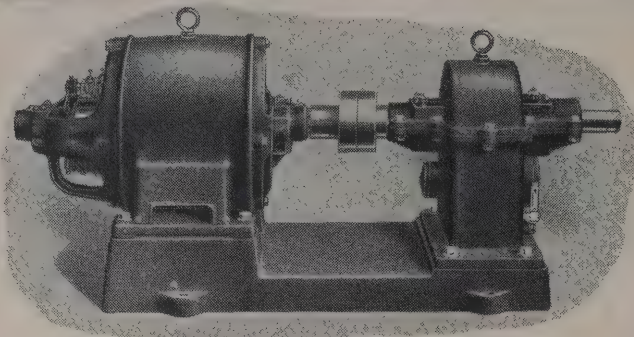
BERLIN · LEIPZIG · BREMEN
DORTMUND · AACHEN · FREIBURG
PFORZHEIM · KONSTANZ · ULM

U. A.

**ACCUMULATOREN · FABRIK
WILHELM HAGEN
SOEST**

ABTEILUNGEN:

Berlin · Leipzig · Frankfurt a. M. · Stuttgart



Motor mit Heuergetriebe

Heuergetriebe

sind **Drehzahlminderer**

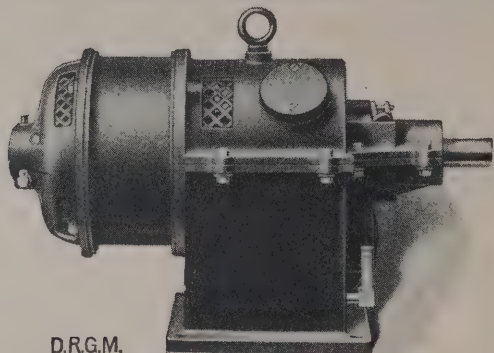
mit festen oder veränderlichen Drehzahlen

für Übersetzungen von 2:1 bis 1000:1

für Übertragungen von 0,5 PS bis 1000 PS

Tausende in der ganzen Welt verbreitet

Man verlange Preisliste!



D.R.G.M.

Heuergetriebe

mit angeilanschem Motor

ist der idealste direkte Antrieb für

langsamlaufende Maschinen, sie sind

lieferbar für jede niedrige Drehzahl

und für jede Leistung, Stromart und

Spannung

Preisliste auf Wunsch!

Saxoniawerk Paul Heuer Dresden 16v

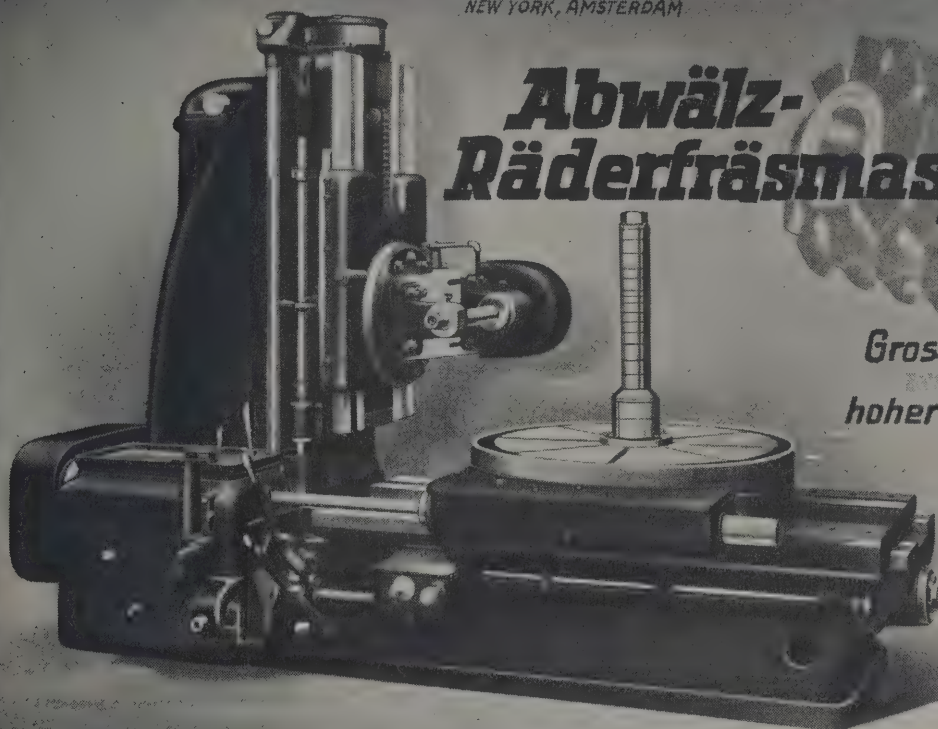
"Klingerit"

anerkannt einzig beste Dichtung für
höchsten Dampfdruck u. überhitzten Dampf
Klingerit schützt vor Betriebsstörungen

Rich. Klinger · Aktiengesellschaft · Berlin-Tempelhof

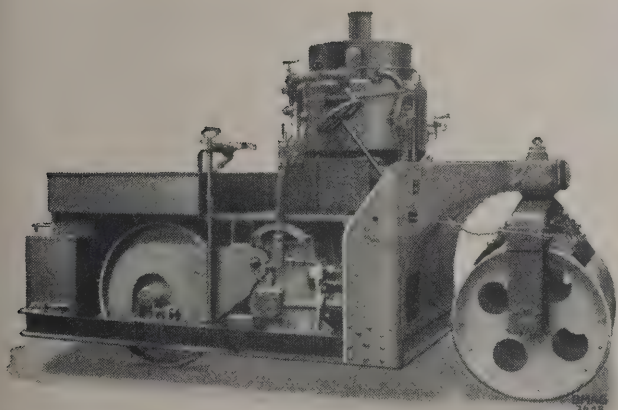
SCHUCHARDT & SCHÜTTE A.G.

BERLIN G 2. SPANDAUERSTR. 28-29.

NIEDERLASSUNG: KÖLN 4 RH. GEREONSHAUS. EIGENE HÄUSER IN: WIEN, BUDAPEST, PRAG, STOCKHOLM, KOPENHAGEN, MAILAND, SOERABAJA
NEW YORK, AMSTERDAM**Abwälz-
Räderfräsmaschine
TO***Grosse Leistung
bei
hoher Genauigkeit***SCHWARTZKOPFF****Heißdampf-Straßenwalzen
Heißdampf-Tandemwalzen
Motorwalzen**

Straßenaufreißer
Wohn- und Gerätewagen
Wasserwagen
Fahrbare Wasserpumpen

Regelausführungen vom Lager
oder kurzfristig lieferbar



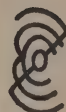
**Berliner Maschinenbau-Actien-Gesellschaft
vorm. L. Schwartzkopff / Berlin N 4**

E. ZWIETUSCH & CO

G. M. B. H.
CHARLOTTENBURG 2

ROHRPOST-
SEILPOST-
UND FÖRDERBAND-
ANLAGEN

SIND
UNENTBEHRLICH
IN NEUZEITLICHEN
BETRIEBEN



**Hohe
Leistung**



**Hohe
Sicherheit**

Betonpfahl System Mast

4000 m in 5 Wochen für die
70000-kW-Turbinen des
Großkraftwerks Klingenberg
gerammt

Beton- u. Tiefbauges. Mast, Berlin SW 68

KRANBECKER



K R A N E  **A U F Z Ü G E**
V E R L A D E A N L A G E N

E. BECKER, MASCHINENFABRIK, BERLIN-REINICKENDORF-OST 6



VENTILATORZUG

Für 8 Großdampfkessel
mit 14000 qm Kesselheizfläche werden im

GROSSKRAFTWERK KLINGENBERG

4 Ventilatorzuganlagen mit
Gehäuseregulierung
Bauart Finsterbusch erstellt
Schloßhöhe 70m über Fluß

**GESELLSCHAFT FÜR
VENTILATORZUG m.b.H.**
BERLIN-CHARLOTTENBURG 4
Wilmsdorfstr. 76

GIERING

EIGENE MASCHINENFABRIK UND EISENKONSTRUKTIONS-WERKSTÄTTEN

BLEICHERT TRANSPORTANLAGEN

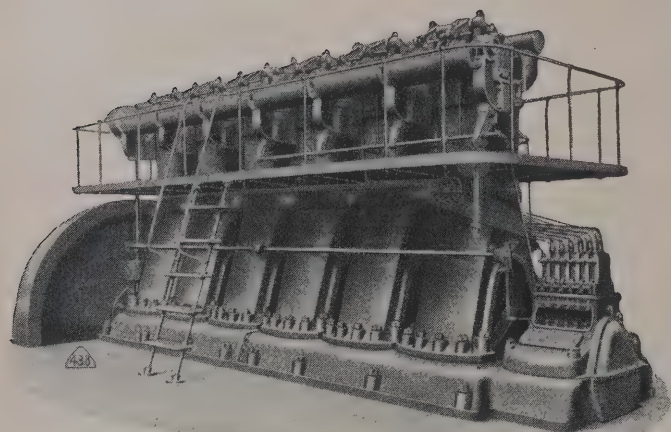


Halden-Drahtseilbahn nach Vorziehen des Vorschubwagens beim Einbau eines neuen Joches.

ADOLF BLEICHERT & CO. A. G. LEIPZIG
DRAHTSEILBAHNEN · KABELKRANE · NAHFÖRDERMITTEL

Bleichert-Halden-Drahtseilbahnen können durch den Vorschubwagen mit geringstem Zeitaufwand vorgestreckt werden. Die Verwendung von Jochstützen sichert die Instandhaltung beim Senken der Halde.

M · W · M



KOMPRESSORLOSE DIESELMOTOREN

VON 5-1500 PS



KOMPRESSORLOSE
GROSS-DIESELMASCHINE
1200 PS LEISTUNG

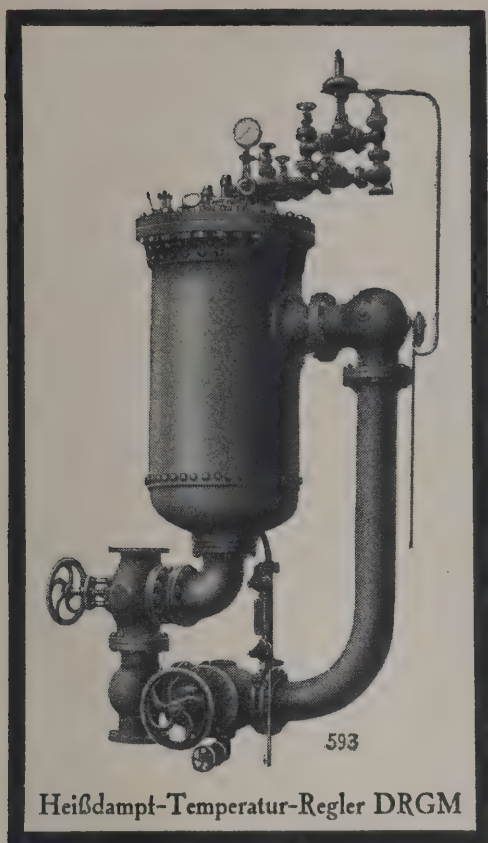


MOTOREN-WERKE MANNHEIM A-G

VORM · BENZ · ABT · STATIONÄRER MOTORENBAU

FERNSPRECHER 34821

DRAHTANSCHRIFT: ALTERBENZ



Die automatische Heißdampf-Temperatur-Regulierung ist besser

als die Hand- oder sonstige Regulierung. Die Handregulierung zeigt größte Mängel und genügt nicht allen Anforderungen. Sie verursacht Betriebsstörungen, Unglücksfälle und sonstige Verluste.

Unser neuer

automatisch arbeitender

Heißdampf-Temperatur-Regler DRGM

wird in die Dampfleitungen eingebaut. Mit ihm sind tieferliegende Heißdampftemperaturen auf 5–10 Grad genau einzuhalten, ganz unabhängig von der Temperatur des Dampfes, wie er aus den Ueberhitzern kommt.

Heißdampf höchster Temperatur kann bis auf Sattedampf herunter gekühlt werden.

Ein Mitreißen des eingespritzten Wassers ist ausgeschlossen.

Der Regler findet entweder allein oder in Verbindung mit einem Druckregler Verwendung. Er benötigt nicht mehrere Kessel (wie früher bei modernen Heißdampf- und alten Sattedampfmachines), sondern nur einen Kessel, der den Forderungen der modernen Heißdampfmaschinen entspricht. Auch dort, wo niedrig gespannter Sattedampf für Kochzwecke erforderlich ist, wirkt er nutzbringend. Durch den Regler, in Verbindung mit einem Reduzierventil, wird die sonst erforderliche Niederdruckdampfanlage umgangen.

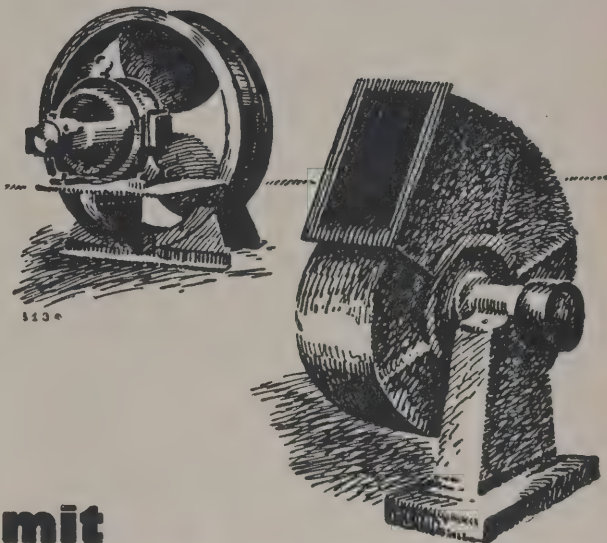
Der Regler vereinfacht die Kesselanlage bei besserer Ausnutzung. Er funktioniert einwandfrei und sicher; er ist im Dauerbetrieb erprobt.

Verlangen Sie ausführliche Druckschriften Nr. 489/2 und Vorschläge kostenlos und unverbindlich.



Främb's & Freudenberg
Schweidnitz

Schilde Ventilatoren



mit großen technischen Verbesserungen

theoretisch genau berechnet und auf Grund über 50 jähriger Praxis gebaut!

Patent-Hohlachsenlagerung mit ihren großen Vorteilen!

Vorzügliche Ausführung nach Toleranz-Normalien

Ausblasöffnung des Gehäuses in jeder Richtung verstellbar

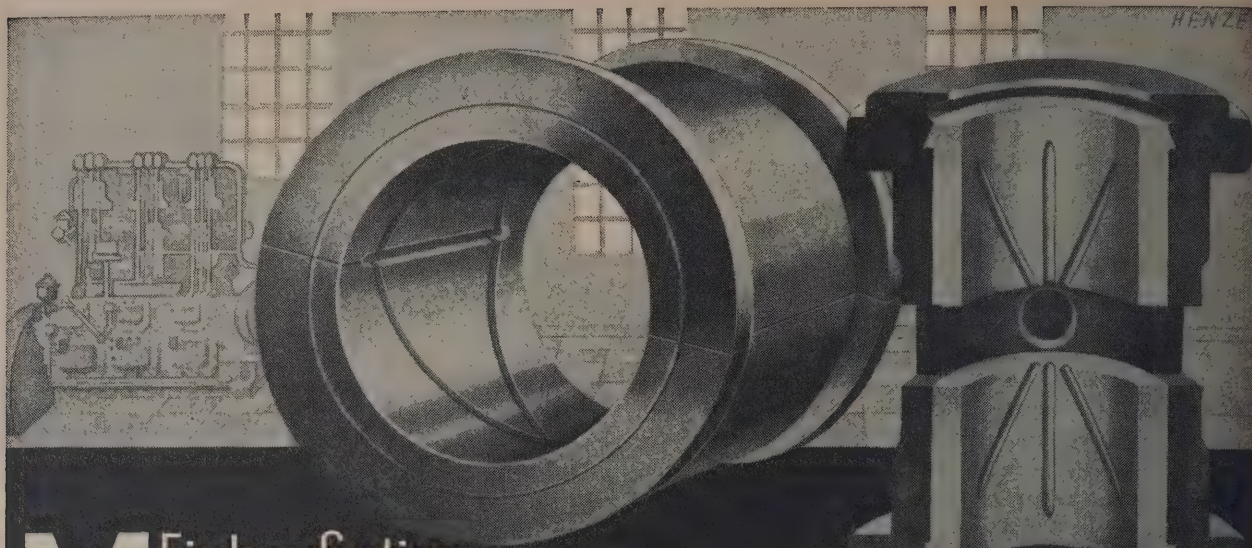
Saugöffnung bzw. Riemenscheibe nach beliebiger Seite auswechselbar

Geringe Betriebskosten,
Hoher Nutzeffekt
Niedere Anschaffungskosten,
Kurze Lieferzeit

Unsere hohen Leistungsangaben sind nach sorgfältig ausgeführten Reihenversuchen auf dem Prüfstand festgelegt und daher durchaus verlässlich

Verlangen Sie Liste V 486

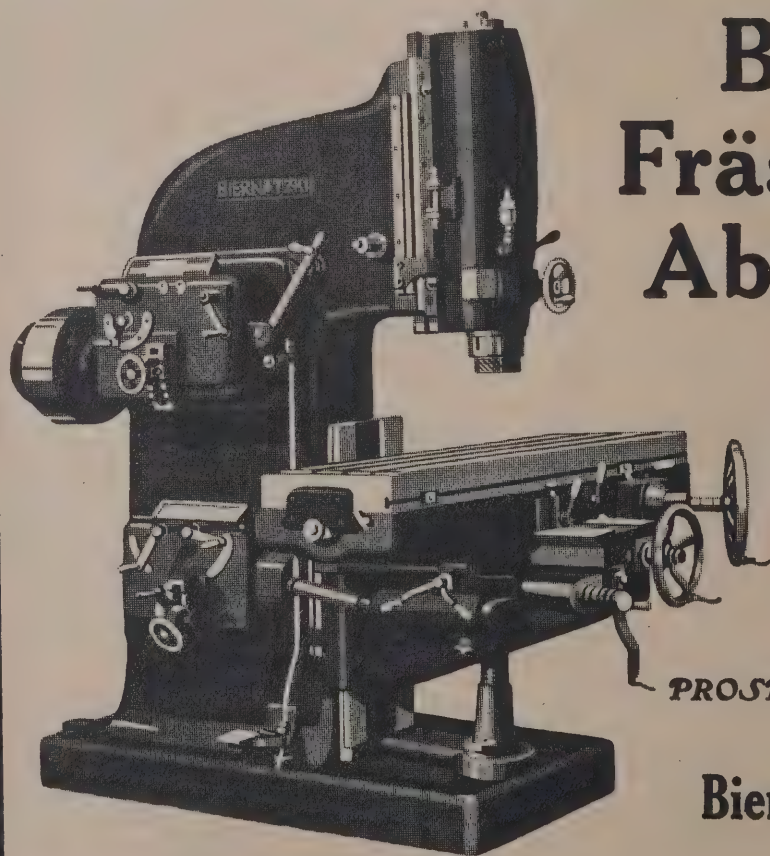
Benno Schilde, Maschinenbau-Akt.-Ges.
Hersfeld (H.-N.)



Einbaufertige Maschinenlager

für Dampf-, Gasmaschinen, Kompressoren und Motoren jeglicher Art. • Beste Materialanwendung, fachmännisch genaueste Ausführung in Anpassung an jede Betriebseigenheit. • Bewährt bei hohen Lagerbeanspruchungen, stark wechselnden Drücken und hohen Zapfengleitgeschwindigkeiten. Größte Betriebssicherheit und längste Lebensdauer. • Der Bezug fertiger, sachgemäß ausgeführter Lager bedeutet für den Besteller eine Vereinfachung in der Beschaffung, Ersparnis und Betriebsvorteile

GLYCO-METALL-WERKE DAELEN & LOOS SCHIERSTEIN A.RH.



Biernatzki Fräsmaschinen Abstechbänke

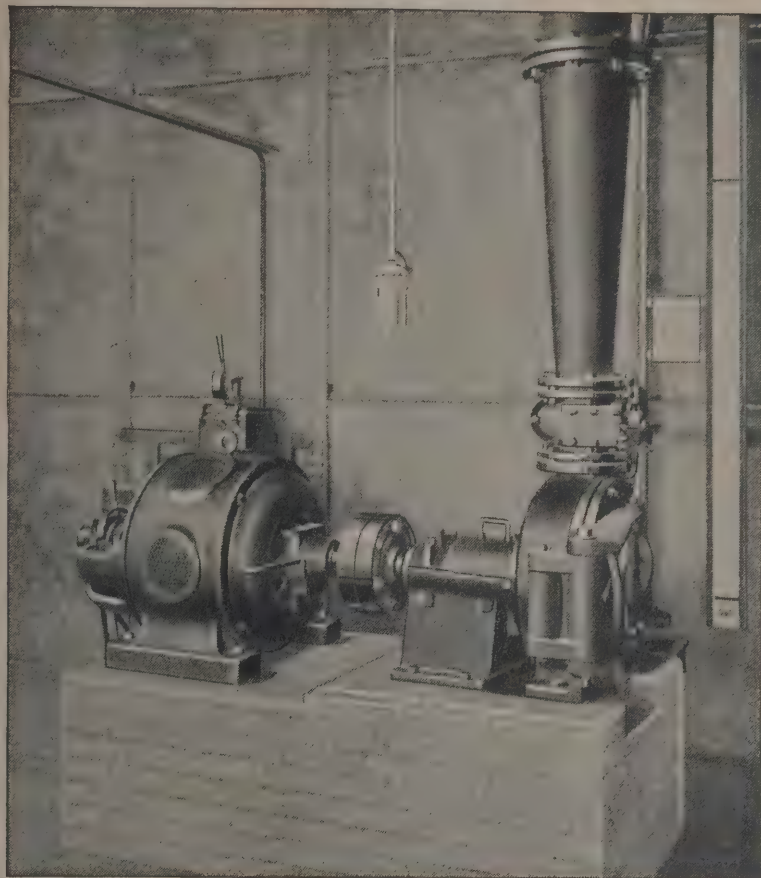
Unsere Spezialitäten:

**HORIZONTAL-, UNIVERSAL-,
VERTIKAL-, SPIRALBOHRER-
UND RÄDERFRÄSMASCHINEN**

**HOCHLEISTUNGS-
ABSTECHBÄNKE**

PROSPEKTE IN ALLEN SPRACHEN

Biernatzki & Co., Chemnitz
Werkzeugmaschinenfabrik

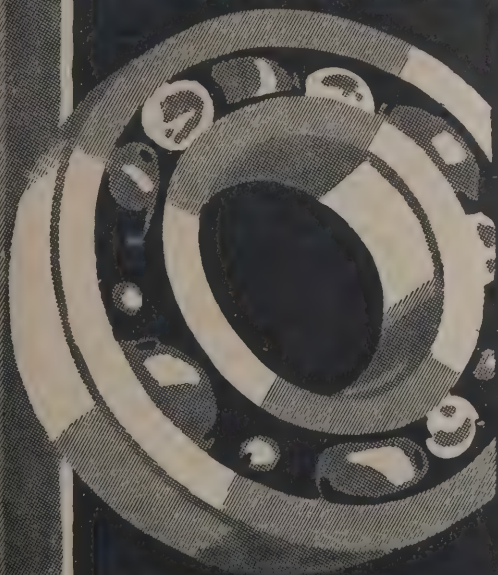


WEISE SÖHNE HALLE, S.

Stopfbüchslöse Rheinhütte- Zement-Schlammpumpe (D.R.P. und Auslandspatente)

Zahlreiche Lieferungen für die Zementindustrie des In- und Auslandes ausgeführt. Pumpen teilweise seit 2 Jahren in einwandfreiem Dauerbetrieb. Verschleiß der Laufteile nachweisbar gering. Das Bild zeigt eine solche Pumpe für eine Leistung von 2000 l/min. Zementschlamm mit nur 38% Wasserzusatz, für 30 m Förderhöhe und für automatischen Betrieb in einer bekannten Portland-Zement-Fabrik Norddeutschlands.

FS
KUGELLAGER



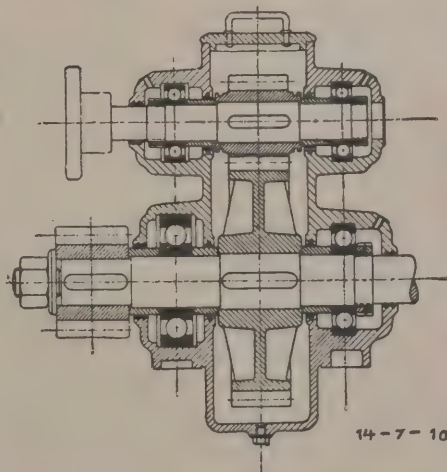
in Getrieben von Hebezeugen.

Große Kraftersparnis, da viele Lagerstellen vorhanden.

Exakter Eingriff der Zahnräder

Einfache Wartung.

Höchste Betriebs-sicherheit



14-7-1α

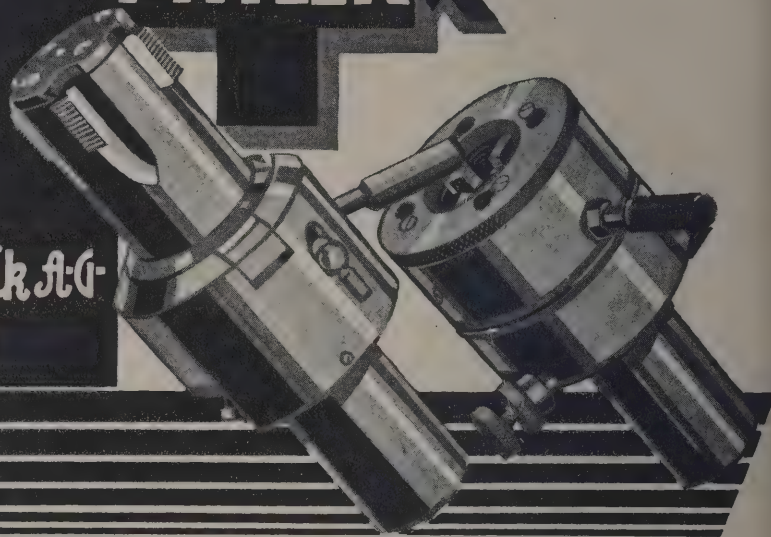
Verlangen Sie unsere Einbauvorschläge!

Fichtel u. Sachs - A.-S. Schweinfurt

Das neuzeitlichste
Gewinde-Schneidwerkzeug
für Innen- und
Außen-Gewinde

Pittler
Werkzeugmaschinenfabrik A.G.
Leipzig-Wahren

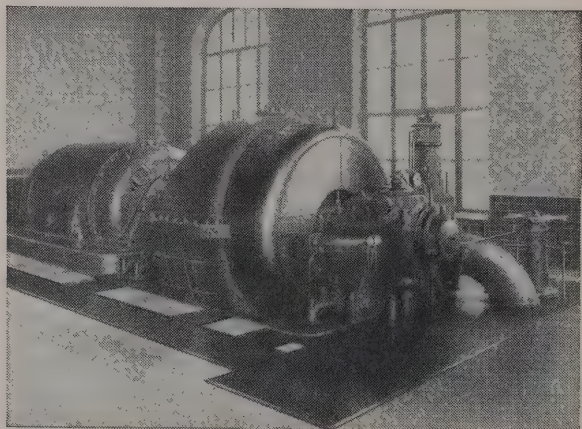
PITTLER



Schüchtermann & Kremer-Baum

Aktiengesellschaft für Aufbereitung

DORTMUND



3000 K-W-Frischdampf-Turbogenerator, 3000 U. i. d. M.

Dampfturbinen

System Zoelly

Turbokompressoren

Dampfmaschinen

Kolbenkompressoren

System Hörbliger & Rogler

Grubenventilatoren

Kreiselpumpen

Kälte-

erzeugungsmaschinen

Kohlen-Aufbereitungs- u. Brikettierungs-Anlagen

Gelochte Bleche

Eisenkonstruktionen

Streckmetall

HERMANN u. ALFRED ESCHER, A.-G., CHEMNITZ

Tel.-Adr.: ESCHERDREHBANK

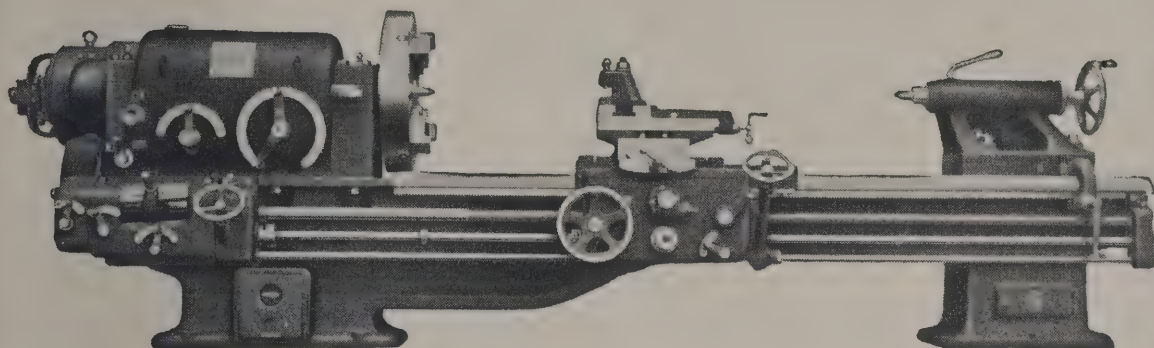
Gegründet 1874

Aktienkapital: RM 2 140 000.—

Die sprichwörtliche Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit
unserer weltbekannten

SIEGMAR-SCHNELLDREHBÄNKE

sind der Anlaß zu den laufenden Nachbestellungen
der prominentesten Werke des In- und Auslandes



Stufenscheiben-Antrieb/Einscheiben-Antrieb/Flanschmotor-Antrieb
mit konstanter und regulierbarer Umdrehungszahl

944 Schnelldrehbänke an das größte deutsche Werk geliefert

SONNTAG

LOCHMASCHINEN	KNÜPPELSCHEREN
EISENSCHNEIDER	PLATINENSCHEREN
BLECHSCHEREN	GEHRUNGSSCHNEIDER
TAFELSCHEREN	AUSKLINKMASCHINEN
SCHROTTSCHEREN	ABKANTPRESSEN
RICHT- u. BIEGEPRESSEN	

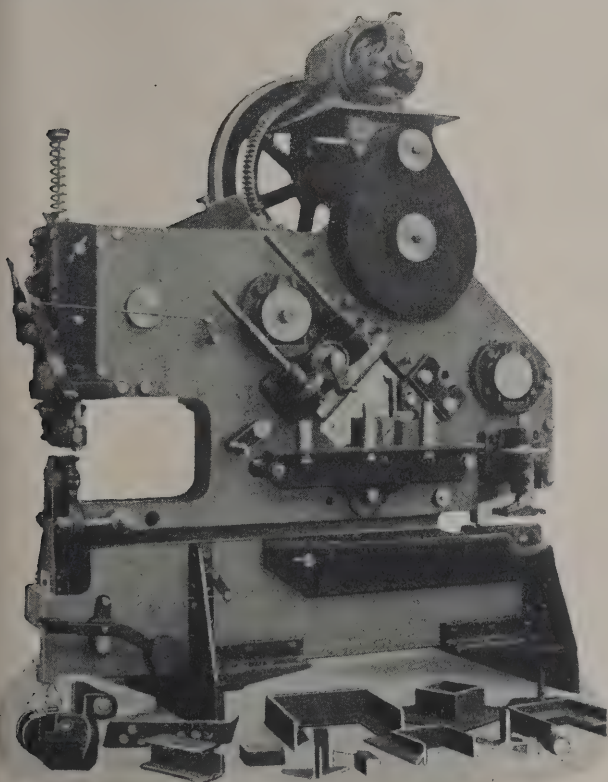
Mit garantiert bruchsicherem
Körper aus gewalzten

S. M. Stahlplatten!

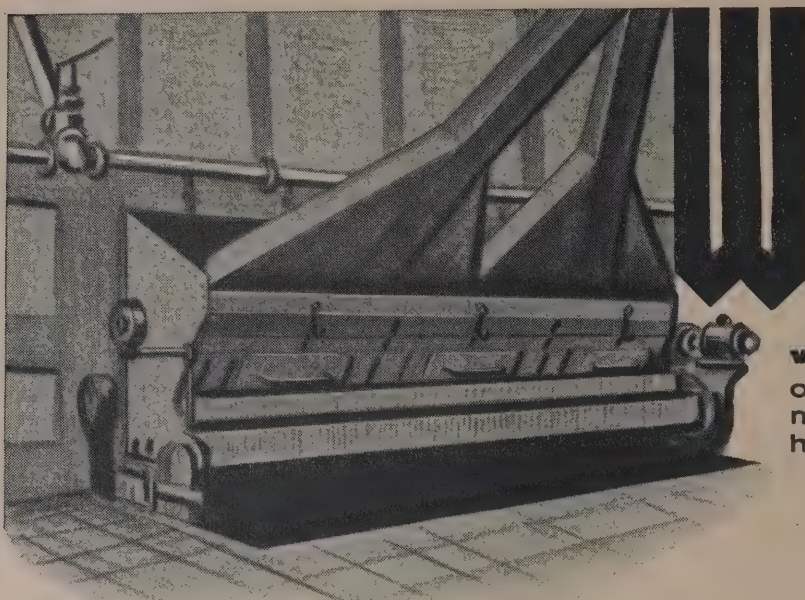
R. SONNTAG G. m. b. H.

Maschinenfabrik

GERA-ZWÖTZEN 6



BLECHSCHERE vereinigt mit EISENSCHNEIDER und LOCHMASCHINE
für Bleche bis 32 mm Stärke



WALTHER- ANDERROSTE

verfeuern

ohne Zündgewölbe, ohne Bel-
mischung von Zündkohlen mit
höchsten Rostbelastungen.

Alle Brennstoffe vom

Koks bis zur

Schwelkoks, Anthrazit, Ma-
gerkohle, Eßkohle, Fettkohle

→ **Gaskohle**

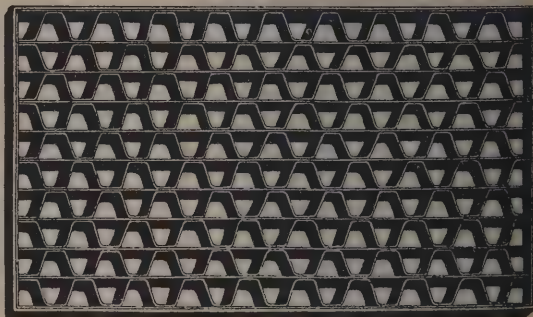
Auf jeden Brennstoff mit wenigen Handgriffen einstellbar;
daher völlige Unabhängigkeit von der Art des Brennstoffs!

WALTHER & Cie A.G. KÖLN DELBRÜCK
DAMPFKESSELWERKE UND MASCHINENFABRIK 6




*Laufstege
Podeste
Fußreiniger*

über 8000 qm Tezett-Platten
wurden im Großkraftwerk
Klingenberg verlegt.



Tezett-Werk, Berlin-Tempelhof 11a

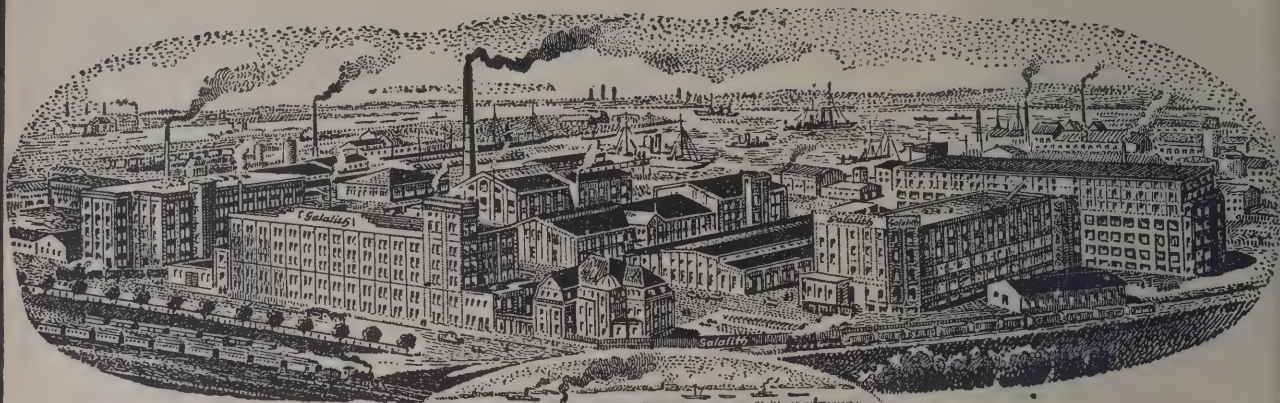


**THEODOR
FRÖHLICH**

**BERLIN, NW 7.
DOROTHEENSTR. 35/36.**

Hochleistung durch **METEOR-VENTILATOREN**

Im Großkraftwerk Klingenberg fördern 4 vierfach unterteilte „Meteor“-Saugzuganlagen die Abgase von 8 Kesseln, 64 in Gruppen von je 4 gekuppelte „Meteor“-Reihengebläse die Verbrennungsluft zu 16 Kesseln



*Älteste, größte und
weitaus leistungsfähigste*



*Kunsthornfabrik
der Welt*

Galalith

Eingetragene Schutzmarke

Kunsthorn Marke *Galalith*

wird geliefert als Rohmaterial in Platten, Stäben, Röhren und
Fassonstücken. Es zeichnet sich aus durch prachtvolle,
dauerhafte Hochglanz-Politur u. herrlich leuchtende
Farben. Absolutgeruchlos! Nichtfeuergefährlich!

Fertig-Fabrikate:

Elektrotechn. Artikel: Druckknöpfe
Unterlagen, Griffe, Schalterknebel
Kontakte, Stöpsel, Rollen und
Taster. Artikel für die Radio-
Industrie. Käämme sowie
Schreib-, Galanterie-
Spiel-, Mode-
und Bedarfs-
Artikel



Internationale Galalith-Gesellschaft Hoff & Co.
Harburg-Elbe · Bostelbeck b. Harburg

*Man achte beim Einkauf stets
auf die obige eingetr. Schutzmarke*



ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

Ed. 71

31. Dezember 1927

Nr. 53

FAHNE FÜR DIE VDI-LITERATUR-KARTEI

Fachgebiet (nach eigener Wahl einzutragen)	Aufsatztitel	Verfasser
---	--------------	-----------

der im vorliegenden Heft enthaltenen Aufsätze mit knapper Inhaltsangabe zum Einkleben in die VDI-Literatur-Kartei

Karteikarten gegen Voreinsendung von 8.00 RM. je 1000 Stück sind zu beziehen vom VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7.

	Das Großkraftwerk Klingenberg	Rehmer, M.
--	--------------------------------------	------------

<i>Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1829/1830</i> Es wird ein Überblick über die Entwicklung der Berliner Elektrizitätsversorgung seit dem	Ende des Krieges gegeben, die schließlich zum Bau des Großkraftwerkes führte. Dabei werden kurz die Gesichtspunkte erörtert, nach denen der Entwurf aufgestellt und der Bau ausgeführt worden ist.
---	--

	Die Richtlinien für den Entwurf der Anlage	Tröger, R.
--	---	------------

<i>Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1831/1839</i> Die Anlagen des Großkraftwerkes Klingenberg werden zusammenfassend beschrieben, die Bauzeiten angegeben und die Erwägungen mitgeteilt, die zu der Lage, Größe und Anordnung des Werkes geführt haben.
--

	Die Bauanlagen des Großkraftwerkes Klingenberg	Laube, R.
--	---	-----------

<i>Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1840/1854</i> Grundsätze, die der gewählten Bauweise zu-	grunde liegen, Konstruktions- und Rechnungsgrundlagen, Beschreibung der ausgeführten Bauwerke.
---	--

	Die Kesselanlage des Großkraftwerkes Klingenberg	Münzinger, Friedr.
--	---	--------------------

<i>Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1855/1868</i> Ergebnis der Ausschreibungen — Bemessung der Kesselgröße — Begründung des AEG-Ent-	wurfes — Vergebung der Aufträge — Ausführung der Einzelheiten — Verbindung zwischen Kessel und Kesselhaus — Anordnung der Sauganlagen — Meßvorrichtungen — Aufbereitung und Förderung des Kohlenstaubes.
---	--

	Die Turbinenanlagen im Großkraftwerk Klingenberg	Kraft, E. A.
--	---	--------------

<i>Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1869/1876</i> Entwurf und Bau der Hauptturbinen von 80 000 kW, bei 1500 Uml./min. Konstruktive	Durchbildung der Vorwärturbinen von 10 000 kW bei 3000 Uml./min und der Antriebsturbinen von 650 kW bei 6000/1470 Uml./min für die Kesselspeisepumpen mit Dampfantrieb.
---	---

	Die Hilfsmaschinen des Großkraftwerkes Klingenberg	Denecke, Heinrich
--	---	-------------------

<i>Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1877/1887</i> Im folgenden wird die Anordnung der Maschinen und ihrer Hilfseinrichtungen kurz er-	läutert. Ausführlich sind nur diejenigen Anlageteile berücksichtigt, die beachtenswerte Neuerungen aufweisen. Hierzu gehören die Rohrleitungen, die Vorwärmung, die Brandschutzeinrichtung der Stromerzeuger und die Ölhaltung.
--	---

	Die Stromerzeuger des Großkraftwerkes Klingenberg	Pohl
--	--	------

<i>Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1888/1889</i> Anordnung und Gestaltung der 44 000 kVA-	Drehstromerzeuger für die Hauptturbinensätze und der 12 500 kVA-Stromerzeuger der Vorwärturbinen.
---	---

	Der elektrische Teil des Großkraftwerkes Klingenberg	Probst, H.
--	---	------------

<i>Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1891/1901</i> Gesamtanordnung der Schaltanlagen — 30 kV-	Schaltanlage — Die Warte — 6 kV-Schaltanlage für Eigenbedarf-Gleichstromanlage — Schutzvorrichtungen.
---	---

	Wirtschaftlichkeit des Großkraftwerkes Klingenberg	Tröger, R.
--	---	------------

<i>Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 71, Nr. 53 v. 31. 12. 1927, S. 1902/1910</i> Mit Hilfe der im ersten Teil abgeleiteten allgemein gültigen Wirtschaftsgleichungen werden die Wärmeverluste der verschiedenen Teilbetriebe des Großkraftwerkes „Klingenberg“ und daraus	der betriebsmäßige Wärmeverbrauch des vollständigen Kraftwerkes in Abhängigkeit von dem Nutzungsgrad ermittelt. Den Schluß bilden eine Aufstellung über die spezifischen Anlagekosten und ein Vergleich der wirtschaftlichen Ergebnisse mit denen herkömmlicher Werke.
---	--

(Da der bisher vorliegende Auszug aus der Internationalen Dezimal-Klassifikation sich als nicht ausreichend erwiesen hat, lassen wir bis auf weiteres die DK-Bezeichnung, die in den früheren Literaturfahnen enthalten war, wieder fort.)

Nachweis der im Anzeigenteil angekündigten Erzeugnisse und der Beilagen
siehe 2., 3. und 4. Seite der Fahne

NACHWEIS

DER IM ANZEIGENTEIL ANGEEKÜNDIGTEN ERZEUGNISSE

Zur besseren Übersicht und schnelleren Orientierung sind nachstehend die Erzeugnisse aufgeführt, die in den Anzeigen des vorliegenden Heftes angekündigt werden. Die Zahlen hinter den Stichwörtern benennen die Seiten mit den betreffenden Anzeigen. Anzeigen und Firmen wechseln zum Teil. Es empfiehlt sich deshalb, im Bedarfsfalle immer mehrere aufeinanderfolgende Hefte durchzusehen.

Abdampf-Ausnutzungs-Apparate	90	Druckwasserentaschungen	31
Abdampfentöler	90, 132	Durchführungs-Stromwandler	59
Abdeckgitter	86	Economiser	20
Abgas-Lufterhitzer	59	Edelstähle	9, 64
Absperrschieber	131	Eisenbahnwagen aller Art	39
Absperr-Schieberventil	99	Eisenbauten	71
Abstechbänke	82	Eisenbeton-Arbeiten	72
Abwälz-Räder-Fräsaautomaten	77	Eisenbetonschornsteine	8, 26, 27, 39, 98, 116
Abwasser-Klär- und Reinigungs-Anlagen	69	Eisen-Hoch- und Brückenbau	36, 84, 116
Acetylen-Anlagen	100	Eisenkonstruktionen	32
Admoslegierungen	93, 115	Eis- und Kühlmaschinen und Anlagen	109
Akkumulatoren	75	Elektr. Gasreinigungen	11, 119, 129
Alarmapparate	136	Elektr. Meßgeräte	112
Aluminium-Legierungen	113	Elektr. Öfen für die Metallindustrie	46
Aluminium-Silizium-Legierung (veredelt)	113	Elektrizitätslieferungswerke	89
Aluminium-Spritzguß	125	Elektroflaskenzüge	119
Anlagen für Fließarbeit	102, 138	Elektroflaschenzüge	137
Apparatebau	6, 7, 28, 105, 124	Elektrohängebahnen	101
Apparate für alle Industrien	89	Elektrokabelwinden	137
Apparate für die chemische Industrie	25	Elektrokarren und -Anhänger	89
Arbeitszähler	73	Elektroregler	110
Ardometer	11	Elektrozüge	1, 91, 134
Armaturen	3, 90, 125, 127, 129, 131, 140	Elevatorbecher	129
Aschenwäschen	17	Entschungen	4, 18
Auflader	123	Entlader	9
Aufzüge	79, 90, 122, 133	Entöler	132
Automatische Fernsprechanlagen	95, 108	Entstaubungsanlagen	109, 112
Automatische Feuerungen	106	Erdspannungs-Asymmetrier	119
Bagger	36	Erz- und Kohlen-Aufbereitungs-Anlagen	16, 17
Bahnhofshallen-Bau	8	Erzzerkleinerungsanlagen	16
Bahn- und Kranmaterial	89	Exhaustoren	132, 137
Bandstahl	90	Experimentier-Schalttafeln	129
Baro-Vakuummeter	135	Fabrik-Anlagen	91
Baustähle	58	Fabrikenbau	71
Bauwinden	137	Fabrikhallen-Bau	8
Be- und Entwässerungen	125	Fassadenklinker	62
Behälter	6, 7, 25, 89, 139	Feilen	127, 140
Belastungsmesser	75	Feinmeßgeräte	73
Betonmischer	92, 125	Fernmeßanlagen	118
Betonpfähle	78	Fernthermometer	74
Blecharbeiten	120	Fernwasserstandsanzeiger	136
Blechbiegemaschinen	85	Feuchtigkeitsregler	110
Bleche aller Art	58	Feuerungen	128
Blech- und Metallbearbeitungsmaschinen	85, 109	Feuerungsregler	110
Blechrichtmaschinen	85	Filterpressen	140
Blechscheren	85	Flächenschleifmaschinen	30
Blechteile	140	Flaschenzüge	137
Blechwalzwerke	90	Flüssigkeitsbehälter	139
Bohrer	126	Förderanlagen	101, 139
Bohrköpfe	102	Förderbänder	78
Bohrmaschinen	34, 99	Fräser	99
Bohrwerke	34	Fräsmaschinen	82, 99
Brunnenbauten	90	Frikationswinden	137
Bunker-Anlagen	25	Fußreiniger	86
Dampfdruckminderventile	90	Galalith (Kunsthorn)	88
Dampfdruckregler	110	Gallsche Ketten	129, 138
Dampfhämmer	90	Gasbrenner	91
Dampfkessel-Einmauerungen	72	Gasregler	110
Dampfkraftanlagen	24	Gasreinigungs-Anlagen	112, 138
Dampfkranne	119	Gassauger	100, 105
Dampfmaschinen	45, 84, 108, 131	Gebälse	89, 100, 105, 108
Dampfmesser	11, 75, 90, 91	Gelochte Bleche	84
Dampfturbinen	84, 89, 133	Generatoren	89
Dekorations-Malerarbeiten	121	Gesteinbohrmaschinen, elektr.	91
Destillieranlagen	51	Getriebe	19
Diamanten	91	Gewindebohrer	99
Dieselmotoren	24, 52, 80	Gewindeschneidmaschinen	122
Drähte, Drahtwaren, Drahtseile	89	Gewindeschneidwerkzeuge	81
Drahtseilbahnen	80	Gießpfannen	25
Drehbänke	37, 44, 85, 104	Gittermaste und Türme	36, 39
Drehbankfutter	99		
Drehschwingungsmaschinen	73		
Druckregler	75, 110, 136		

Asphaltdächer aus Glasbeton	35
Beleuchtungsrichtiger	89
Stüh- und Härteöfen	112, 126
Graphit	91
Großanzeigergerät für Großkraftwerke	11, 40
Groß-Drehbänke	37
Grubenventilatoren	84
Gurtt Förderer	36, 130
Hebelnbauten	8
Handleuchter, elektr.	139
Hebgebahnen	133
Hebgedeckte u. Sektionälwände für Brenn- kammern	75, 126
Hebevorrichtungen für Kondensatorendeckel usw.	113
Hebezeuge	120, 124, 137
Heißdampfmaschinen	131
Heißdampf-Straßen- und Motorwalzen	77
Heißwasserspeiseanlagen	120
Heizapparate	89
Heizungsanlagen	105
Heizergetriebe	76
Hebelmaschinen	43, 114, 121
Hebelbauten	71
Hebdruck-Armaturen	99
Hebdruck-Dampfleitungen	70
Hebdruck-Dampf-Schieber	127
Hebdruck-Dichtungen	76, 115
Hebdruck-Kessel	50, 60
Hebdruck-Kompressoren	108
Hebdruck-Rohrleitungen	25, 68, 127, 130
Hebdruck-Turbinen	13
Hebdruckspannungskabel	10
Hebelkörper, Preß- und Ziehteile	21
Heb- und Senkwerke	120
Heb- und Transportwagen	123
Hydranten	125
Hydraul. Akkumulatoren	91
Hydraul. Hebebocke	137, 138
Hydraul. Pressen	91, 138
Hydraul. Preßpumpen	91
Hydraul. Ziehpressen	138
Indikatoren	73, 133
Industrieöfen	89, 126
Installationsbleikabel	133
Isolationsmesser	129
Isoliermaterialien	89, 132
Isolierungen	56, 91, 121, 126
Klappklappen für Rückkühl-Anlagen	113
Kabelbagger	36
Kabelkrane	80
Kabel und Leitungen	2. U.S., 10, 103, 108, 133, 135
Kabelwinden	137
Kleberzeugungsanlagen	84
Klebsägemaschinen	122
Klebstanz-Maschinen	137
Kleinkühler	91, 138
Kleinschlebebleche	132
Kleinschlebegetriebe	19
Kleinschlebestifte	138
Kleinschlebebau	6, 7, 25, 60
Kleinschlebe-Pumpen	33, 61
Kleinschlebe-Wasser-Anlagen	28
Kleinschlebe-Wassermesser	75
Kleinschlebe-Räder, Achsen	129, 138
Kleinschlebe-Wärmeschutzmassen	126
Kleinschlebe-Automaten	54
Kleinschlebe-Arbeiten	136
Kleinschlebe-Räder	62
Kleinschlebe-, Skizzen-, Streifen-Bleche für Brückenbau, Waggonbau usw.	120
Kleinschlebe-Aufbereitungs- und Brikettierungs- Anlagen	84
Kleinschlebe-Messer	128
Kleinschlebe-Separationen und -Wäschen	17
Kleinschlebe-Siebereien und -Wäschen	17
Kleinschlebe-Staubfeuerungen	14, 15, 91, 122
Kleinschlebe-Staubkessel	41
Kleinschlebe-Staub-Mahlanlagen	66, 122
Kleinschlebe-Staubtransport-Ventilatoren	131
Kleinschlebe-Transportanlagen	128
Kleinschlebe-Zerkleinerungs- und Mischanlagen	17
Kleinschlebe-Ausdrück- und Planiermaschinen	17
Kleinschlebe-Löschanlagen	17
Kleinschlebe- und Kohlenbrecher	17
Kleinschlebe-, Verlade-, Brech- und Sieberei-Anlagen	17
Kleinschlebe-Kompressoren	49, 84, 108

Kolbenpumpen	121, 123
Kolbenringe	91, 140
Kommandoanlagen	11, 95
Kommando-Fernzeiger	95
Kompensatoren	2
Kompressoren	49, 89, 91, 100
Kompressorlose Dieselmotoren	52, 80
Kondensations-Anlagen	51
Kondensatmesser	55
Kondenstöpfe	91
Kondenstopf-Kontrollapparate	75
Kondenswasser-Ableiter	133
Konische Stifte	140
Krane 79, 90, 91, 122, 133, 134, 137,	138
Kranschaufler	91
Kreiselpumpen	84, 91, 121, 132
Kreisluftkühler	47
Kugel- und Rollenlager	83, 119, 135
Kühlwasser-Reinigungsanlagen	69
Kunsthorn	88
Kupplungen	113
Kurzschlußanker-Motoren	136
Lasthebemagnete	111
Laufkatzen	138
Laufstege	86
Ledermanschetten	67, 92, 104
Leder-Treibriemen	67, 104
Lichtmaschinen und -Anlasser	89
Lichtpausapparate	138, 140
Lichtpaus-Lampen	138
Lichtpausmaschinen	138, 140
Lochmaschinen	85
Lokomotiven	89
Lokomotiv-Indikatoren	73
Lötmittel	92
Lufterhitzer	59, 63
Luftfilter	92
Luftschlämmer	97
Luftkühler	47
Luftmotoren und Haspel	49
Luftungsanlagen	105
Magnet-Separatoren und Trommeln	111
Magnet-Spannplatten und Spannfutter	111
Manometer	75, 99
Maschinenlager	82
Maschinenmesser	141
Mechan. Förderanlagen	130
Mehrfachschreiber	11
Meßanlagen für die Wärmewirtschaft	11, 40
Meßapparate aller Art	92
Meßinstrumente	89, 134
Metallguß	107
Metallrückgewinnungsanlagen	16
Metallsägen	92
Metallschlauch-Kompensatoren	116
Metallstopfbüchsen	92
Metalltrennmaschinen	111
Mischanlagen und -Maschinen	16, 92
Monel-Metall	103
Motoren	52, 80, 89, 123
Motorpumpen	123
Motorschutzschalter	118
Motor-Straßenwalzen	77
Nahfördermittel	80
Nahtlos gepreßte und gezogene und ge- schmiedete Hochdruckkörper	50
Oberlichte	35
Oelgefäße	92
Oelkühler	137
Oelschalter	12, 54
Oelschaltkasten	54
Packungen	92
Porzellane für elektrotechn. Industrie	89
Präzisions-Reißzeuge	92
Preßluft-Anlagen und -Werkzeuge 49, 92,	97
Preß-Oeler	140
Preßpumpen	92
Preß- und Schmiedestücke	50
Profile (blankgezogene, gewalzte)	106
Pumpen 33, 49, 61, 83, 89, 92, 93,	132, 134, 140
Pyrometer	74
Räderfräsautomaten	38
Rangieranlagen	122
Rauchgas-Lufterhitzer	63

Rauchgasprüfer	11, 75,	89	Tachographen	73,	180
Rauchgasvorwärmer		131	Tachometer	73,	130
Rechen- und Siebanlagen	69,	137	Tankanlagen		26
Reduzierventile		93	Taschen-Luft erhitzer		138
Registrierapparate	55, 73,	99, 136	Taschenluftvorwärmer		105
Regler aller Art	12, 81, 110,	137, 140	Temperatur-Messer		11
Reibahnen		99	Temperaturregler	81, 93,	110, 123
Reibradgetriebe		19	Thermometer		75, 93
Reinigungsanlagen für Hochofengas für			Tiefbauten		71
Grob- und Feinreinigung		109	Torsiographen		73
Revolver-Drehbänke		44	Transformatoren		12, 89
Riemenscheiben (gußeiserne)		128	Transformatoren-Oelkühler		189
Riemscheiben	Kl. Anz.		Transmissionen	93, 94, 107, 137,	Kl. Anz.
Rippenrohre		120	Transportanlagen	29, 36, 80, 90, 94,	
Rohre aller Art und Form	3. U.S.,	120, 128		96, 124,	139
Röhrentrockner		126	Transportgeräte		94
Rohrleitungen	25, 68, 70, 93,	127, 141	Transportkästen		140
Rohr- und Seilpostanlagen		78	Transportkessel		25
Rostbeschicker und Wanderroste		128	Treibriemen		94
Rostschutzfarben		129	Triebwerksteile		128
Rübelbronzen	93,	115	Trommel-Isolierungen		56
Rundfunkapparate und -Lampen	89,	108	Turbinen		13
			Turbinen-Absperrschieber		131
Sägeblätter		122	Turbinen-Kondensatoren		135
Sägeblattschärfmaschinen		122	Turbo-Generatoren		84
Sanitäre Anlagen		125	Turbo-Kesselspeisepumpen		33
Sauerstoff-Erzeugungsanlagen	32,	49	Turbo-Kompressoren	49, 84,	100, 108
Saugzug-Anlagen		87	Turbo-Pumpen		100, 105
Saugzug-Ventilatoren		131	Turbo-Ventilatoren		124
Säure-Absperrorgane		141			
Säurekamäne		72	Ueberstromschutzregler		12
Schaltanlagen	12, 54,	89	Uhrwerke für Registrierapparate	89,	136
Schaltapparate		12	Unterlegscheiben		140
Schamottesteine		62			
Scheibefedern		140	Vakuum pumpen		49, 108
Scheren, Stanzen, Pressen	65,	85	Ventilatoren	79, 81, 87, 94, 124,	
Schieber	125,	131		131, 132,	137
Schienen-Schleifmaschinen		111	Ventile		99, 125
Schiffshebewerke		138	Venturimesser		55, 75
Schilder, Skalen, Zifferblätter		93	Verblindmaterial		62
Schleifmaschinen	30, 93,	99	Verdampfer		51, 94
Schleifmittel		93	Verdampferanlagen		28
Schmelzöfen		93	Verlade-Anlagen	29, 79,	101, 133
Schmiedefeuer-Anlagen	137		Verlade-Brücken		96
Schmiedemaschinen		93	Vibrographen		73
Schmiedestücke		50	Vorwärmer		51, 94
Schnecken-Antriebe		130			
Schnelldrehbänke	85,	104	Waagen aller Art		94
Schnellsägen		131	Walzwerks-Adjustagemaschinen		98
Schnitte, Stanzen, Ziehwerkzeuge		93	Wanderroste	86,	128
Schornsteinbauten	72,	93	Wäschereianlagen und -Einrichtungen		94
Schrauben und Fassonteile	127, 135,	139	Wasser-Aufbereitungsanlagen	5,	117
Schrauben, Muttern, Nieten, eiserne 3. U.S.,		89	Wasser-Enteisenung-Filtration u. ä.		110
Schutzanstriche		129	Wasserkraftmaschinen		48
Schutz-Magnete		111	Wassermesser	11, 55,	94
Schweiß-Dynamos		93	Wasserreinigungsanlagen		94
Schweißmittel		92	Wasser-Rückkühl-Anlagen		135
Seil- und Kettenbahnen		122	Wasserstands-Anzeiger	55, 99,	127
Seilkloben		137	Wasserstands-Gläser		94
Seilwinden		138	Wasserstands-Hahnköpfe		94
Sektionalkessel	60,	117	Wasserstands-Regler	94,	136
Serienölschalter		54	Wasserturbinen		137
Sicherungen (elektr.)		89	Weichguß-Fittings		94
Siedlungsbauten		71	Well- u. Faltenrohr-Kompensatoren		2
Signalbau		116	Werkzeuge		89
Signal- und Fernsprechanlagen		95	Werkzeuge zur Herstellung lehrenhaltiger Bohrungen		4. U.S.
Silumin		113	Werkzeugmaschinen		98
Sonderstähle		20	Werkzeugstähle		58
Spannungsanzeiger		73	Winden aller Art		137
Spannwerkzeuge	93,	134			
Speierpumpen		96	Zähler	73,	94
Speisewasser-Aufbereitungs-Anlagen	42,	51	Zählertafeln		89
Speisewasser-Entgaser		51	Zahnräder aller Art	97,	138
Spezialanstriche für Industrie-Bauten usw.	121		Zahnrad-Getriebe	19,	114
Spezialstähle		58	Zahnradpumpen		123
Spiralbohrer	99,	126	Zeichenmaschinen		124
Spritzpistolen		93	Zement-Schlamm pumpen		83
Städteheizungen		125	Zentralheizungen		126
Stähle aller Art		127	Zentrifugal-Pumpen	61,	123
Stahlkugeln		57	Zentrifugen		94
Stahlrollen		119	Zerreißmaschinen		101
Staubabscheider		131	Ziegelei- und Hartzerkleinerungsmaschinen		36
Staubpumpen	122,	126	Ziegel- und Schlacken-Steine		62
Steilrohrkessel	6, 7, 22, 23,	41, 117	Zug- und Druckmesser	11,	70
Stoßdämpfende Federblätter		124			
Streckmetall		84			
Stufenpressen		109			

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

DAMPFMESSE

aller Art
registrierend, zählende
liefert

Ernst Claassen & Co., Schwedt a.O.
Dragonerstraße 6

STABE- DAMPFMESSE

Preßluft- und Wassermesser

anzeigend und registrierend mit
automatisch. Druckberücksichtigung
Stabe-Dampfmesser D.R.P. 365 323

In Hunderten von Ausführungen
geliefert für Dampfmaschinen,
Dampfhämmer, Walzenzugmaschi-
nen, Fördermaschinen u. dergl.

Man verlange Referenzliste R 24

Feodor Stabe Apparatebauanstalt
Berlin SO 23

PONDO- DAMPFMESSE

mit automatischer
Druckberücksichtigung D.R.P.
elektr. Fern-Dampfzähler
elektr. Fern-Dampfzähler
Wärmezähler D.R.P.

Otto Wagner
Volumenmessapparate
Berlin-Lankwitz 3

DIAMANTEN für die Industrie



Joh. Urbanek & Co.
nur
Frankfurt-Main 3



DEMA ELEKTROZÜGE

Bauart Demag,
bis 10 t Tragkraft,
Lager im In- u. Ausland
Demag-Duisburg



FABRIK- ANLAGEN

für chem. Großindustrie
Transport-, Zerkleinerungs-,
Trocken-, Verdampf-Apparate



G. Sauerbrey Maschinenfabrik,
Aktiengesellschaft-Staßfurt



GASBRENNER

System Salau D.R.P.
für alle Zwecke

Bader & Salau
Gasfeuerungsanlagen
Düsseldorf, Graf Adolfstr. 63

Elektrische GESTEINBOHRMASCH.

Maschinenfabrik Otto Püschel
Berlin-Lichterfelde-West

GRAPHIT

in Postpaketen und kleinen Fässern
Otto A. Barleben, Dortmund

GRAPHIT

aus eigenen Gruben
für alle Zwecke der Industrie



Vereinigte
Graphit- und Tiegelwerke A.-G.
Untergriesbach b. Passau



HYDRAULIK

BRACKER

Pressen
Preßpumpen
Akkumulatoren
Steuerventile
Druckübersetzer

G. D. Bracker Söhne
Maschinenbau-Aktiengesellschaft
Hanau a. M.



ISOLIERUNGEN

gegen Schall und Erschütterungen
für Maschinen und im Hochbau.
Schwingungsdämpfer D.R.P.
Korundplatten D.R.P.



Akt.-Ges. Emil Zorn
Berlin S 11



KAMIN- KÜHLER

Kühltürme
Gradierwerke
Wascherhorden

H. Friederichs & Co.

Kühlturm- u. Horden-

werk, Sagan

Gegründet 1893



KAMINKÜHLER

Kühler- u. Luftfilterbau
Stillich & Schmöcker
Berlin SW 11, Schöneberger Str. 13

KAMINKÜHLER

Gegen-
Querstromprinzip
Gradierwerke



Kühlturm-
Baugesellschaft
m. b. H.
Beuthen O.-S.

KOHLNSTAUB- FEUERUNGEN



Brennkammern
und Sektionalschornsteine
System Detrick
Claudius Peters
Hamburg 1
Glockengießerwall 2

KOLBENRINGE

für alle Zwecke
Monopol-Kolbenring-
Fabrik Atmer & Kauf-
hold, Berlin W 57,
Potsdamer Str. 76 B.
Älteste Spezialfabrik



KOLBENRINGE

aus Spezial-
Stahl-Man-
gan-Guß der
eigenen



Gießerei
Lieferbar v.
20-1000 mm
Durchmess.

Alfred Teves, Frankfurt a. M.
Maschinen- u. Armaturenfabrik
G. m. b. H.
Fleischstraße 23/27

KOMPRESSOREN



Kolbenkompressoren,
Rotations- u. Turbo-
kompressoren liefert

Demag-Duisburg



KOMPRESSOREN

Kapselkompressoren
Rotierende
Kompressoren
Luftpumpen usw.



Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

KOMPRESSOREN

TORKRET

G. M. B. H.

Berlin SW 48, Hedemann-Str. 13

liefert
fahrbare Kompressoren
kauf- und mietweise



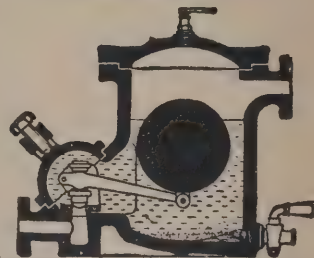
KONDENSTÖPFE

mit Schieberabschluß D. R. P.



Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

KONDENSTÖPFE



Modelle bis 250 Atm.
Gustav Mankenberg, Stettin I

KRANE

Laufkatzen, Förderhaspel, Transport-
Einrichtungen



Heime & Hans Herzfeld
Maschinen- u.
Apparate-Fabrik
Halle (Saale)

KRANSCHAUFLE



mit Dampf- od. elektr.
Antrieb. Verfahrbar
auf Schienen, Straßen-
rädern, Raupenkett

Demag-Duisburg

KREISELPUMPEN



stopfbüchellose
Rheinhütte Kreiselumpen
in Siguß, Hartblei gummiert,
zur Förderung von Säuren
aller Art.

Weise Söhne, Halle, S.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



LEDER-MANSCHETTEN



Frdr. Hanneke jun.
Abteilung Ledertreibriemenfabrik
„LUCKHAUS-ORIGINAL“
Berlin-Tegel, Hauptstraße 21



MESSAPPARATE

nach dem Differenzdruckprinzip
für Wasser und sonstige Flüssig-
keiten, Dampf, Preßluft usw.,
Mechanische
und elektrische Anzeige-,
Registrier-
und Summierungs-
Apparate.



Bopp & Reuther
G.m.b.H.
Mannheim-Waldhof



PACKUNG



Vertrieb Berlin W 15

PUMPEN



Kreiselpumpen,
Kurbelpumpen,
Kompressoren,
Säure-Pumpen und Armaturen
Selbstansaugende
Patent-Kreiselpumpen
für Hoch- und Niederdruck,
Patent-Feuerlöschpumpen,
Hydraulische Preßpumpen

Amag-Hilpert-Pegnitzhütte
Nürnberg.

METALL-(LÄNGE)-SÄGEN

erdenklich beste Qualität

Paul F. Dick, Esslingen a.N.
Stahlwaren- und Werkzeugfabrik

PRÄZISIONS-REISSZEUGE



Clemens Riefler
Fabrik mathem. Instrumente
Nesselwang u. München C2

PUMPEN

in allen Ausführungen
Kellermaschinen
fabriz. seit 50 Jahren
Boldt & Vogel G.m.b.H.,
Altona-Bahrenfeld
Maschinenfabrik,
Eisen- u. Metallgießerei



PUMPEN

ZENTRIFUGALPUMPEN
PLUNGERPUMPEN
für Hoch-, Mittel- u. Niederdruck
SÄUREPUMPEN
KESELSPEISEPUMPEN



Klein, Schanzlin & Becker
A.-G., Frankenthal (Pfalz)

LUFTFILTER

Alfred Budil
G.m.b.H.
Berlin-Tempelhof



DELBAG-LUFTFILTER



Deutsche Luftfilter-
Baugesellschaft
m. b. H., Berlin,
Schweidnitzer Str. 15.



LUFTFILTER

K. & Th. Möller, G.m.b.H., Brackwede



LUFTFILTER GEA

A. Schirp G.m.b.H., Essen
Fernspr. 25681 Teleg.-Adr. Reinluft



LUFTFILTER

Carl Schmidt
Luftfilterfabrik
Essen I, Albrechtstr. 12

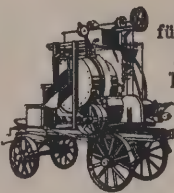
METALL-STOPFBÜCHSEN

insbes. gußeis. Federringpackungen
zum Abdichten
gegen Dampf, Luft und Gas

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath

MISCHER

für Mörtel u. Beton.
Straßenbaumischer
Teermakadamsmischer



Steinbrecher
Walzwerke
Sand- und
Kieswäschen

Maschinenfabrik
Dr. Gaspary & Co.
Markranstädt b. Leipzig
Katalog 56 frei



ÖLGEFÄSSE



F. W. Kutzscher jun.
Ölgefäße-Fabrik
Schwarzenberg Sa.
Gegründet 1879
Fordern Sie Katalog B



PRESSLUFT-ANLAGEN MASCHINEN u. WERKZEUGE

für die Metallbearbeitung.
Seit 20 Jahren bewährt.
Bedeutendste Spezialfabrik.

Preßluftwerkzeug-
und Maschinenbau A.-G.
Berlin-Oberschöneweide

PRESSLUFT-WERKZEUGE



und Anlagen
für jeden
Verwendungszweck.
Größtes
Arbeits-
programm
sämtl. Preßluft-
Werkzg.-Fabr.
Deutschlands

Internationale Preßluft-
und Elektrizitäts-Ges. m. b. H.
Berlin-Britz

PRESSPUMPEN

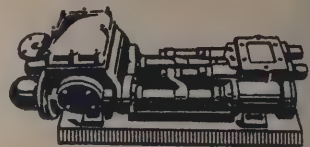
hydraulische
für Hand- u. Kraftbetrieb, Probier-
pumpen und Hochdruckarmaturen
fertigt in bester Güte

Richard Horst & Co.
Urach 1 (Württbg.)

Hydraulische Hochleistungs- PRESSPUMPEN

in schwerstem Dauerbetrieb
seit Jahren bewährt
Rittershaus & Blecher G.m.b.H.
Barmen-U.
Maschinenfabrik u. Eisengießerei

PUMPEN



für alle Leistungen
wirtschaftlich und dauerhaft

Maschinenfabrik Odesse
G. m. b. H.
Oschersleben-Bode

PUMPEN

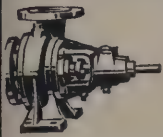
MAWALD-

PUMPEN

D.R.P. u. Ausl.-Pat.
saugen selbsttätig an, unempfindlich
gegen wechselnde Druckhöhen,
Verringerung der Tourenzahl
bis 50 vH möglich, keine Ventile,
stärkste Druck- u. Spritzwirkung,
automatische Hauswasser-
versorgungsanlagen
Säure-Pumpen
Pumpenfabrik Waldau m. b. H.
Rheinbach b. Bonn 30.

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



PUMPEN

Kreiselpumpen
für alle
Leistungen

Rotierende Kolbenpumpen
für dickflüssige Stoffe
wie Teer, Lack, Leim, Melasse,
Bitumen usw.

Gebr. Ritz & Schweizer
Schwäb.-Gmünd a.R.

PUMPEN

SIHI Pumpen sind:
1. selbstansaugende
Kreiselpumpen,
2. rotierende Luft-
pumpen, 99,6% Vac.
Siemen & Hirsch
Itzehoe 11 Holstein

Dieser Raum
(30 mm Höhe)
kostet
bei Jahresabschluß
(52 Anzeigen)
Mk. 15.12 pro Aufnahme



REDUZIER-VENTILE

F. Mattick
Dresden 24c, Münchener Straße 30
Maschinenfabrik und Eisengießerei
in Pulsnitz i. Sa.

ROHRLEITUNGEN



für Hochdruck- u. überhitzten Dampf
Abdampfverwertung

Findeisen & Thost
Fabrik für Rohrleitungsbau
Zwickau i. Sa.

RÜBELBRONZEN UND ADMOLEGIERUNGEN

D. R. P. und Auslandspatente

seewasser-, säure-
und heißdampfbeständig,
von höchster Festigkeit,
Dehnung und Härte.

Allgemeines
Deutsches Metallwerk G. m. b. H.
Berlin-Oberschöneweide.



SCHILDER

In allen Ausführungen.
Warnungsschilder nach V. d. E.
A. Schültan, Berlin SW 19
Jerusalem Straße 63J.
Spez.: Massenerlieferung

SCHLEIFMASCHINE

für Walzen und Zylinder



C-G Haubold A-G
CHEMNITZ

SCHLEIFMITTEL



Hochwertige Schleifmittel
aus
Carborundum und Aloxite

Deutsche Carborundum-Werke
G. m. b. H.
Reisholz bei Düsseldorf.
Zweigniederlassung:
Berlin N 24, Elsasser Straße 44.

SCHMELZÖFEN

für Eisen- und Metallguß
mit Koks- oder Ölföuerung

Gießerei-
Einrichtungen



A. H. Hammelrath G. m. b. H.
Köln-Lindenthal

SCHMIEDEMASCHINEN



EUMUCO-AJAX
Sämtliche Maschinen
für Gesenkschmieden
EUMUCO
Aktiengesellschaft für
Maschinenbau, Schlebusch-Manfort

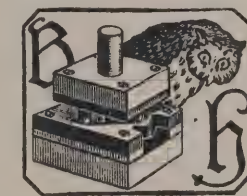
SCHNITTE / STANZEN

PRÄGE- u. ZIEHWERKZEUGE



Spezialwerkzeuge u. Vorrichtungen
für Automobil- und Karosseriebau
Vollständige Einrichtungen
für Blech- und Metallbearbeitung
in Qualitätsausführung
Erzgebirgische Schnittwerkzeug-
und Maschinenfabrik G. m. b. H.
Schwarzenberg i. S. S.
Größte Spezialfabrik der Branche.

SCHNITTE - STANZEN



Gegr. 1882.
Bernhard Hiltmann, Aue i. Erzgeb.
Spezialfabrik
für Schnitt- und Stanz-Werkzeuge.

Schnitt-, Stanz-, Präge-, Zieh- WERKZEUGE

für Metall-, Pappe usw. Eigene
Stanzerei und Apparatebau
Kombinierte Werkzeuge
Müller & Korte, Berlin-Pankow

SCHORNSTEINBAU



Ooms, Ittner
& Cie.
Köln

SCHORNSTEINE

in Ziegel und Eisenbeton D. R. P.



Frankfurt a. Main, Gutleutstr. 204
Essen, Julienstr. 32

SCHWEISS-DYNAMOS

Schweiß-Elektroden

Kjellberg Elektroden & Maschinen
G. m. b. H. Berlin SW 68

SPANNZANGEN

für

Mechanikerbänke

Walter Schaefer, Altona (Elbe)
Kleine Gärtnerstraße 85

SPRITZPISTOLEN

ERRTEE BINKS



Zerstäubung
dünnster bis dickster Flüssigkeiten

Material-Druckbehälter
Öl- und Wasserabscheider
Luft- und Materialschläuche
Pneumatische Spachtel- und
Lackschleifmaschinen

Romain Talbot, Berlin S 42
Wassertorstr. 46



TEMPERATUR- REGLER

für Dampf, Gas, Warmluft,
Wasser und Druckregler
Gesellschaft für selbsttätige
Temperaturregelung G. m. b. H.,
Berlin-Wilmersdorf

THERMOMETER



Quecksilber - Feder - Thermometer,
Pyrometer, Glaskthermometer,

Manometer, Vacuometer, Zug-
messer, auch mit elektrischer
Fernanzeige, elektr. Temperatur-
Meßgeräte.

J. C. Eckardt A.-G.
Stuttgart-Cannstatt

THERMOMETER

aller Art, anzeigend und
registrierend bis 1600°

J. Heinrich, Obering. VDI
Fabrik
techn. Meßinstrumente
Quedlinburg



TRANSMISSIONEN

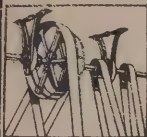
Otto Hohndel & Co.,
Maschinenfabrik A.-G.
Berlin O 34
Warschauer Str. 61b

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

Peniger

TRANSMISSIONEN



Wellen, Lager,
Kupplungen,
Riemenscheiben,
Riemenaustricker,
Spannrollen-
getriebe etc. nach
D.L.-Normen.

Peniger Maschinenfabrik und
Eisengießerei A.G., Penig i. Sa.

TRANSPORTANLAGEN

Hand- und Elektrohängebahnen
Elevatoren, Transportbänder,
und sonstige Nahfördernittel
Max Krempler, Maschinenfabrik
Schkeuditz 3 bei Leipzig

TRANSPORTGERÄTE

jeglicher Art



„SCHILDKRÖTE“
HUBTRANSPORTSYSTEM
Ernst Wagner Apparatebau
Reutlingen

TREIBRIEMEN

Luckhaus
Original-Riemen

für die schwierigsten Triebe
Migac Gerbereien.

Frd. Hannecke jun.

Abteilung Ledertreibriemenfabrik
„LUCKHAUS-ORIGINAL“
Berlin-Tegel, Hauptstraße 21



VENTILATOREN

EXHAUSTOREN
baut seit über
35 Jahren

Maschinenbau-A.-G. vorm.
Beck & Henkel, Kassel

VENTILATOREN

Gebläse bis 2000 mm W.-S.
Absaugung, Lüftung



Paul Pollrich & Co., G. m. b. H.
Ventilatoren- und Maschinenfabrik
Düsseldorf, Schließfach 240

VERDAMPF-APPARATE VORWÄRMER



G. Sauerbrey
Maschinenfabrik,
Aktiengesellschaft
Staßfurt

VORWÄRMER

F. Mattick

Dresden 24c, Münchener Straße 30
Maschinenfabrik und Eisengießerei
in Putsitz i. Sa.

VORWÄRMER

Sack & Kiesselbach
Maschinenfabrik G. m. b. H.
Düsseldorf-Rath



WAAGEN

Gleis-, Fuhrwerks-, Kran- und
Laufgewichtswaagen

Anhaltische Waagenfabrik
Friedr. Otto Müller, Bernburg 1

WAAGEN

Arbeitsgemeinschaft

Carl Schenck Dinse-Schenck
G. m. b. H. Waagenfabrik
Darmstadt Berlin-Nieder-
schönhausen
Herstellung selbsttätiger Neigungs-
waagen größerer Tragfähigkeit

WAAGEN

Waggon- u. Schmalspurgleiswaagen
Lokomotiv- und Bunkerswaagen
Fuhrwerks- und Lastautowaagen
Automatische Waagen
Drehscheiben, Rangierwinden,
Spills.

August Böhmer & Co., Magdeburg
und
Oberschl. Waagenfabrik, Gleiwitz

WAAGEN

Vollautomatische
Neigungswaagen
handelsgeeicht

Dopp-Schnellwaagen-
Vertriebsgesellschaft m. b. H.
Berlin W 35
Potsdamer Straße 43

WÄSCHEREI- ANLAGEN

Engelhardt & Förster G. m. b. H.
Wäschereimasch.-Fabrik Bremen
Waschmaschinen, Zentrifugen,
Absaugmangeln

WÄSCHEREIANLAGEN UND EINRICHTUNGEN

Gebr. Poensgen A.-G.
Maschinenfabrik
Düsseldorf-Rath 71

WASSERMESSE

Flügelradmesser „Optima“ D. R. P.,
Volumen- und Woltmannmesser,
Venturimeter mit Anzeige-,
Registrier- und Summierungs-
apparate D. R. P., Sonder-
ausführungen für Heiß-
wasser und sonstige
Flüssigkeiten.

Bopp & Reuther
G. m. b. H.
Mannheim-Waldhof



WASSERMESSE

für alle Betriebsverhältnisse und
alle Verwendungszwecke
Hydrometer A.-G., Breslau III

WASSERREINIGUNG

Filterung, Klärung, Enthärtung,
Entkeimung, Entgasung,
Enteisung, Entsäuerung,
Entmanganung

Paul Martiny & Co., Dresden A 55

WASSERREINIGUNG

Enthärtung

durch
PERMUTIT

auf gar. Null Grad mittels
automatischer Filtration

Enteisung

Entmanganung

Mechanische Filtration

Völlige Entgasung des Kessel-
speisewassers zur Vermeidung
aller Anfrassungen

PERMUTIT

Aktiengesellschaft
Berlin NW 6 IV

WASSERREINIGUNGS- ANLAGEN

Enteisung, Entmanganung,
Entsäuerung, Filtration.

BRAMA

Brandenburgische Maschinenbau
G. m. b. H.
Berlin-Reinickendorf-West
Waldstr. 14-21

WASSERREINIGUNGS- ANLAGEN

Enteisung, Filtration

Halvor Breda A.-G.
Berlin-Charlottenburg 2

WASSERSTANDS- GLÄSER

aus Durobox- und Felsenglas für
höchste Ansprüche. Dieselben mit
Reflektorstreifen D. R. G. M.

Reflexionsglasplatten aus Maxos-
und Preßhartglas mit festen
Hochdruckdichtungen D. R. G. M.

A. Bunnenberg, Düsseldorf.
Fabrik technischer Gläser.

WASSERSTANDS- HAHNKÖPFE

baut

Carl Vogel
Chemnitz



WASSERSTANDS- REGLER

Fernwasserstands-
anzeiger
Alarm-Apparate
Feuerzugregler

für Dampf-
kessel

Druckregler für Pumpen
Sicherheitsventile f. Speiseleitungen

Wasserstandsregler Patent
Emil Hannemann G. m. b. H.
Berlin-Frohnau.

WEICHGUSS-FITTINGS



mit und ohne Rand.
Schwarz und bestens feuerverzinkt.
Gußstahlwerk Wittmann Akt.-Ges.
Haspe i. Wf.



ZÄHLER

Umdrehungs-, Hub-
und Meter-
Zähler für
Handgebrauch und
zum Anbau an Maschinen.
J. Hengstler K.-G., Zählerfabrik
Aldingen b. Spaichingen

ZENTRIFUGEN

zum
TROCKNEN
TRENNEN
KLÄREN

für alle
Verwendungszwecke

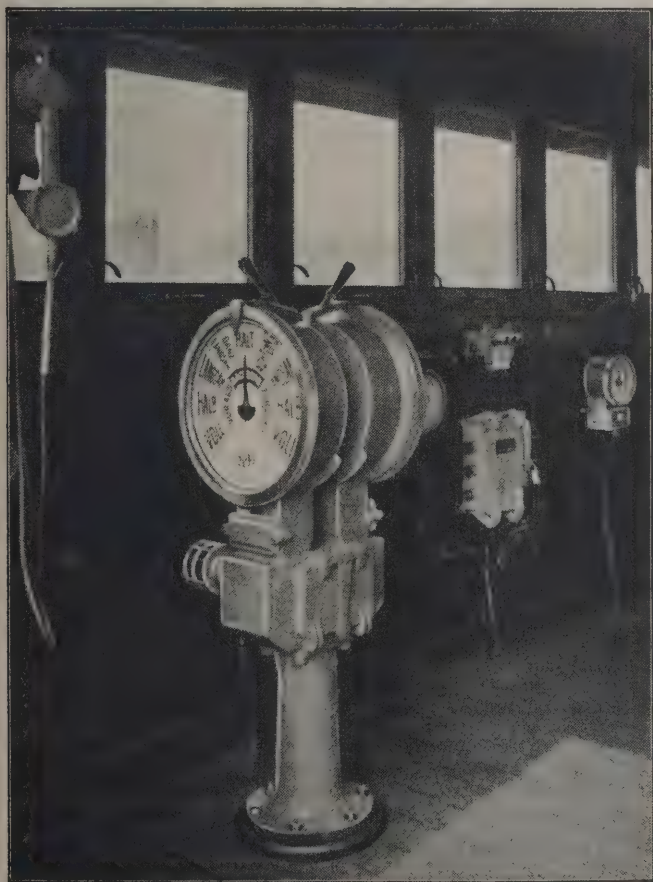
Gebr. Heine, Viersen (Rhld.)

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS



Dieses Zeichen
tragen sämtliche Telephonapparate
und die Halbautomaten-Zentrale
des Großkraftwerks Klingenberg

MIX & GENEST A-G
BERLIN-SCHÖNEBERG



**KOMMANDO-
FERNZEIGER**

SIGNAL- UND
FERNSPRECHANLAGEN
FÜR SCHIFFFAHRT, BERGBAU
UND INDUSTRIE.



NEUFELDT & KUHNKE

BETRIEBSGESELLSCHAFT MBH
K I E L

ATG

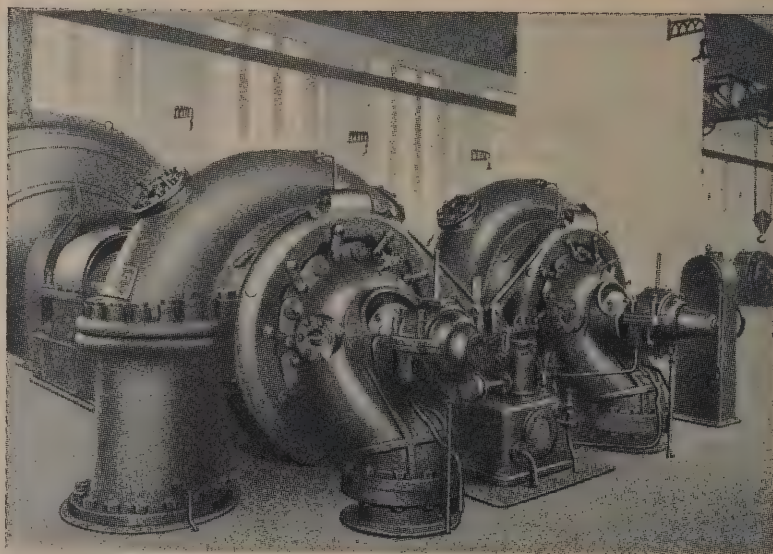
VERLADEBRÜCKEN



ATG ALLGEMEINE TRANSPORTANLAGEN
GESELLSCHAFT M.B.H. MASCHINENFABRIK
LEIPZIG

ATG
1278

Escher Wyss Speicherpumpen



Regulierbare Speicherpumpengruppes des Schwarzenbachwerkes von 8000 bis 10000 Pferdestärken. Erreichter Wirkungsgrad 85%.

Escher Wyss & Cie., Ravensburg

Nieten mit Luft

4fache Leistung
 gegenüber Handnieten erzielen wir durchschnittlich bei Werkversuchen mit unsern Preßluft-Niethämmern mit Hohlsteuer-ventil. Die Anschaffungskosten für eine Anlage machen sich somit in kurzer Zeit bezahlt.

Meißel mit Luft

5fache Leistung
 mit unserm Preßluft-Meißel- u. Stemmhammer bedeutet größte Wirtschaftlichkeit beim Verputzen, Abmeißeln und Verstemmen durch Beseitigung der Handarbeit.

Stampfer mit Luft

8fache Leistung
 ergibt nicht nur erhebliche Ersparnisse an Zeit und Lohn, sondern auch besonders gleichmäßige Arbeit bei Verwendung unserer Preßluft-Stampfer.

Bohrer mit Luft

20fache Leistung
 ermöglicht unsere Preßluft-Bohrmaschine beim Bohren, Aufreiben u. Gewindeschneiden; überall unentbehrlich, wo neben Leistungsfähigkeit hohe Betriebssicherheit Vorbedingung ist.

Luft ist billig!

Rheinwerk
 G. m. b. H.

BARMEN-LANGERFELD
 >Außer-Verband<



Zufuhr von Rohmaterial

und für jeden Zweck fertigen wir aus eigenen Werkstoffen und auf Grund unserer langjährigen Erfahrungen nach eigenen Grundsätzen an.

Bei größeren Aufträgen werden auf Wunsch die Zahnräder von uns vorher kostenlos berechnet. Auch stehen wir mit sachdienlichen Auskünften und unseren Druckschriften zur Verfügung, selbstverständlich für Sie unverbindlich.

Anfragen erbeten an:



KRUPP

Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen
 Abteilung Zahnräder

EISENHOCH- u. BRÜCKENBAU



MICHAEL LAVIS SÖHNE
OFFENBACH A. MAIN

Walzwerks-Adjustagemaschinen



**Hochleistungs-
Werkzeugmaschinen**

Rollen-Richtmaschine für
schwerste Schienen und
Träger

ALFRED WIRTH & CO / ERKELENZ



Höchstdruck - Dampfarmaturen: Absperr-Schieberventile Syst. „Fischbach“

Inlands- und Auslandspatente

Mit paralleler Abdichtung und zwangsläufiger innerer Entlastung. Dieselben mit **Schnellschluß** schließen entsprechend ihren Durchgängen in 2 bis 7 Sekunden

Absperr-Ventile

Rückschlag-Ventile

Vollhub-Sicherheits-Ventile

Wasserstands-Anzeiger

Manometer

als Anzeige-Instrumente ohne oder mit Fernübertragung

Druck-Registrier-Instrumente

Ausführliche Prospekte auf Wunsch

Schäffer & Budenberg G. m. b. H.
Magdeburg-Buckau

WESSELMANN

SPIRALBOHRER
GEWINDEBOHRER
REIBAHLEN
FRÄSER
DREHBANK-
FUTTER



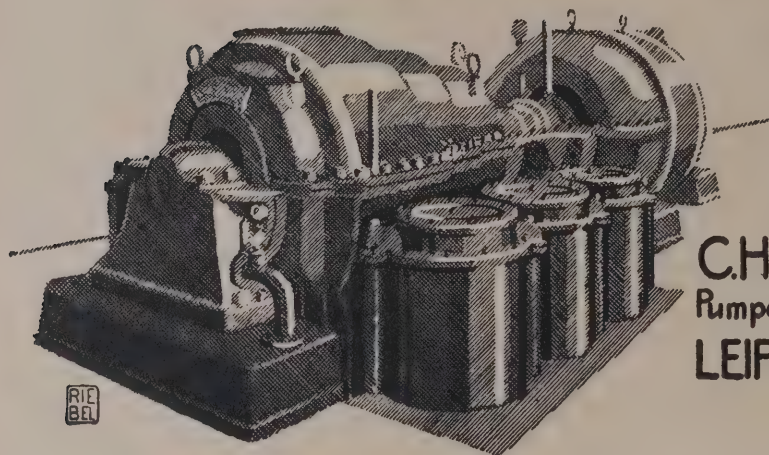
BOHRMASCHINEN
FRÄSMASCHINEN
SCHLEIFMASCHINEN

WESSELMANN-BOHRER-CO., A.G. GERA-ZWÖTZEN

JAEGER

Turbinenkompressoren
Gebläse 'Gassauger
Turbinenpumpen
Kreiskolbenpumpen

KOMPRESSOREN

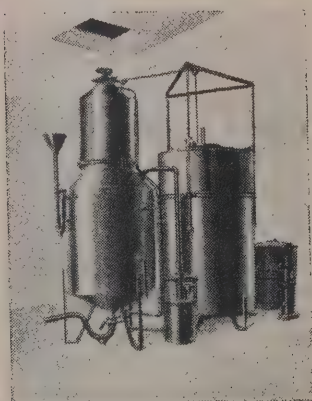


C.H. JAEGER & Co
Pumpen- und Gebläse-Werk
LEIPZIG-PLAGWITZ

RIL
81

ORTSFESTE AZETYLENANLAGEN

sind nicht explosionsicher, wenn sie nicht mit den neuesten Sicherheitsvorrichtungen versehen sind; darum schützen Sie Ihre Azetylenanlage.



Ortsfeste explosionsichere
Azetylenanlage „Baldur“

Wir bauen Azetylenanlagen, die durch unsere neuen sicherheitstechnischen Einrichtungen vollständig explosionsicher sind.

Schon bestehende Großanlagen jeden Systems statten wir ohne große Unkosten und ohne nennenswerte Betriebsunterbrechung mit unseren sicherheitstechnischen Verbesserungen aus. Verlangen Sie die Gutachten des Deutschen Azetylenvereins sowie die Unterlagen unserer Neukonstruktionen.

Unsere sicherheitstechnischen Einrichtungen wirken zwangsläufig und sind nicht vom Willen und der Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals abhängig.

Als älteste Spezialfirma Deutschlands empfehlen wir uns für den Bezug von: Beweglichen Azetylenanlagen, Sicherheits- und Hauptsicherheitsvorlagen, Schweißbrennern, Reduzierventilen, Schweißpulver, Reinigungsmasse usw. usw.

Keller & Knappich G.m. Maschinenfabrik
b. H. Abteilung Autogen **Augsburg 12**

Einige Vertreterbezirke sind noch zu vergeben.

POHLIG Förderanlagen



Tellansicht der **Pohligh-Förderanlagen für Brennstoffe** der J.G. Farbenindustrie A.G., Höchst a.M. Rechts Uferentlader und Elektrohängebahn für Großraumwagen von 13 cbm Inhalt. Stündl. Leistung 500 t. Links Elektrohängebahn für Kiesabbrände-Verladung.

Förder- und Verladeanlagen müssen, um höchste Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten, den örtlichen Verhältnissen, dem Betriebe und der Eigenart des Fördergutes angepaßt sein. Hier zeigt sich der unschätzbare Wert langjähriger Erfahrungen. Wir haben in über 50 jähriger Tätigkeit Tausende der verschiedenartigsten Förderanlagen in allen Teilen der Welt ausgeführt und daher größte Erfahrung auf diesem Gebiete.

J. POHLIG AKTIENGESELLSCHAFT KÖLN-ZOLLSTOCK

AMSLER-ZERREISSMASCHINEN

in allen Größen und für alle Werkstoffe

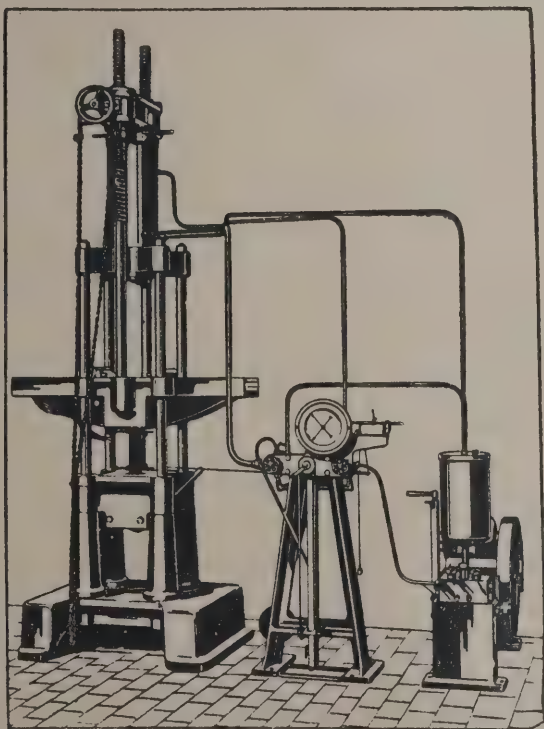


Abbildung zeigt 50 t Universal-Prüfmaschine mit Pendelmanometer und Dreikolbenpumpe

gebaut nach dem bewährten Amsler-Prinzip der hydraulischen Presse

Druckkolben im Zylinder genau eingespaßt. Leichtes, reibungsloses Spiel; daher große Genauigkeit in der selbsttätigen Kraftanzeige.

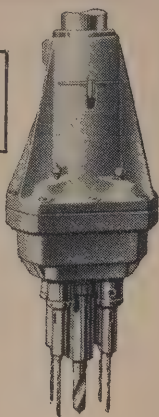
Verlangen Sie unseren Katalog 25 D

ALFRED J. AMSLER & CO.
Schaffhausen/Schweiz

Spezialfabrik für Prüfmaschinen

Gegründet 1854

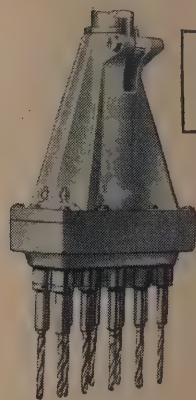
5 Spindeln
verschiedene
Bohrdurchm.



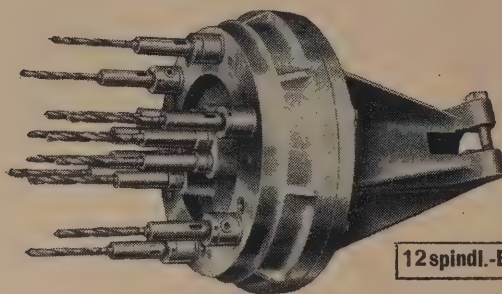
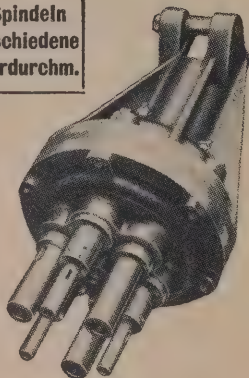
PRÄWO BOHRKÖPFE

bringen in Verbindung mit normalen
Bohrmaschinen beim Bohren Ersparnisse
bis zu 90%

10 Spindeln
Reihen-
bohrkopf

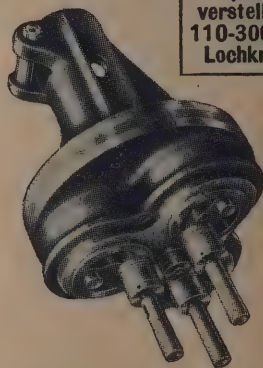


6 Spindeln
verschiedene
Bohrdurchm.



12spindl.-Bohrkopf

3 Spindeln
verstellbar
110-300mm
Lochkreis

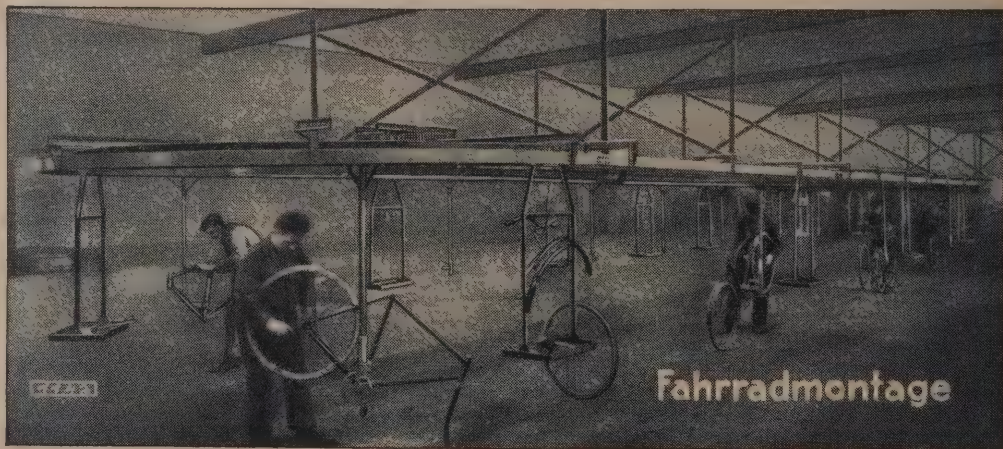


**PRÄZISIONSWERK G.M.
B.H.**
OFFENBACH A. MAIN



SCHENCK

Fließarbeit



Fahrradmontage



Monel-Metall

LACKKESSEL

beugen einer Verfärbung des Lackes beim Kochen vor und bieten Gewähr für eine lange Lebensdauer

MONEL-METALL

wendet man an bei allen Maschinen und Maschinenteilen, die Korrosionsgefahren, hoher Temperatur und starkem Druck ausgesetzt sind. Es wird in allen handelsüblichen Formen geliefert.

Verlangen Sie
unsere Broschüre
MM 1

MONEL-METALL

GESELLSCHAFT M. B. H.

FRANKFURT a. M.

Junghofstraße 1



BLEIKABEL

als Nervenstränge der Starkstromversorgung, als Befehlsübermittler von Apparat zu Apparat im Fernsprech- und Signalwesen verlangen sorgfältigste Herstellung, sollen die Anlagen in ständiger Zweckerfüllung stehen.

Machen Sie sich unsere jahrzehntelangen Erfahrungen im Bau aller Kabelarten für Stark- und Schwachstrom zunutze. Genaueste Auswahl der Baustoffe, ständige Überwachung der Fertigung durch gewissenhafte mechanische und elektrische Prüfungen, sowie neuzeitige Arbeitsmethoden verbürgen Erzeugnisse höchster Güte.

Wenn Sie Kabel zu vergeben oder auch ganze Kabelnetze zu verlegen haben, fragen Sie zuerst die

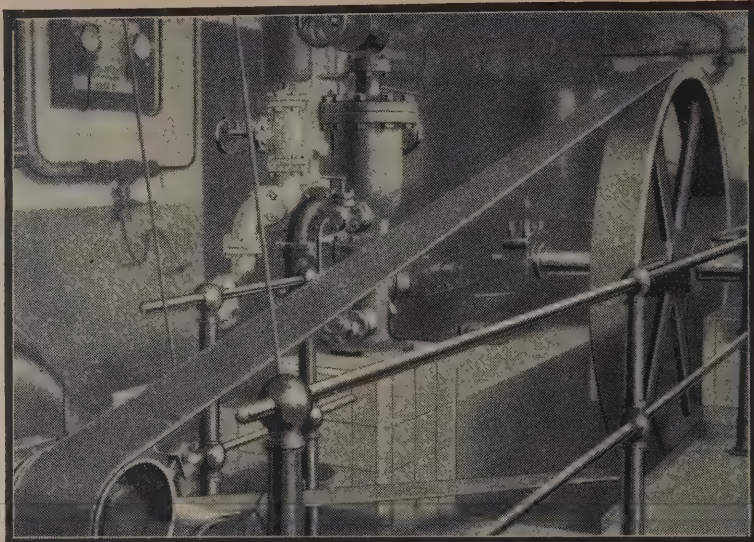
HACKETHAL- DRAHT- UND KABEL-WERKE A. G. HANNOVER



Gehrckens- Manschetten

Beratungen
durch Fach-
ingenieure
kostenlos

mit den
Konzernfirmen
Lederwerk Pinneberg
Lederwerk Tornesch
zusammen 500 Mann
Belegschaft



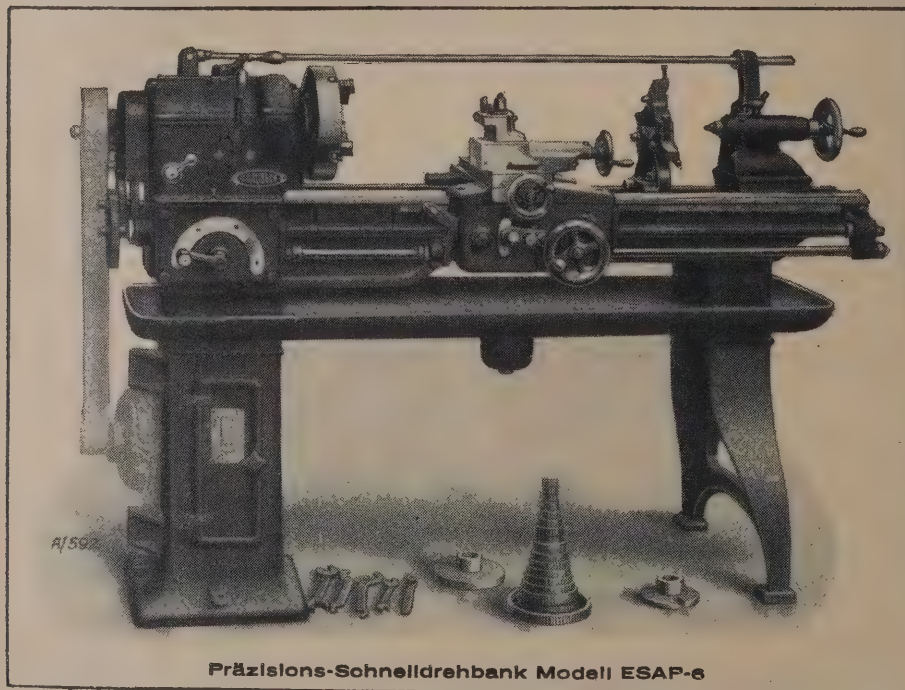
Dieser Gehrckens-Riemen läuft unter schwierigen
Verhältnissen seit 8 Jahren täglich 12 Stunden
ohne Anstände

C. Otto Gehrckens Wandsbek
Gegründet 1867 Litzowstr. 29-32
Leder- und Riemenwerke

Gehrckens- Riemen

Spezialität:
Antriebsriemen
für
schwierige
Verhältnisse
—
Kernleder-
riemen
—
Leder-
Manschetten
—
Technische
Leder
—
Balata-
riemen

Fernsprecher:
D 8 Wandsbek Nr. 5751-54
Tel.-Adr. Riemiager



Präzisions-Schnelldrehbank Modell ESAP-6



Einscheiben- Drehbänke

150-400 mm
Spitzenhöhe

ERNST KRAUSE & CO.

Aktiengesellschaft
BERLIN-WIEN

BERLIN W 8, Französischestraße 13-14 WIEN XX/2, Engerthstraße 151
KÖLN BUDAPEST WARSCHAU PRAG



RUD. OTTO MEYER

HAMBURG, BERLIN, BREMEN, KIEL, FRANKFURT (MAIN), LÜBECK,
DÜSSELDORF, STUTTGART, BEUTHEN (O.-S.), FREIBURG i. BR.

GRÜNDUNGSJAHR 1858

HEIZUNG, LÜFTUNG
WÄRMEWIRTSCHAFT
ROHRLEITUNGS-, MASCHINEN-
UND APPARATEBAU

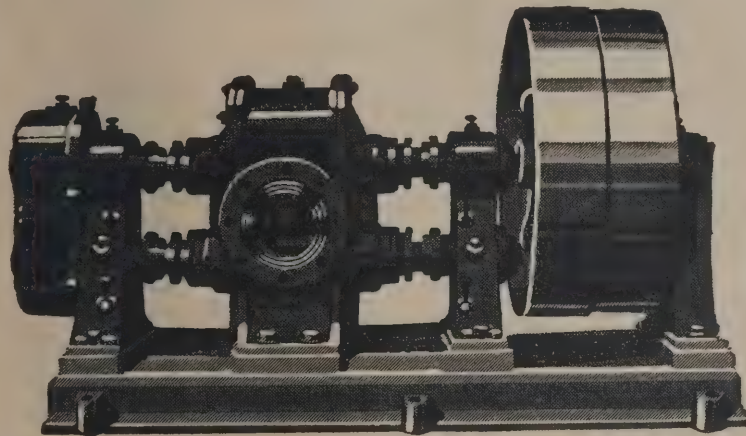
LUFTVORWÄRMER

BAUART DR. MÜNZINGER

DEUTSCHE REICHSPATENTE



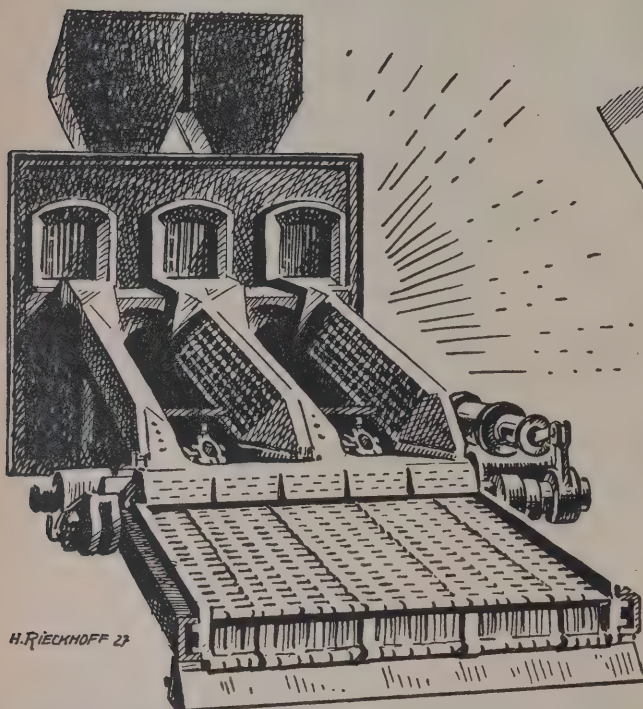
Im Großkraftwerk Klingenberg wurden 14 Kessel mit Rom-Taschenluftvorwärmern ausgerüstet



ENKE-PUMPEN

TURBINEN-PUMPEN
ROTATIONS-PUMPEN
GEBLÄSE * GASSAUGER

CARL ENKE G.M.B.H. SCHKEUDITZ B. LEIPZIG



Automatische Unterschub- Feuerungen Bauart „Gefia“

Ihre wesentlichen Vorteile:

Größtmöglicher Kohlensäuregehalt ohne Kohlenoxyd, daher keine unverbrannten Gase.

Somit vollkommene Rauchlosigkeit bei niedrigster Rauchgastemperatur, daher bester Wirkungsgrad und Ersparnisse an Brennstoff.

Weitgehendste Anpassungsfähigkeit an schwankende Belastungen, sowie schnellstes Anheizen und Abstellen des Kessels.

Die GEFIA-UNTERSCHUBFEUERUNG übertrifft daher hinsichtlich ihres Wirkungsgrades alle anderen Systeme.

G

„Gefia“ A.G. für industr. Anlagen Wien I

AGRICOLA

der deutschen Technik wiedergegeben!

Fast 400 Jahre nach Drucklegung des lateinischen Urtextes erscheint in strenger Anlehnung an die Originalausgabe sein größtes Werk

DE RE METALLICA ZWÖLF BÜCHER VOM BERG- UND HÜTTENWESEN in deutscher Sprache

Herausgegeben im Auftrage des Deutschen Museums von der AGRICOLA-GESELLSCHAFT
Etwa 600 Folio-Seiten auf hochwertigem Büttenpapier mit 273 Holzschnitten in Ganz- oder Halbpergament gebunden

Vorzugsangebot für die Mitglieder der Agricola-Gesellschaft
(Mitglieder der Fachgruppe Bergbau des Vereines deutscher Eisenhüttenleute, der Gesellschaft deutscher Metallhütten- und Bergleute E.V., des Deutschen Museums und des Vereines deutscher Ingenieure):

AGRICOLA „DE RE METALLICA“ (600 Seiten auf Büttenpapier mit 273 Holzschnitten, in Halbpergament gebunden) **30 RM** Nach dem 1. Mai 1928: **45 RM**

EHRENAUSGABE AGRICOLA „DE RE METALLICA“
(Numerierte Ausgabe, 600 Seiten auf Büttenpapier mit 273 Holzschnitten, in Ganzpergament gebunden) **50 RM** Nach dem 1. Mai 1928: **75 RM**

Für Verpackung und Porto wird 1 RM besonders berechnet

Der Betrag ist erst nach Erscheinen des Werkes (spätestens Anfang Mai 1928) zahlbar

Bestellungen zum Vorzugspreis nur an den

Verein deutscher Ingenieure / Berlin NW 7 / Ingenieurhaus
Postscheckkonto Berlin 6535



Teilansicht unserer Metallgießerei

Saubere Arbeit!

Hält man Gußstücke verschiedener Herkunft nebeneinander, so erkennt man sofort, welche am sorgfältigsten hergestellt sind.

Man sieht den Unterschied an der exakten Form der Ecken und Kanten, an der sauberen Beschaffenheit der Oberfläche, und aus dem Farbton kann man sehr oft auf die Güte der Legierung schließen.

In unserem Betriebe werden alle Fertigungsvorgänge so genau beobachtet, daß man unserem Guß schon äußerlich die Sorgfalt ansehen kann, mit der er hergestellt wird.

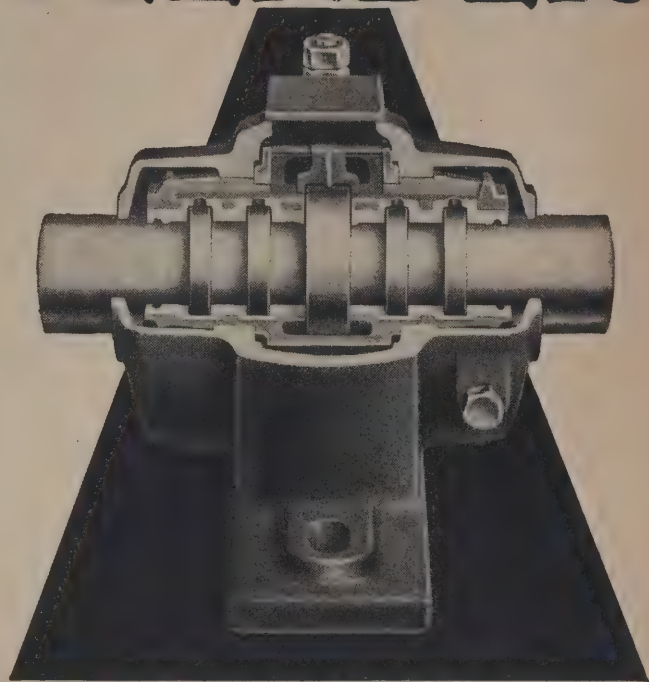
Schicken Sie uns Anfragen und Unterlagen zur Ausarbeitung eines Angebotes für rohe oder fertig bearbeitete Gußstücke!



**Gewerkschaft
Reckhammer
Duisburg a. Rh.**

RECKHAMMER
Metall- u. Aluminiumguß

FLENDER



Kammlager

Wenn größere Drücke in der Längsrichtung von Achsen und Wellen auftreten, so genügen Stellringe oder einzelne Bunde nicht mehr, um den aufgenommenen Druck an das Lager abzugeben. Man wähle in solchen Fällen Flender-Kammlager, die sowohl höchsten Achsialdruck aufnehmen als auch die Welle tragen.

Infolge ihrer Oelumlaufschmierung und zweckentsprechenden Verteilung des Oeles verbürgen sie reichliche, gleichmäßige und dauernde Bepulung der Kämme und Tragflächen und die von der modernen Schmier Technik geforderte reine Flüssigkeitsreibung an allen Druckstellen.

Wir verwenden für Flender-Kammlager die kräftigen Körper unserer WL- und WK-Lager (Din 118) mit auswechselbaren Weißmetallschalen.



A. FRIEDR. FLENDER & CO
TRANSMISSIONSWERKE / DÜSSELDORF

Zweigniederlassungen:

Berlin, Breslau, Bocholt i. W., Dortmund, Dresden, Düsseldorf, Frankenthal (Pfalz), Frankfurt a. M., Hamburg, Hannover, Köln, Leipzig, Magdeburg, Nürnberg, Stuttgart-Feuerbach und Augsburg



**SÜDDEUTSCHE
TELEFON-APPARATE-, KABEL- &
DRAHTWERKE : AG. NÜRNBERG**

TE K A DE

Starkstrom-Bleikabel
jeder Bauart

Hochspannungskabel
mit Strahlungsschutz
nach D.R.P. 288 446

Schwachstrom-Kabel für
Fernsprech- u. Signalanlagen

Fernkabel bzw. Überland-
kabel sowie deren komplette
Verlegung und Pupinisierung

Zentral-Umschalter

Telefon-Anlagen

Einzelapparate für Telefonie

RUND-FUNK-RÖHRE

TE K A DE

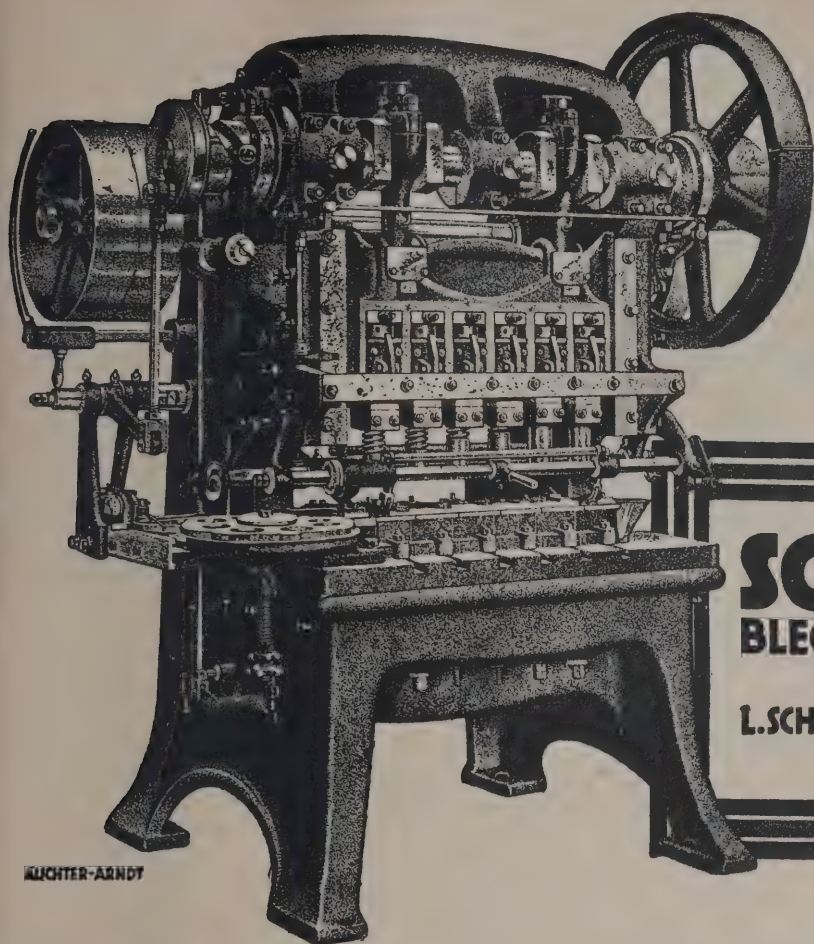
Betriebstelefonanlagen
für Elektrizitätswerke

N.E.A.

**Kolben-Kompressoren und Gebläse
Turbo-Kompressoren und Gebläse
Hochdruck-Kompressoren
Dampfmaschinen
Vakuumpumpen**



NEUMAN & ESSER / AACHEN



LÜCHTER-ARNDT

Selbsttätige Stufenpressen

für Kraftbetrieb

für 4, 6 oder 8 hintereinander
arbeitende Werkzeuge, vorzüg-
lich geeignet zur Massenher-
stellung von Teilen aller Art.

SCHULER
BLECHBEARBEITUNGS-
MASCHINEN
L.SCHULER A.G. GÖPPINGEN 8
WÜRTTEMBERG

ELGA



**Elektrische
Gasreinigungs-Gesellschaft
Kaiserlautern**

Feinreinigung von Gichtgas

erstmals durchgeführt nach dem

ELGA-Verfahren

Großanlagen im Betrieb

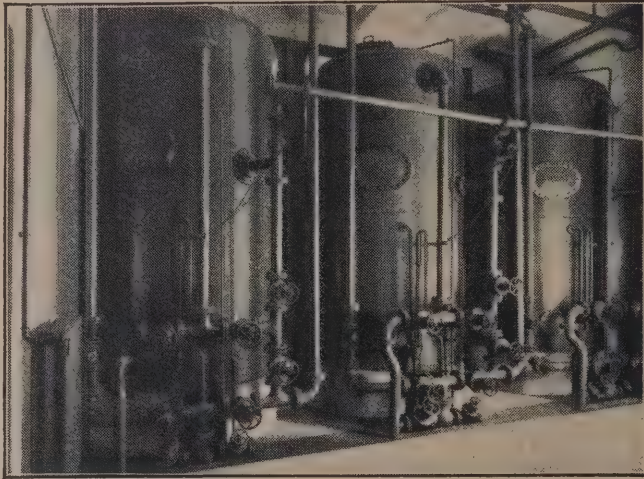
und in Ausführung, darunter Anlagen
bis zu 300 000 cbm/h Einzelleistung.

Reinigung und Entstaubung

von

Industriegasen

aller Art



Permutit-Enthärtungsanlage für
das Kesselspeisezusatzwasser
im Großkraftwerk Klingenberg.

WASSER- Enthärtung

auf gar. NULL GRAD
durch Permutitfilter

Völlig stein- und schlamm-
freie Kessel

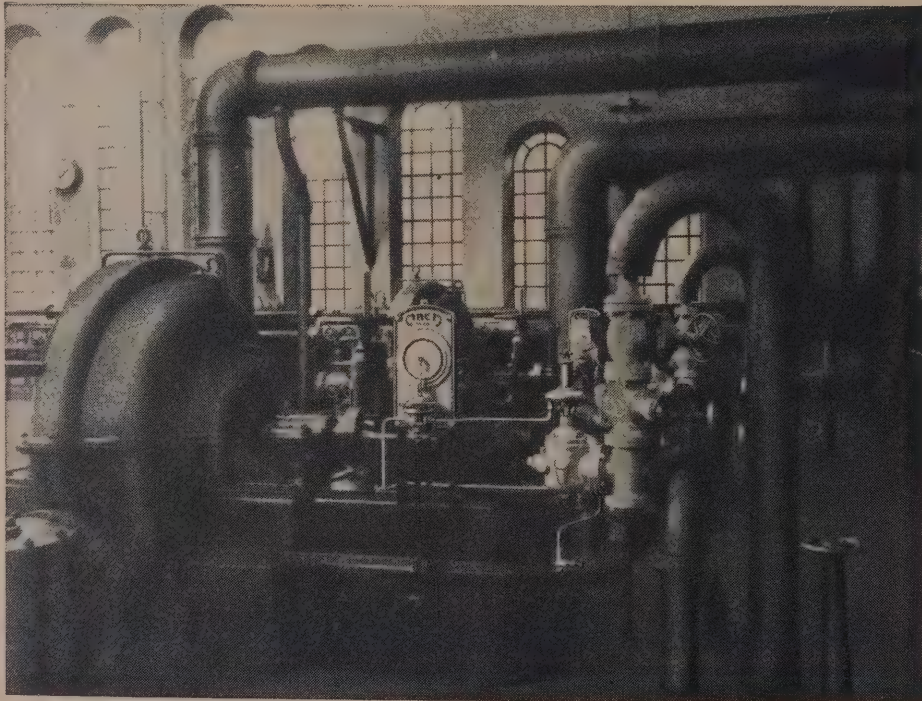
Unsere Entgaser verhüten
jede Rostung ohne Betriebs-
kosten

Enteisenung, mech. Filtration

PERMUTIT AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN NW 6 Vd.

ARCA-REGLER A.G.

BERLIN SW 68, Charlottenstraße 95



Arca-Gasregler an einer Saugerdampfmaschine

**Arca-Druckregler bis
300 atü f. Gase, Wasser
und Dampf**

**Arca-Elektroregler für
Elektroschmelzöfen u.
Elektrodampfkessel**

**Arca-Temperatur-
regler bis 1100° C. für
Dampfkühler, Trocken-
anlagen, Glüh- und
Härteöfen usw.**





**Arca-Regler jeder Art
für jeden
Verwendungszweck u.
jeden Industriezweig**

Langjährige Erfahrungen
im Reglerbau.
Beste Empfehlungen.
Druckschriften u. Angebote
kostenlos

Die nachstehende Tabelle zeigt, welche Leistungen mit der

Mars - Metalltrennmaschine

zu erzielen sind. Nehmen Sie sich die Zeit, den Arbeitsaufwand anderer Schneidmethoden damit zu vergleichen. Sie werden dann ebenfalls zu der Überzeugung kommen, daß die Anschaffung einer Mars-Metalltrennmaschine gewinnbringend ist. Ausführliche Angebote stehen kostenlos und ohne Verbindlichkeit zur Verfügung.

Werkstück	Form	Werkstoff Festigkeit/mm ²	Querschnitt Abmessungen	Geschnitten auf Maschine	Schnittzeit in Sek.	Kraftverbrauch in kW/st.
Waggon-eisen	 NP. 12	Flußstahl 40 kg/mm ²	120×55 F=17 cm ²	5	15	0,09
				6	10	0,08
"	" NP. 16	"	160×65 F=24 cm ²	5	25	0,16
				6	20	0,14
"	" NP. 24	"	240×85 F=43,2cm ²	5	30	0,19
				6	25	0,18
"	" NP. 26	"	260×90 F=48,4 cm ²	5	40	0,25
				6	30	0,22
"	" NP. 30	"	300×100 F=58,8 cm ²	5	55	0,34
				6	35	0,30
"	 NP. 5	"	50×50×9	4	15	0,046
				5	8	0,040
				6	4	0,028
"	" NP. 7	"	70×70×11	4	20	0,06
				5	13	0,05
				6	7	0,045
"	" NP. 10	"	100×100×14	4	35	0,13
				5	22	0,12
				6	12	0,095
"	" NP. 12	"	120×120×15	4	45	0,19
				5	28	0,18
				6	17	0,13
"	 NP. 5/5	"	50×50×6	4	8	0,025
				5	5	0,021
				6	3	0,015
"	" NP. 7/7	"	70×70×8	4	15	0,046
				5	8	0,040
				6	5	0,030
"	" NP. 10/10	"	100×100×11	4	32	0,110
				5	18	0,095
				6	10	0,07
Tragfedern		Flußstahl 65 kg/mm ²	90×13	5	25	0,15
				6	13	0,10

Mars-Werke A.-G.
Nürnberg-Doos.

5 Spezialitäten

Magnet-Separatoren
u. Trommeln
bis zu den grössten
Abmessungen

Lasthebe-
Magnete
wasserdicht u. mit
Luftkühlung

Schutz-
Magnete

Magnet-
Spannplatten
u. Spannfüter

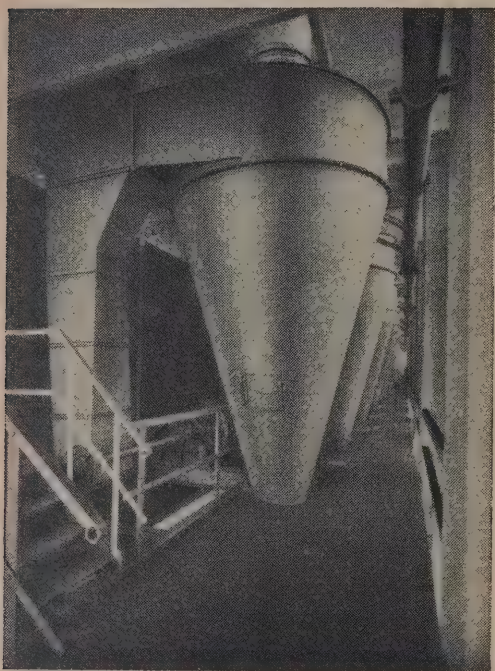
Schienen-
Schleif-
maschinen

Steinert
Köln-Bickendorf

Kostenlose Beratung
durch
Spezial-Ingenieure

Präpaganda Köln

Gasreinigungs- und Entstaubungs-Einrichtungen



Trockenabscheider einer Entstaubungsanlage im Rheinland, die in einem Jahr für über RM 200 000.— Material zurückgewinnt.

nach unseren zahlreichen Patenten und jahrelangen Erfahrungen
sind einfache Einbauten

Wir entstauben:

mechanisch, elektrisch, trocken oder naß, kombinieren auch solche Verfahren und behandeln jeden Fall nach der besonderen Eigenart seines Betriebes.

In allen Fällen garantieren wir:

Betriebssicherheit, Schutz gegen Brand und Explosion, geringen Kraftverbrauch, bequeme Kontrolle und einfachen Einbau.

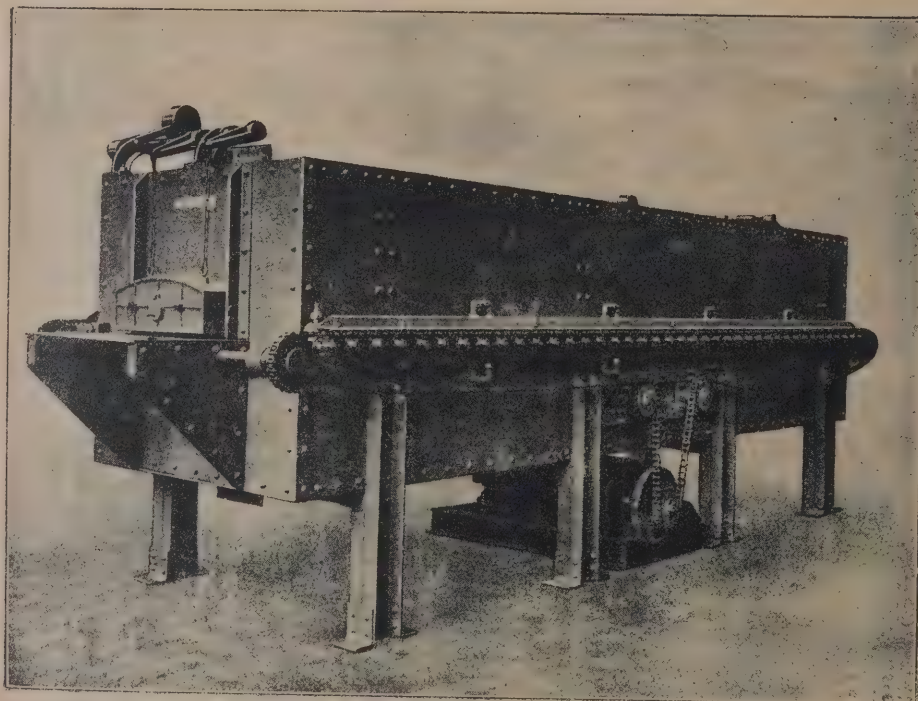
Verlangen Sie unsere Drucksachen. Wir richten dann die notwendigen Fragen an Sie, senden notfalls einen Fachingenieur und arbeiten Ihnen unverbindlich ein Projekt aus.

Sie werden dann überrascht sein, wie gering die Bau- und Betriebskosten sind; besonders aber wie große Materialmengen Sie zurückgewinnen. So machen sich die Anlagekosten schnell bezahlt und Sie haben für alle Zukunft einen sicheren Gewinnfaktor in Ihrem Betriebsüberschuß.

Es gibt wohl kaum einen Betrieb, der nicht aus unseren Anlagen Nutzen ziehen kann.

TELEX

Apparatebau-Ges. m.b.H., Frankfurt a.M., Gr. Gallusstr. 2



Elektrischer Ofen

mit
Rollen-
boden
zum
Glühen
und
Härten
bis
1150° C.

„Industrie“ Elektroofen G.m.b.H.
Köln a. Rh., ~ Hochhaus 16. Stock

Gewicht 430 kg

SILUMIN

veredelte
Aluminium-Silizium
Legierung

für
**Sand-, Kokillen-
 und Spritzguß**



Spezifisches Gewicht: 2,65
 Schwindmaß: 1,0—1,14

Große Festigkeit, hohe Dehnung, geringes Schwindmaß,
 läuft gut aus, reißt nicht, ist vollkommen dicht, vorzüglich schweißbar,
 gestattet das unmittelbare Eingießen von härteren Konstruktionselementen,
 geeignet zum Abguß nach vorhandenen Graugußmodellen

Metallbank, Technische Abteilung, Frankfurt a. Main



Wir liefern

für das Großkraftwerk Klingenberg:

Jalousie-Klappen

für die Luft-Rückkühlanlage der

70 000 kW-Generatoren

Entqualmungs-, Ent- u. Belüftungsanlagen

für die Hochspannung-Schalterräume

Spezial-Hebevorrichtungen

für Kondensatordeckel, Generator- und
 Turbinengehäuse sowie Induktoren

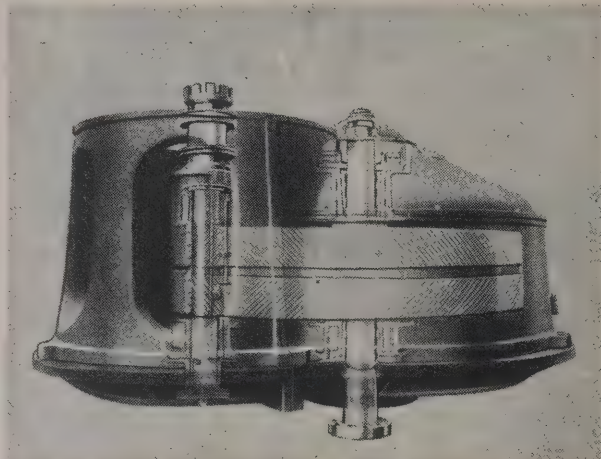
OTTO WILHELMI G. M. B. H.

Berlin-Neukölln, Kölnische Allee 49

Langjähriger Lieferant der AEG und Bewag sowie staatlicher und städtischer Behörden

Deutsche Werke Kiel

SCHIFFSWERFT UND MASCHINENFABRIK



$N = 800 \text{ PS}$, $n/n = 50/500$



PRÄZISIONS- ZAHNRADGETRIEBE

★

Für alle Leistungen
Für höchste Drehzahlen
Für große Drehmomente
Für jede Übersetzung

★

Anschrift: Kiel, Postschließfach / Fernruf: Kiel 6300 — 6314 / Drahtanschrift: Deweka Kiel

DEUTSCHE WERKE KIEL AKTIENGESellschaft

Die seit 50 Jahren bewährte

Billeter - Einpilaster - Hobelmaschine

ist die zweckmäßigste Hobelmaschine für jeden Betrieb.

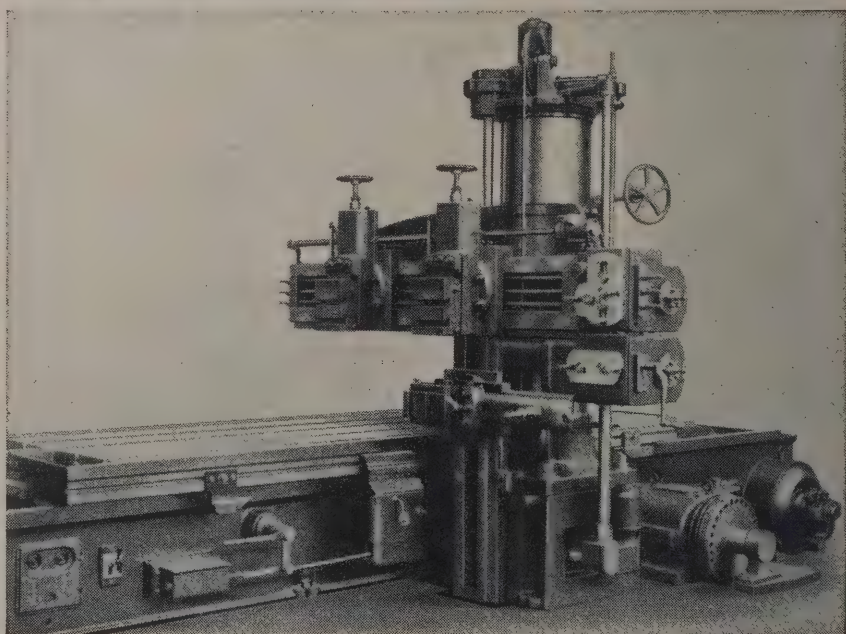
Unser neuestes Modell
mit vielen wesentlichen
Verbesserungen ist jetzt
kurzfristig in 7 Größen
lieferbar.

★

1000 bis 2750 mm
Hobelbreite bei
beliebiger Hobellänge.

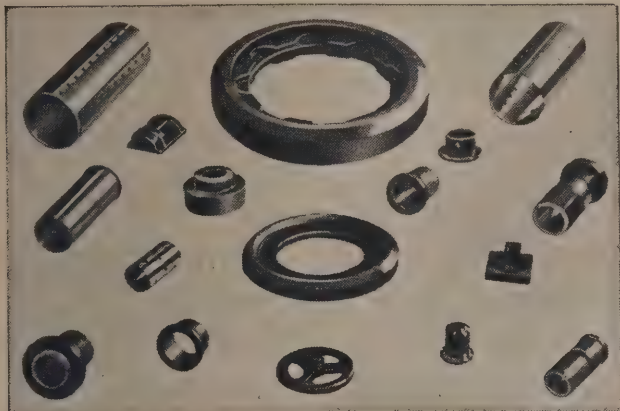
★

Fordern Sie unverbind-
lich ausführliche
Beschreibung unserer
Neuerungen.



Billeter & Klunz, A.-G., Aschersleben

admos



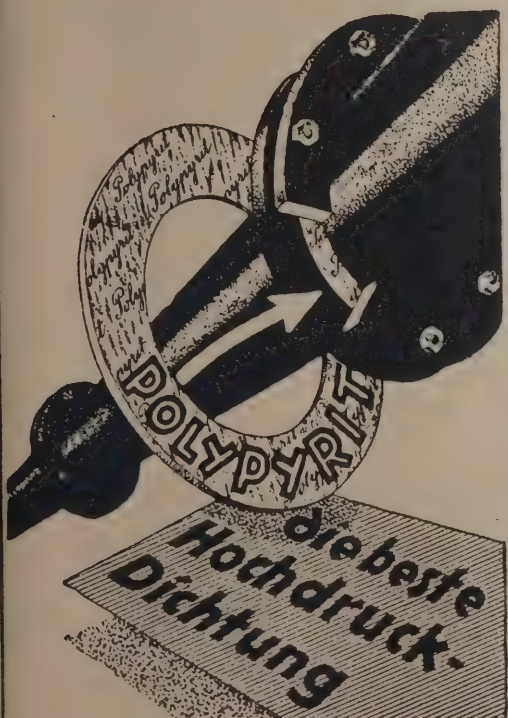
**Die hochwertigsten
Konstruktions-
materialien**

**für alle
Zwecke
der
Industrie**

Rübelbronzen und Admoslegierungen

D.R.P. und AUSLANDSPATENTE

**ALLGEMEINES DEUTSCHES METALLWERK G.M.
BERLIN - OBERSCHÖNEWEIDE B.H.**



zu beziehen durch technische Geschäfte

POLYPYRIT Pahl^{sche}

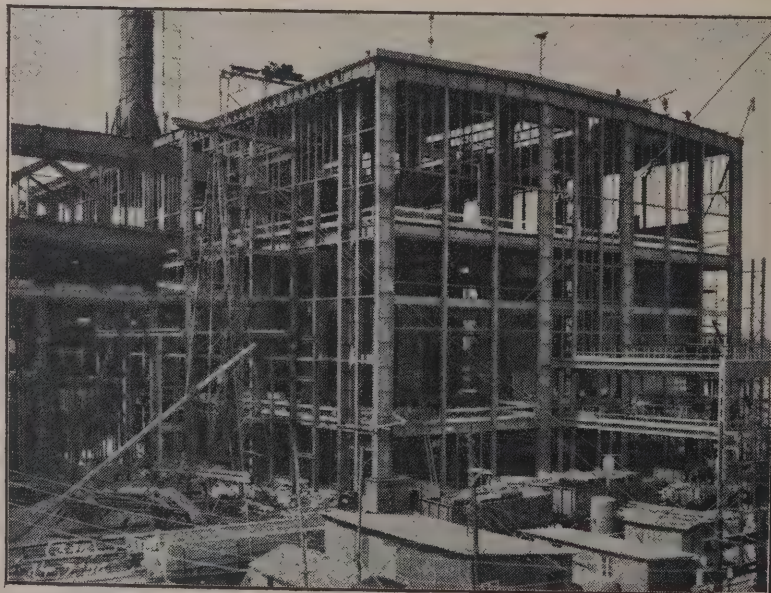
**Gummi- u. Asbest
Gesellschaft
m. b. H.**

DÜSSELDORF-RATH



HEIN, LEHMANN & CO., A.G.

Eisenkonstruktionen, Brücken- und Signalbau



Konstruktionen
für
**Kraftwerk
Klingenberg**

über 2000 Tonnen
geliefert
und
montiert

Berlin-Reinickendorf • Düsseldorf-Oberbilk



WASSER

AUFBEREITUNG JEDER ART.

HALVOR BREDAG A.G.

BERLIN-CHARLOTTENBURG 2



Vereinigte Kesselwerke A.-G. Düsseldorf

Hochleistungskessel für höchste Drücke
Steilrohrkessel D.R.P.
 (Dreitrommeltyp). Das System bietet
 wesentliche Vorteile gegenüber anderen
 Steilrohrkesseltypen

Sektionalkessel D.R.P.
 mit längs-und querliegenden Trommeln

Werk Petry-Dereux, Düren

Werk Piedboeuf, Düsseldorf

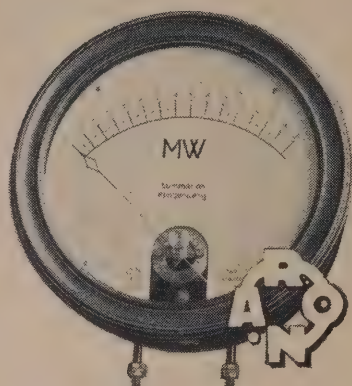
Werk Orange, Gelsenkirchen

Beide Kesselsysteme ergaben, sowohl mit Steinkohle als auch
 mit Braunkohle, in mehrtägigem **Dauerbetrieb** Leistungen
 von 50—70 kg/qm. Fordern Sie Prospekte und Drucksachen

Wir liefern für das
Großkraftwerk Klingenberg

die

Fernmeßanlagen
System Telewatt



zur Summation der Leistung sämtlicher Generatoren mit
Empfangsstellen im Werk selbst und im Kraftwerk Moabit

Telewatt

summiert mit höchster Präzision über größte Entfernungen ohne Hilfs-
batterien und kontinuierlich

ARONWERKE

Elektrizitäts Gesellschaft m.b.H., Charlottenburg



*Fordern Sie Angebot
und Literatur*

SCHIELE & BRUCHSALER-INDUSTRIEWERKE
HORNBERG-SCHWARZWALDBAHN

Für rasch laufende Getriebe
haben sich elastische

Voith-Kupplungen

bestens bewährt.

Ihre hohe Elastizität sichert störungsfreien
Lauf.



Hohenzollern-Stirnradgetriebe mit
elastischer Voith-Kupplung



J. M. Voith

Heidenheim A 1, a. d. Brz., Württ.

Schwesterwerk: St. Pölten, Nied.-Oesterr.



LESSING

Elektroden und
Elektrokohle

Jeder Art, wie

Dynamobürsten
Kohlekontakte
Kohle-Stäbe
-Rohre, -Platten

und besondere Formen
nach Angabe

Dr. Alb. Lessing / Nürnberg

Vertretung Groß-Berlin: Dr. Hans Vössing, Berlin-Friedenau
Baumelsterstraße 5 / Fernruf: Rheingau 1367

Dampfkrane

für alle Zwecke
sofort
ab Lager

**Ardeltwerke
Eberswalde**

Der wichtigste Indikator in Drehstromnetzen ist das

ASYMMETER

Kein anderer
Apparat zeigt
beginnende
und

bestehende Erd-
schlüsse so zu-
verlässig und
leicht erkenn-
bar an

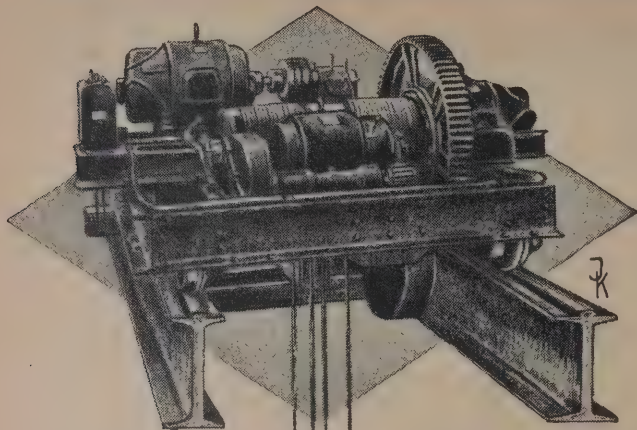


P. GOSSEN & CO. KOMP. GES.
FABRIK ELEKTRISCHER MESSGERÄTE
ERLANGEN/BAY.

D.K.F.

*Kugellager
Rollenlager
Stahlrollen*

**DEUTSCHE
KUGELLAGERFABRIK
G.M.B.H.
LEIPZIG-PLAGWITZ.**



Das Ideal-Hub- und Senkwerk hat nur eine Steuerwalze und ist mit einem patentamtlich geschützten Regelwerk verbunden, daher Geschwindigkeit für größere und kleinere Lasten genau einstellbar.

Bedienung durch Hebel-, Hand- oder Seilrad. Heben beginnt stoßfrei; Senken auf Millimeter regulierbar.

Das Ideal-Hub- und Senkwerk ist sparsam im Stromverbrauch, erzeugt Strom beim Senken der Last und verursacht keine Spannungsschwankungen. Anlaufstrom nur 15% höher als Normalstrom.

Das Ideal-Windwerk ist für jeden Betrieb verwendbar. Seine Wirtschaftlichkeit und feinstufige Regulierung hat sich bestens bewährt.

D.R.P.

JDECK
HEBEZEUG-FABRIK
R.ECK G.M.B.H. PIRNA-COPITZ



Berge von Kohlen und Geld

können Sie sparen, wenn Sie Ihre Dampfkessel mit unserer modernen

Heißwasser-Speiseanlage D.R.P.
versehen

Kostenlos Auskünfte, Ingenieurbesuch,
Probefieferung

Schiff & Stern
Leipzig-Eu., Wien II./u. Brunn

STERN

AKTIENGESellschaft EISEN

FERNRUF 51711, FERNGESPR. 51700
TELEG. EISENSTERN

**Leistungsfähigste
Spezialwerkstätten**
zur billigsten Herstellung von

**Knoten-
Skizzen-
Streifen-**

Blechen
1-60 mm Stärke

für

**Brückenbau
Waggonbau
Eisenkonstruktionen
Stanzwerke**

Rheinische Schweisswerke Sieglar

G. m. b. H.



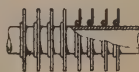
Sieglar bei Köln



Sieglar Rippenrohre D. R. P.



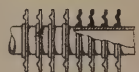
Sieglar-Scheibenrippenrohr
Extra Rund
Scheibenstärke je nach Rohr
Ø 1 1/4-2 mm



Sieglar Scheibenrippenrohr
Extra Vierkant
Scheibenstärke je nach Rohr
Ø 1 1/4-2 mm



Sieglar Scheibenrippenrohr
Normal Rund
Scheibenstärke 1-1,2 mm
mit Verstärkungswulst



Sieglar Scheibenrippenrohr
Normal Vierkant
Scheibenstärke 1-1,2 mm
mit Verstärkungswulst

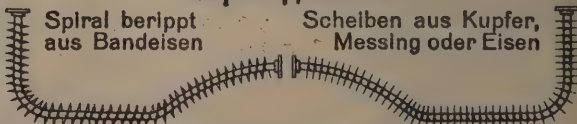


Sieglar **Spiral**rippenrohr
Warmaufgezogenes Bandeseisen

Kupferrippenrohre

Spiral berippt
aus Bandeseisen

Scheiben aus Kupfer,
Messing oder Eisen



GUSTAV BOLDT

MALERMEISTER

BERLIN-LICHTENBERG

TÜRRSCHMIDTSTR. 43

FERNSPRECHER: LICHTENBERG No. 3478

ABT. I: DEKORATIONS-MALEREI
KÜNSTLERISCHE AUSSCHMÜCKUNG
VON WOHN- UND GESCHÄFTS-
HÄUSERN ETC.

**ABT. II: SPEZIALANSTRICHE FÜR INDUSTRIE-
BAUTEN, EISENKONSTRUKTIONEN**
WIE HALLEN U. TÜRME IN BESTBE-
WÄHRTEN, WETTERFESTEN FARBEN

FORDERN SIE BITTEREFERENZEN

WÄRME&KÄLTE



RHEINHOLD & CO

VEREINIGTE KIESELGUHR-UND KORKSTEIN-GESELLSCHAFT
STAMMHAUS BERLIN SW.61

LAMBDA - D.R.P. - HÖCHSTER ISOLIEREFFEKT
14 EIGENE HÄUSER IM DEUTSCHEN REICHE

Im Großkraftwerk Klingenbergr wurden von der
Firma Rheinhold & Co., Vereinigte Kieselguhr-
und Korkstein-Gesellschaft, Berlin, ca. 10 000 qm
Isolierungen in Lambda-Materialien ausgeführt.

KREISELPUMPEN

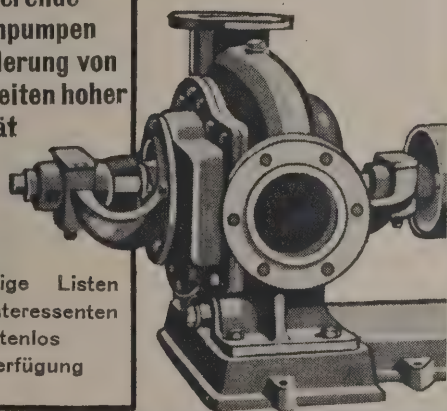
mit bisher unerreicht hohem Wirkungsgrad!

Für Förderhöhen bis 30 Meter, davon Saughöhe bis
7 Meter, und Leistungen von
20 bis 16000 Liter/minütlich

Autom. Anlagen
für Haus-Wasser-
Versorgung

Rotierende
Kolbenpumpen
zur Förderung von
Flüssigkeiten hoher
Viskosität

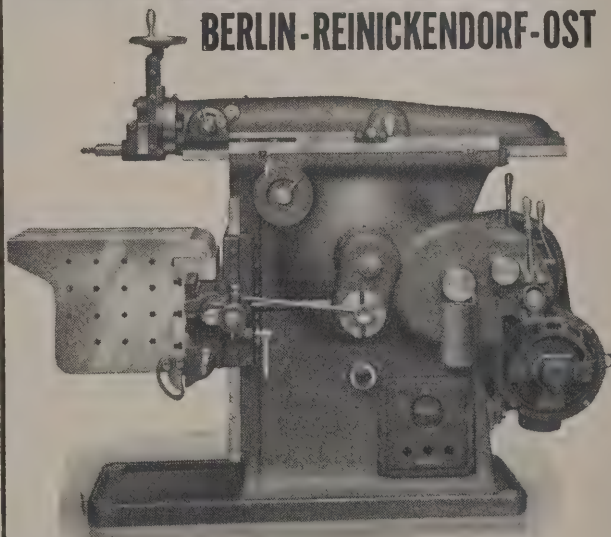
Reichhaltige Listen
stehen Interessenten
kostenlos
zur Verfügung



GEBR.
RITZ & SCHWEIZER
PUMPENFABRIK
SCHWAB. GMÜND A.R.

CARL SCHOENING G.M.B.H.

BERLIN-REINICKENDORF-OST



Modell K-3 550mm Hub, mit direktgekuppeltem **Regulier-Motor**

Spezialität: Shapingmaschinen

mit Kulissen-Antrieb und Friktions-
Antrieb, Stufenscheiben- und Ein-
scheiben-Antrieb

Elektrischer Antrieb mit direkt angebautem Motor

FULLER-



FULLER-MÖHLE
mit Windsichtung

Kohlenstaubfeuerungen

für Dampfkessel und Industrieöfen aller Art

Kinyon Staubpumpen

Auslandspatente und D. R. P. a.

Mühlen D. R. P.

CLAUDIUS PETERS HAMBURG 1

Glockengießerwall 2

Telegramm-Adresse: FULLERPETERS HAMBURG

KRANE u. AUFZÜGE



MASCHINENBAU-
ACTIENGESellschaft VORM.
BECK & HENKEL
CASSEL

Seil- und Kettenbahnen

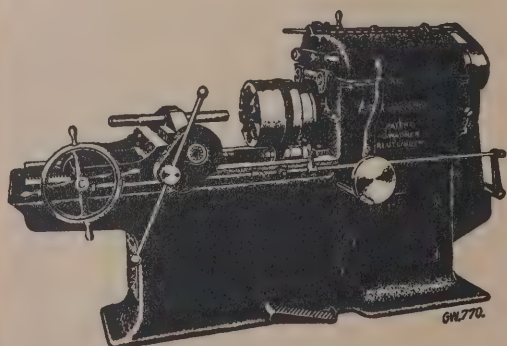
mit unserer Spezialkonstruktion zur
Vermeidung von
Differentialspannungen



Rangieranlagen für Eisenbahnwaggons

- a) mit endlosem Seil u. automatisch wirkendem Zweigeschwindigkeitsschalter, D. R. P.
d. h. Langsamlauf des Seiles bei Leergang. Schnelllauf des Seiles beim Anhängen der Waggons
- b) Rangierwinden mit besonders für das Anfahren der Waggons konstruierter weichwirkender Kupplung — Spielend leichtes Abziehen des Seiles von der Windentrommel

**Kaltsägemaschinen
„Rapid“-Sägeblätter
Sägeblattschärfmaschinen
Gewindeschneidmaschinen**



GUSTAV WAGNER
MASCHINENFABRIK REUTLINGEN

Gustav Knackstedt, Cottbus A.
Gegr. 1887 Maschinenfabrik u. Eisengießerei Fernspr. 199

Hillebrand & Kracht

Motoren- und Pumpenfabrik
Werdohl i. Westf.



Motorpumpen für elektrischen Antrieb



Wasserhaltungspumpen
für Hauswirtschaft und Industrie

Umwälzpumpen

für Warmwasserheizungen

Zahnradpumpen

Klein-Zentrifugal-Pumpen
Rundlauf - Kolbenpumpen

Langjährig bewährte Konstruktionen



„Schildkröte“
der beste
Hubwagen!

LOYD DYNAMOWERKE
ANTHON-GESELLSCHAFT BREMEN
FABRIKATION VON DYNAMO- UND ELEKTROMOTOREN, PUMPEN, VERDAMPFERN, KÜHLMASCHINEN, VERBUNDENEN MASCHINEN, VERBUNDENEN MASCHINEN, VERBUNDENEN MASCHINEN
Bremen, den 17. Oktober 1927

Firma Carl Goetze & Co. Bremen
Betreff: Ihr Schreiben vom 9. August 1927

Die gelieferten Hubtransportwagen in jeder Hinsicht zufrieden sind. Mehrere Wagen die seit vielen Jahren in Betrieb sind, gehen zu den besten der Veranlassung von Robkern über. Wir hoffen Ihnen hiermit gütlich zu haben.

hochachtungsvoll
Lloyd Dynamowerke
Ausgangsschein
Betriebsleitung

So urteilt
die Kundschaft

Ernst Wagner Apparatebau Reutlingen
(Württ.)

KÄMPER- MOTOREN

FÜR KRAFTPFLÜGE • SCHLEPPER
BOOTE • LOKOMOTIVEN • KOM-
PRESSOREN • HEBEZEUGE U.S.W.

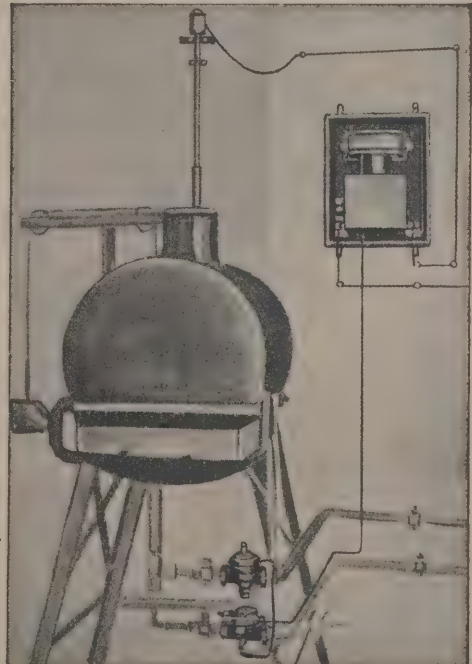


ZEITGEMÄSSE
REIHENHERSTELLUNG
NIEDRIGE PREISE

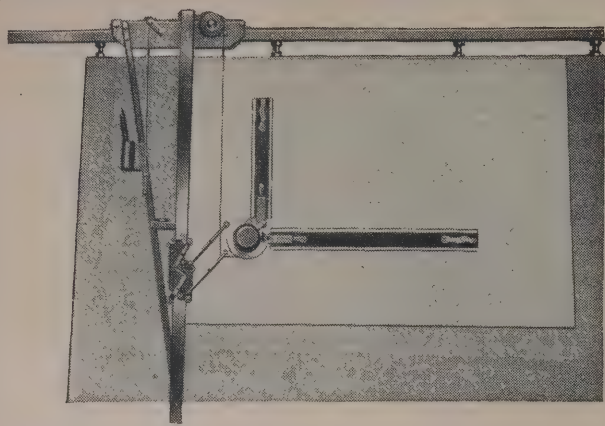
HEINRICH KÄMPER
MOTORENFABRIK &
BERLIN-MARIENFELDE

REGULO Temperatur-Regler

für alle Temperaturen von 0-2000°C



G. Kromschroder A.-G.
Osnabrück



**Sie sparen Zeit
Material und somit Geld**

wenn Sie Ihr technisches Büro mit

Reiss-Zeichenmaschinen

Modell C ausrüsten!

R. REISS G.M.B.H. LIEBENWERDA
FABRIK TECHNISCHER ARTIKEL

TURBON
Ventilatoren und Apparatebau A.G.

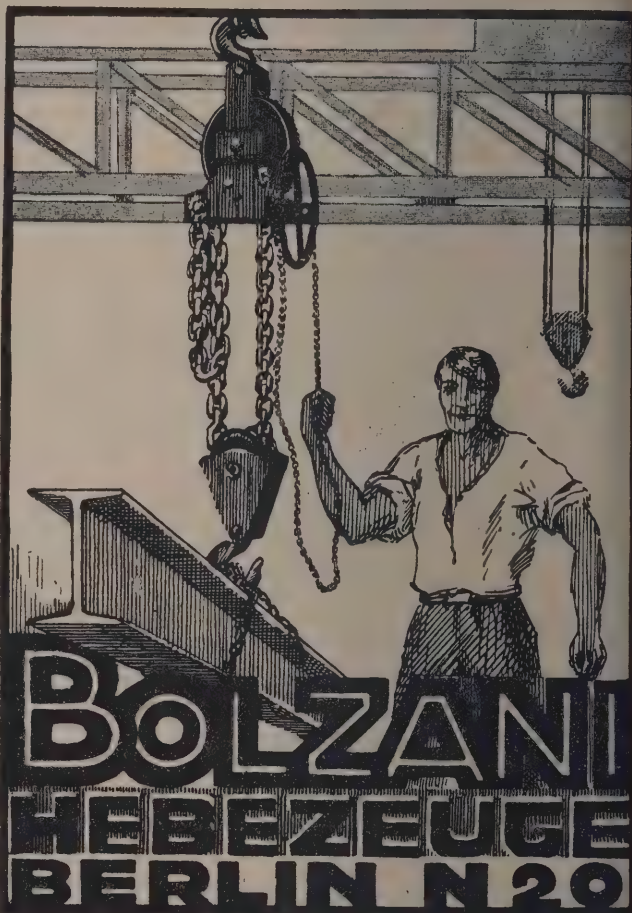


**Ventilatoren
D. R. P.
und Anlagen**

für Lüftung, Luftheizung,
Staubabsaugung, Späne-
transport, Trocknung u.v.a.

Verlangen Sie kostenlos
Druckschriften V 28

BERLIN-REINICKENDORF-OST
GRAF ROEDERN ALLEE 4



Auch der schönste und mit allen Bequemlichkeiten ausgerüstete Wagen kann Ihnen das Reisen nicht zu einem Genuß machen, wenn er nicht gut gefedert ist. Auf schlechten, holprigen Wegen werden Sie beständig gestoßen und geschüttelt: auch die viel angepriesenen Stoßdämpfer helfen wenig.

Wollen Sie sanft und stossfrei fahren, dann verbessern Sie Ihre Federn mit den

stossdämpfenden Federblätter

D. R. G. M. Nr. 952511.

aus Pouplier-Dauer-Federstahl

D. R. P. a.

Sie haben alsdann eine wunderbare Federung, um die Sie jeder beneidet.
Erschütterungen und heftige Stöße werden aufgefangen und verschluckt.
Diese Federblätter sind rasch und ohne grosse Kosten einzubauen. Kein Ärger und Verdruss mehr über schlechte Strassen! Verlangen Sie heute noch Aufklärung und Prospekt.

Stahlwerk Kabel C. Pouplier jun.

Gußstahlfabrik — Kaltwalzwerke — Präzisionsziehereien — Hammerwerke.
Kabel bei Hagen in Westfalen.

Massen-Artikel

in Aluminium- Spritzguss

werden von uns nach Skizze oder Muster unter Verwendung reiner Metalle preiswert und schnell hergestellt. Wir liefern Gußteile (Halb- und Fertigfabrikate) in großen Serien an die namhaftesten Industriefirmen und sind auf diesem Gebiete auf Grund langjähriger Betriebserfahrungen außerordentlich leistungsfähig. Bitte fragen Sie bei uns an.

Aluminium-Spritzgusswerke G.m.b.H. Nürnberg



POLTE

ARMATUREN- U. MASCHINENFABRIK
EISEN- UND METALL-GIESSEREI

GEGR. 1885 * **MAGDEBURG** * POLTESTR.

SCHIEBER VENTILE HÄHNE

FÜR GAS, WASSER,
DAMPF, PRESSLUFT,
ÖL, BENZIN, AMMONIAK,
SÄUREN, LAUGEN U. FÜR
ALLE INDUSTRIELLEN
ZWECKE

VENTILBRUNNEN ROHRSCHELLEN HYDRANTEN



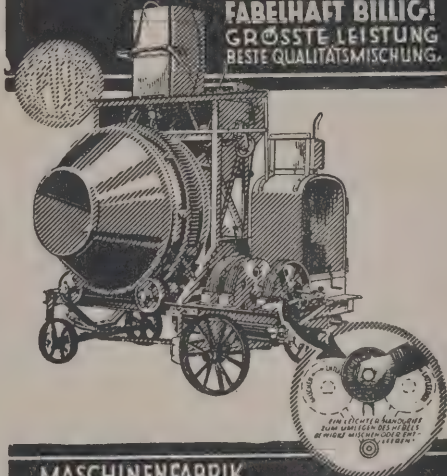
Überflurhydrant

„Kaiser-Mischer“

MODELL 1928

D. R. P. ANGELEGT

FABELHAFT BILLIG!
GRÖSSTE LEISTUNG
BESTE QUALITÄTSMISCHUNG.



MASCHINENFABRIK

OTTO KAISER

ST. JÜRGENT



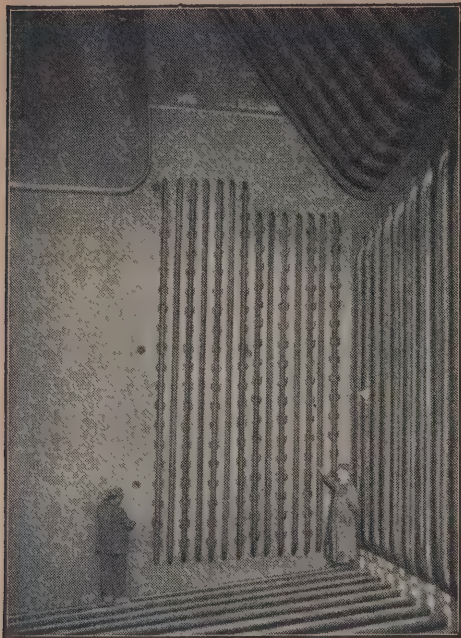
JOHN & NAGEL

BERLIN-NEUKÖLLN

Zentralheizungsbau

Städteheizung

Wärmewirtschaft / Be- und Entwässerung / Sanitäre Anlagen



AEG-Staubfeuerung
eines Stellrohrkessels
v. 1750 qm Heizfläche

Einmauerungen von Großkesseln neuester Bauart
D. R. P. „Hängedecken“ D. R. P.
für Kesselfeuerungen und Industrieöfen
D. R. P. „COP“ D. R. P.
der Schamottestein für Höchstbeanspruchungen
Ofen- und Feuerungsbauten
für die Eisen-, Metall- und Emaille-Industrie
Keramische Brennöfen
Tunnelöfen zum Glühen und Tempern

Großkraftwerk Klingenberg:

Einmauerung von vier Hochdruckkesseln zu 1750 qm mit AEG-Staubfeuerung

FEUERUNGSBAU CARL ROSCHMANN

Hennigsdorf bei Berlin, Bötzwstraße 17

Wärme- und Kälteschutz

**ISOLIERUNGEN
MITTELS**

Expansitkorkstein-
platten und -schalen

D. R. P.

Diatomitsteinen
und -schalen

Kieselgur-
Wärmeschutz-
massen

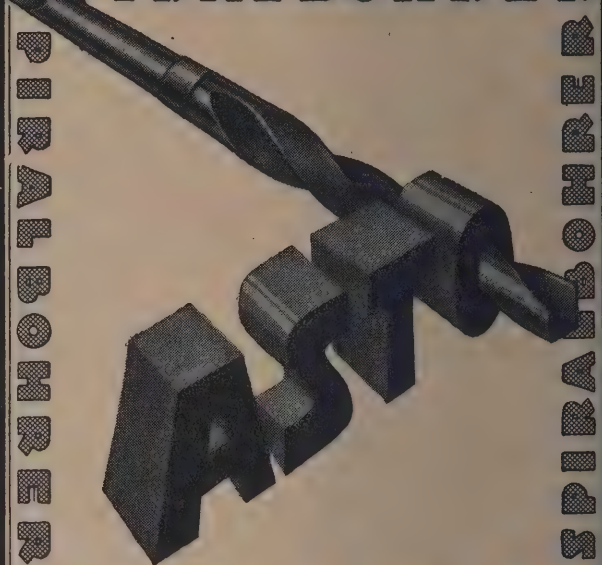
GRÜNZWEIG & HARTMANN GM. BH.

LUDWIGSHAFEN A. RH.

NIEDERLASSUNGEN: BERLIN • CASSEL • DÜSSELDORF • FRANKFURT A/M
HAMBURG • LEIPZIG • MÜNCHEN • STUTTGART

FÜHREND SIND

SPIRALBOHRER



SPIRALBOHRER

WERKZEUG-UND MASCHINENBAU-A.G.

vorm. A. STUTTMANN & CO.

FRANKFURT A.M. OSTHAFEN

RABENBAUER

MÜNCHEN

Weit
über

1000

**Buckauer
Röhrentrockner**

für

**Braunkohle, Torf, Steinkohle, Koks usw.
zur Brikett- und Brennstauberzeugung**
geliefert,

darunter für Großkraftwerke:

Klingenberg 4 Stück

Stettin 1 „

Moabit 1 „

Mannheim 1 „

Leipzig-Süd 3 „

Den Haag 1 „

**MASCHINENFABRIK
BUCKAU**

ACTIENGESellschaft ZU MAGDEBURG

HOCHDRUCK ROHRLEITUNGEN



**GESELLSCHAFT
FÜR HOCHDRUCK-
ROHRLEITUNGEN
M.B.H.
BERLIN O. 27
Blankenfeldestr. 9**



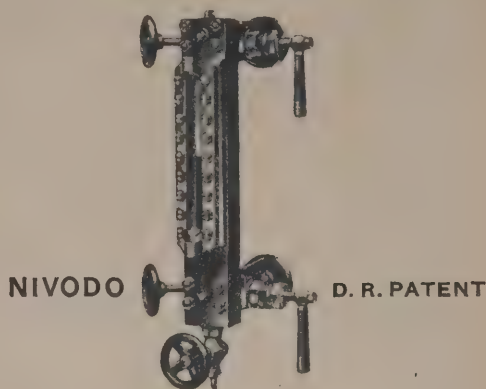
FERNSPRECHER 1330 • EISERNERSTR. 31



SPARSTÄHLE

MIT AUFGESCHWEISSTEN
SCHNELLSTAHLSCHEIDEN /
für allerhöchste Leistungen / in allen
gebräuchlichen Formen u. Abmes-
sungen / gebrauchsfertig gehärtet
u. geschliffen / größte Ersparnis ge-
genüber Vollstählen • Grosses Lager

Unsere Sondererzeugnisse:

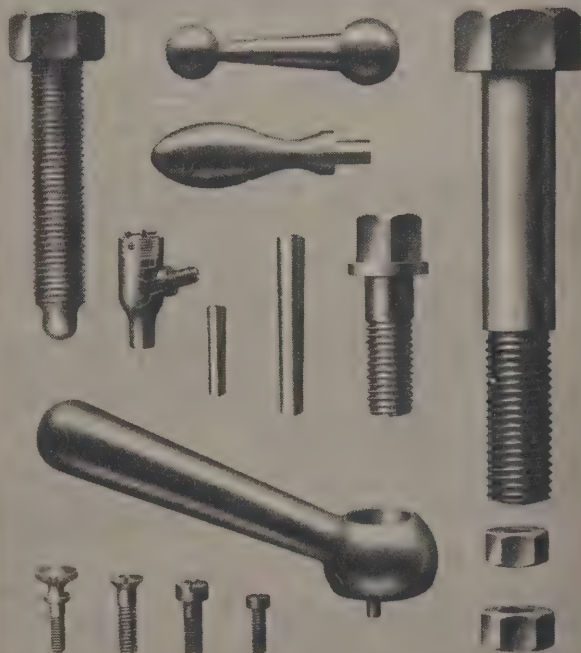


Wasserstandsanzeiger
für Höchstdruck-Kessel



W. KUHLMANN A.-G.
Armaturenfabrik / Gegr. 1883
OFFENBACH A/MAIN

Gebr. Heyne ^{G.m.b.H.} Offenbach am Main
Spezialfabrik für Schrauben und Façonteile
in Eisen, Stahl und Messing nach eingesandten Mustern und Skizzen
Gegründet im Jahre 1869 • 600 Beamte und Arbeiter



Fabrikation nach D.I. Normen

50

1877

1927

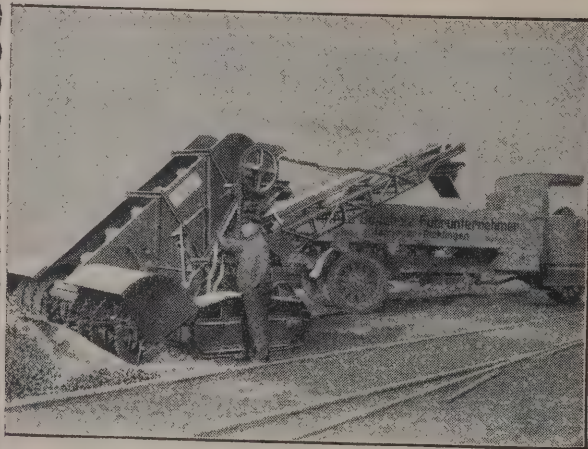


GUSSEISERNE RIEMEN- SCHEIBEN

sowie sämtliche anderen
TRIEBWERKSTEILE
liefern wir in bewährter Ausführung
nach DIN-Abmessungen
preiswert sofort ab Lager

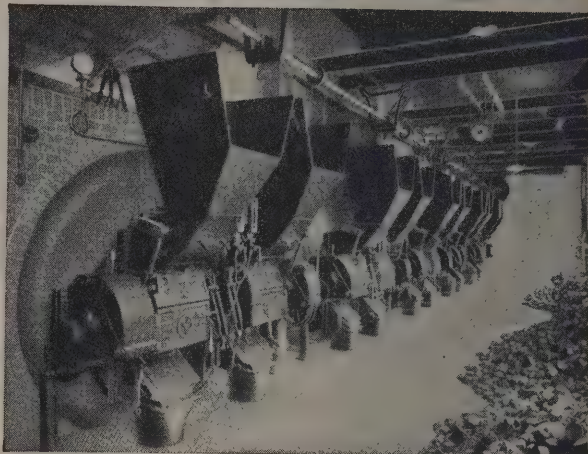
VOGEL & SCHLEGEL
MASCHINENFABRIK G-M-B-H
DRESDEN-PLAUEN 6

HEINZELMANN- AUFLADER



Heinzelmann & Sparmberg
MASCHINENFABRIK · HANNOVER

Weckfeuerungen



5 Doppelrostbesicker mit Unterwindbetriebl. Winderzeugung durch einen Ventilator

Erzeugnisse: Wanderroste, Rostbesicker, Vorschubroste, Kohlenmesser Patent „Lea“, Kohlentransportanlagen, verschiedene Spezialfeuerungen

C. H. Weck

Maschinenfabrik und Eisengießerei **Greiz - Dölau**

RÖHREN-



RIEBER
Reutlingen

Schwimmende
Bleimennige

»NIOXYD«

streichfertig, nicht absetzend,
bester Grundanstrich für Eisen

Rostschutzfarben

»THORAXÉN«

in allen Tönen, für den Fertiganstrich

Vieljährige Garantie für die Haltbarkeit



Ewald Dörken, Herdecke-Ruhr

Spezial-Fabrik für Rostschutzfarben und Industrielacke

Vertreter gesucht

A. STOTZ & C.
STUTT GART
EISENGIESSEREI u. MASCHINENFABRIK

Älteste Deutsche Fabrik
von
zerlegb. Treibketten
u. Stahlbolzenketten

GEGR. 1860.

STAHL-
BOLZEN-
KETTEN.

ZERLEGBARE
TREIB-KETTEN

TRANSMISSIONS-KETTEN

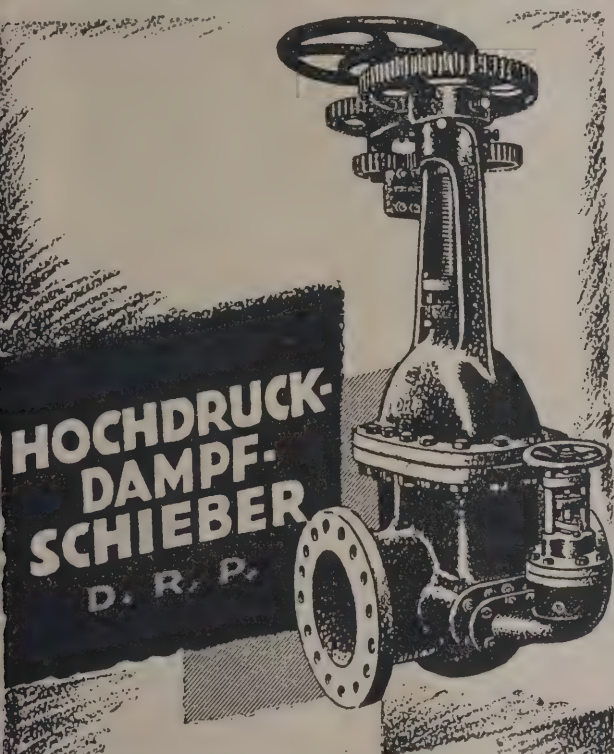
FLACHEISEN- u.
BROUWERRINNEN-
KETTEN

KETTENRÄDER u.
ELEVATORBECHER

für Antriebe und
Fördermittel!

ABTEILUNG:

KETTENFABRIK
EIGENE TEMPER- u. GRAUGIESSEREI



**HOCHDRUCK-
DAMPF-
SCHIEBER**
D. R. P.

RHEINISCHE ARMATUREN-UND
MASCHINENFABRIK U. EISENGIESSEREI

Alb. Sempell
M. GLADBACH

EIGENE STAHLGIESSEREI

Neu! Original- Ruhstrat

Präzisions - Taschen - Isolationsmesser

mit eingebautem Kurbel-Induktor bis 500 Volt



Erdungsprüfer,
Meß-Instrumente
elektr.,
Touren-
regulatoren,
Schieber-
Widerstände,
Experimentier
Schalttafeln



Gebr. Ruhstrat A.-G.
Göttingen 61

GEGRÜNDET 1892

Hochdruck-Rohrleitungen

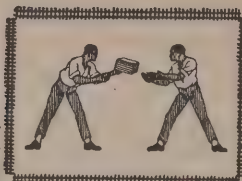
für elektrische Zentralstationen, Bergwerke, Fabriken, industrielle Werke etc.

Flach & Callenbach G. m. b. H.

BERLIN O. 27, Blumenstr. 23.

Langjährige Erfahrungen!

Feinste Referenzen!

**Bedeutende Rohrleitungs-Anlagen im
Grosskraftwerk „Klingenberg“ ausgeführt.**


Mechanische
Fördermittel
verringern
Arbeitslöhne



EITLE

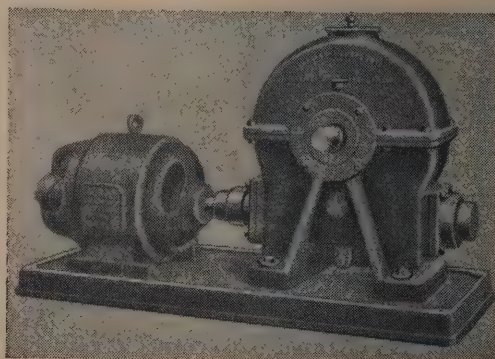
Gurt-förderer

MASCHINEN-FABRIK
C. EITLE STUTTGART

OTTO GRUSON & CO



SCHNECKEN-ANTRIEBE

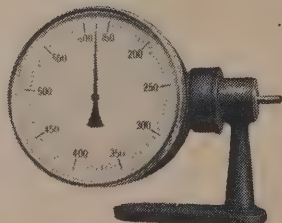


Schneckenantrieb
mit Motor auf gemeinsamer Grundplatte

OTTO GRUSON & CO. MAGDEBURG-B.
EISEN- & STAHLWERK-ZAHNRÄDERFABK.

Tachometer u. Tachographen

für Kraft- und Arbeitsmaschinen, sowie Verkehrsmittel

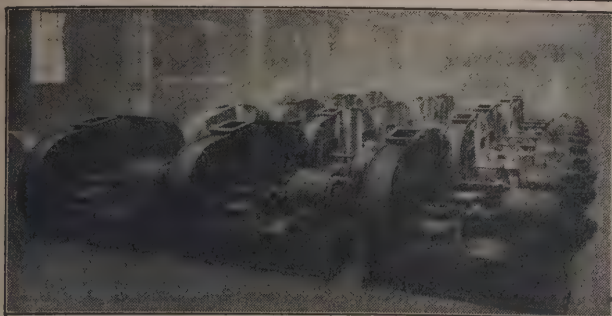


Gegründet
1902



Wilhelm Morell

Tachometerfabrik
Leipzig C 1



82 Kohlenstaubeinblasventilatoren für das Großkraftwerk Klingenberg

Verlangen Sie Spezialkatalog 94/Abt. 2

DAQUA

Kohlenstaubeinblasventilatoren
Kohlenstaubtransportventilatoren
Unterwind- und Saugzugventilatoren
Staubabscheider, Blechrohrleitungen
Rauchgasvorwärmer für Verbrennungsluft

DANNEBERG & QUANDT, Abteilung 2, BERLIN-LICHTENBERG

Reuling's
Spezialarmaturen geliefert für
Murgwerk, Walchensee
und zahlreiche andere Großkraftwerke.

Turbinen-Absperrschieber,
Talsperren-Schieber,
Dock- u. Schleusen-Schieber

Gebr. Reuling, G.m.b.H. Mannheim-Neckarau

WIR BAUEN

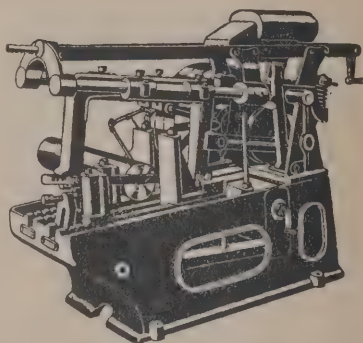
SPARA SCHNELLSÄGEN

zum Schneiden aller
vorkommenden Metalle
und Profile jeder Festig-
keit und Größe

zur Hebung der
Wirtschaftlichkeit

eines jeden Betriebes

Unsere Standard-
Modelle schneiden
bis 150-, 200-, 250-, 300-
und 500-mm-Quadrat.



Spezialausführungen auch für
mehrere Abschnitte in einem
Arbeitsgange lieferbar.

SPARA-MASCHINEN-AKT.-GES.
BIRKWITZ bei DRESDEN Spezialfabrik
für Sägemaschinen

Dingler

MODERNE HEISSDAMPFMASCHINEN

Zwangsläufige Kolbenventilsteuerung
Patent Proell

Einzylinder-Entnahme-Dampfmaschinen
Patent Starke Hoffmann

Umbau älterer Dampfkraftanlagen
für Zwischendampfentnahme

DINGLER'SCHE MASCHINENFABRIK A.-G., ZWEIBRÜCKEN (PFALZ)

„Magolit-“ Magnesia- Isolier- Schalen

sind allen anderen Isoliermaterialien überlegen. Nach den neuesten Untersuchungen des Forschungsheims für Wärmeschutz E. V., München, hat unser Material das

geringste Raumgewicht
(144 kg / m³)
und die niedrigsten
Wärmeleitzahlen

Sie sind das wirtschaftlichste Isoliermaterial der Gegenwart. Verlangen Sie bei Bedarf ausführliches Angebot

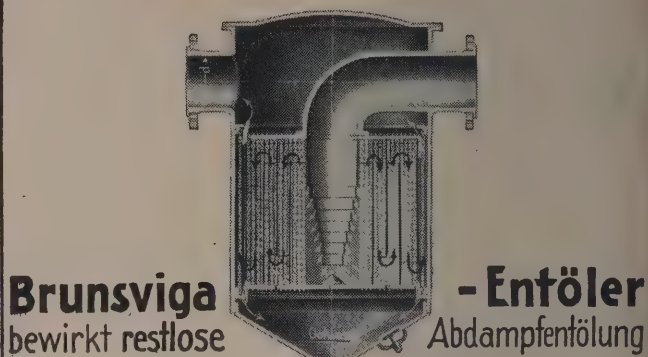
„MAGOLIT“ G. m. b. H.
NIEDERSEDLITZ-DRESDEN

KAROSERIE- BLECHE

GLEICHWERTIG DEN
AMERIKAN-BLECHEN,
ABER WESENTLICH
BILLIGER

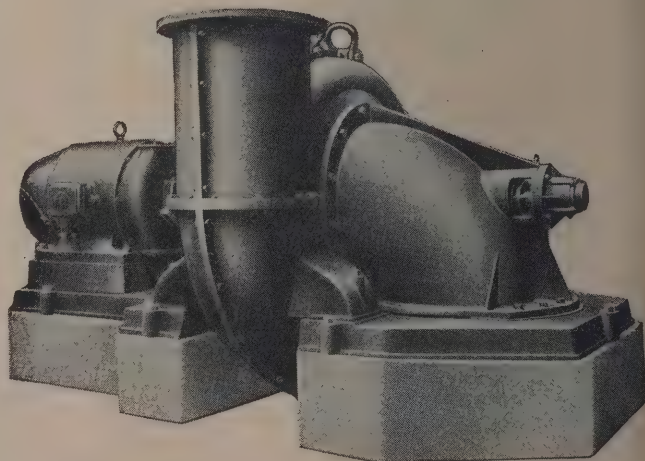
KEIN SPACHTELN
KEIN GRUNDIEREN
KEIN ABSCHLEIFEN
SOFORT LACNIERFÄHIG

**SPEZIALBLECH-
WALZWERK
DORTMUND**



*Vibrierende
Abscheideelemente
ohne Wartung und
Reinigung
Höchste Garantie für
unbegrenzte Dauerwirkung*

C. Dempewolf Braunschweig
Maschinenfabrik und Apparatebau



Schiele

**VENTILATOREN
EXHAUSTOREN
KREISELPUMPEN**

G. Schiele & Co. G.m.b.H.
Eschborn a. T. bei Frankfurt a. M.

NUR FLÄCHE?

Keineswegs! Die Diagrammfläche ist nur ein Maß der Leistung. Sie sollen in erster Linie wissen, wie diese Leistung zustande kommt. Sie müssen deshalb die Diagrammform qualitativ auswerten! Als dann liefert die beste Maschine Überraschungen. Sie lernen die Ursachen der hohen Reparaturkosten und des unmäßigen Dampfverbrauches bei der Wurzel fassen

Lesen Sie „Praktisches über das Indizieren der Maschinen“

Sie erhalten Schrift Nr. 170 kostenlos. Qualitätsmessungen sind naturgemäß nur bei einwandfreien Diagrammen zu erreichen. Die Voraussetzung für solche ist ein zuverlässiger

MAIHAK - INDIKATOR

Wir wissen, worauf es ankommt, denn wir liefern weit über
17000 Stück

für **Dampfmaschinen**
für **Dieselmotoren**
für **Explosionsmotoren**
für **Kompressoren**

Einzel diagramme bis 2500 Umdrehungen per Minute

H. MAIHAK * HAMBURG 39

AKTIENGESELLSCHAFT

GEIBELSTRASSE 56

Vertreter: U.S.A.: Bacharach Industrial Instrument Co.,
Pittsburgh. Pa. 7000—6 Bennett Street, Homewood Station



E. Nacke, Maschinenfabrik

Coswig-Bezirk Dresden

Dampfturbinen

von 3 bis 150 PS

mit

Abdampf-Verwertung

für billigste Beleuchtung, Wasserversorgung,
Dampfkesselspeisung bis 60 Atm.

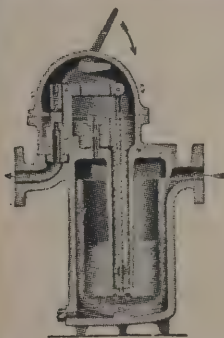


Dampfturbine direkt gekuppelt mit Hochdruck-Kesselspeise-Pumpe

„Columbus“

besten Kondenswasserabnehmer
entwässert automatisch ohne Dampf-
verlust, wenn der Handhebel hoch-
steht. — Durch Niederdrücken des
Handhebels öffnet sich das innere
Ventil, worauf der durchblasende
Dampf dasselbe von Verstopfungen
reinholt. Auf gleiche Weise werden
beim Anlassen langer Leitungen kalte
Luft und Wasser rasch entfernt.

Seit 40 Jahren Hunderttausende
geliefert



K.W.R. STALLKABEL



DAS
INSTALLATIONSBLEIKABEL
FÜR
SCHWIERIGE VERHÄLTNISSE

SÄURE-UND
ALKALIFEST

KABELWERK RHEYDT A.G.

KUGELNHEIMER



Losenhausenwerk

Düsseldorfer Maschinenbau Aktien-Gesellschaft

Düsseldorf - Grafenberg

Gegründet 1880

Kran- u. Verladeanlagen

Hängebahnen

Aufzüge

für Personen und Lasten

ROBERT TODT G.M.B.H. LEIPZIG

ROD T

Spannwerkzeuge sind sonderklasse

FORDERUNG

Leichte und bequeme Handhabung,
Zuverlässiges, schnelles Ein- und Ausspannen,
Zentrischer Lauf,
Dauerhafte Getriebekonstruktion,
Hochwertiges Gehäuse- und Backenmaterial,
Geringer Verschleiß.

LEISTUNG

Präzisionsausführung in höchster Vollendung,
Unverwüstliche Bauart mit stärkster, mathematisch genauer Verzahnung,
Erprobte, bestens bewährte Rohstoffe,
Präziser Rundlauf; zwölfmal mit Feinmeßwerkzeugen von 1/100 mm Genauigkeit geprüft,
Serienfabrikation durch Fließarbeit.

Vertreter u. Fabriklager überall im In- und Auslande

HEINRICH

PUMPEN



für alle Fördermengen und -höhen,
für jede Antriebsart, zum Heben von Flüssigkeiten für alle Betriebe unentbehrlich

Patente im In- und Auslande

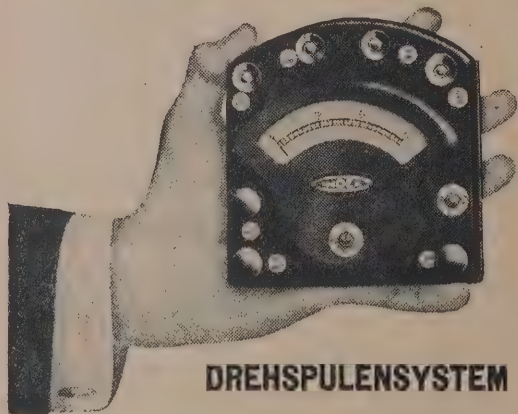
Fordern Sie unser Angebot und unsere Druckschrift F642

ZWICKAUER MASCHINENFABRIK ZWICKAU-S.

INDEX MESSINSTRUMENTE

FÜR VOLT-, AMPÈRE- UND OHM-MESSUNGEN

6 MESSBEREICHE



DREHSPULENSYSTEM

LISTE Nr. 20/R.

CZEIJA, NISSEL & CO
WIEN

XX. DRESDNER STRASSE 75

KRANE



ELEKTROZUGE

F. Piechatzek
Hebezeugfabrik
Berlin N 65

Bayerisches Kabelwerk
Riffelmacher & Engelhardt A.-G.
 Roth b. Nürnberg

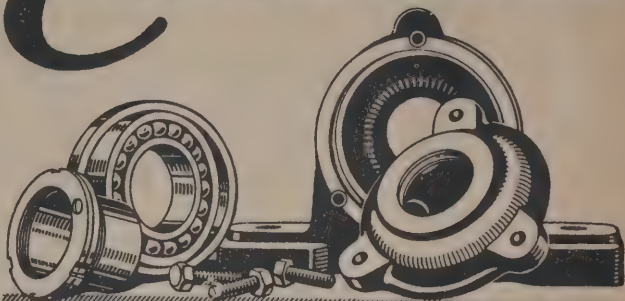
BAYKA

Alle Leitungen, Schnüre und Kabel
 mit und ohne Bleimantel
 für Starkstrom und Schwachstrom

BAYKA

Lieferanten an Reichsbahn, Reichspost
 sowie Reichswehrministerium

Eisenmatthes



Steh-, Hänge- und Wandarm-

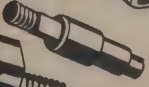
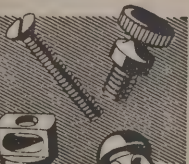
Kugellager

nach DINormen
 für Transmissionen
 und Maschinenbau

Maße, Preise und ausführliche Angaben
 über Herstellung, Vorzüge und Behand-
 lung enthält unser Sonderkatalog L. 858.

Eisenmatthes A.-G., Magdeburg-B.21.

SCHRAUBENFABRIK
UFAONDREHEREI



A. SCHWARTZKOPFF
BLN.-REINICKENDORF
 HAUPTSTRASSE 25-27

KLINGENBERG

überwacht

**Turbinen-
 Kondensatoren**

mit Lambrechts

**Baro-
 Vakuummeter**

Gleichzeitige Ablesung
 des Drucks, des absoluten
 Gegendrucks und des reduz.
 prozent. Vakuums.



Liste 15 kostenlos

Wilh. Lambrecht A.G.
 GÖTTINGEN · Gegründet 1859

Für das
**Großkraftwerk
Klingenberg**
wurden geliefert:

32 Wasserstandsregler
für die Kesselanlage



6 Wasserstandsregler
für die Vorwärme-Anlage

8 Druckregler
für die Vorwärme-Anlage



Uhrwerke

für Registrier-Apparate mit
ablaufenden Diagramm-
Streifen oder Trommeln

liefert die Spezialfabrik

T. BAEUERLE & SOHNE

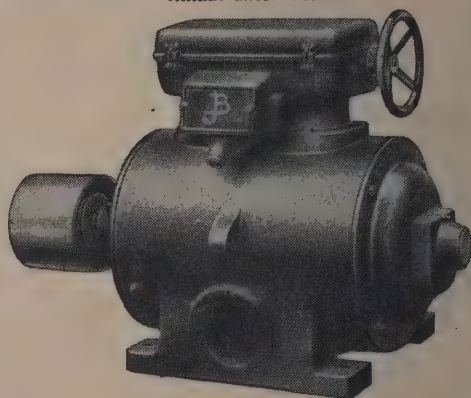
St. Georgen (bad. Schwarzwald) 3

BRUNCKEN Doka-Motor

ohne Schleifringe bis 100 PS

Der einzigste Kurzschlußanker-Motor
mit Schleifringanker - Charakteristik

Anlauf unter Vollast



D. R. P.

Gekapselte Ausführung (Durchzugstyp),
daher der solideste und zuverlässigste Motor für die Industrie.
Höchster Wirkungsgrad und Leistungsfaktor.

**CÖLNER ELEKTROMOTORENFABRIK
JOHANNES BRUNCKEN**

KÖLN-BICKENDORF 5

Klempner- u. Kanalisationsarbeiten

an Bauteilen des Großkraftwerks Klingenberg
lieferte

Berlin SO 36 **Heinrich Kunitz** Mariannenpl. 12

Abteilung C: Sonderabteilung für Zieh-, Preß-, Stanz-, Drück-
und Treibarbeiten

VIKTOR BAUER · TROISDORF b. Köln

Telef. Amt Slegburg 342

MASCHINENFABRIK

Tel.-Adr. Walzenbauer

KALTWALZMASCHINEN

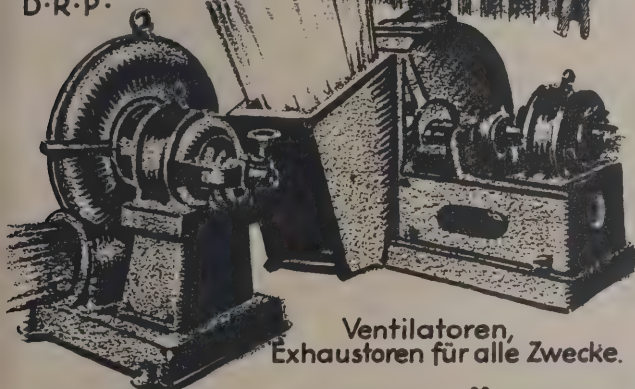
und Hilfsmaschinen für Jedes Metall, In Jeder Größe.

FOLIENWALZWERKSANLAGEN

für Aluminium, Blei, Zinn und Zink

25jährige Erfahrung.

Viele Patente.

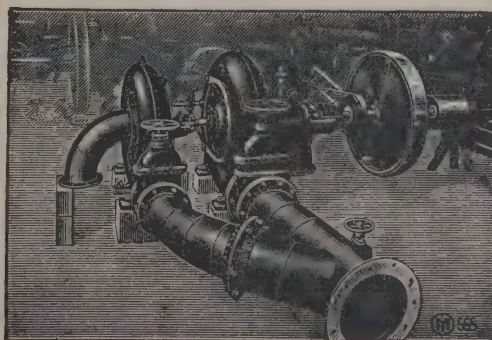
**Rauchfreie
Schmieden**Unsere Sonderheiten:
Schmiedefeuer-Anlagen
mit künstlicher
Rauchbeseitigung,
D·R·P.Ventilatoren,
Exhaustoren für alle Zwecke.**CARL AUGUST-HÜTTE**MASCHINENFABRIK UND EISENGIESSEREI G.M.B.H.
EUSKIRCHEN

HADEF
HEBEZEUGE
SOFORT LIEFERBAR

DEUTSCHE HEBEZEUGFABRIK
PÜTZER-DEFRIES
G. M. B. H.
DÜSSELDORF 8, POSTFACH 466
BERLIN SW 29 / HAMBURG 11 / MÜNCHEN

MöllerFrancisturbinen * Propeller-
turbinen * Freistrahlturbinen

Höchste Drehzahlen und Wirkungsgrade

Regler * Schützen * Rechen
Rechenreinigungsmaschinen
TransmissionenEigene Versuchsanstalten für Turbinen
und Regler**Wasser-
turbinen**

Vertreter - Büros:

Amberg, Schenkelstraße 146,
Düsseldorf, I.-B. Schmale
Zietenstr. 24, München, I.-B.
Reisl, Zweibrückenstraße 8 II,
Minden, Paulinenstraße 15,
Hirschberg (Schlesien), Ing.
T. & M. Richter, Berlin W 30,
Ober-Ingenieur Schaper, Heil-
bronner Str. 18, Hamburg I
Uhlenhorster Weg 90**K. u. Th. MÖLLER G. M. B. H. · BRACKWEDE i. WESTF.**

Gegründet 1864



Warum
verwenden Sie noch nicht
Kerbstifte?

Kein konisches Aufreiben!

Bei mehr als 1000 Firmen eingeführt!

Fordern Sie kostenlose Muster!

Kerb-Konus G.m. Dresden N15 E



Ketten-Antriebe
Förderanlagen für Fließarbeit
aller Industriezweige

Rollenketten Swankketten Galfische Ketten
Loschenketten Zahnketten

Berlin-Adlerhof

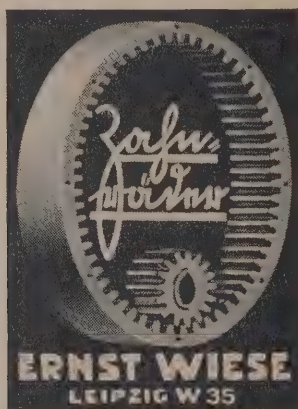
Fernruf
Nr. 33116

Gottfried Bischoff, Essen-Ruhr

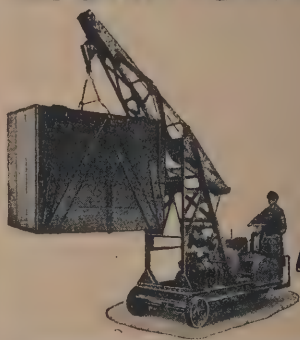
Telegr.-Adr.
Gasbischoff

Komplette Gasreinigungs-Anlagen für Gase jeder Art.
Wascherhorden, Berieselungsapparate, Reinigerhorden.
Leistung der bis jetzt gelieferten Gasreinigungs-Anlagen
über 65 000 000 cbm täglich.

Komplette Wasserrückkühl-Anlagen.
Kaminkühler in Holz, Eisen und Beton, offene Kühlwerke.
Leistung der bis jetzt gelieferten Wasserrückkühl-Anlagen
über 1200 000 cbm täglich.



Elektrische Krane



*
Seilwinden
Laufkatzen
usw.

*
Alfred Gese
G. m. b. H.
Bremen

TASCHEN-LUFTERHITZER

für Rauchabgase, Warmluft für Feuerung, Heizung, Trocknung, Entneblung

HUGO SZAMATOLSKI Berlin Reinickendorf West 3a



METEOR

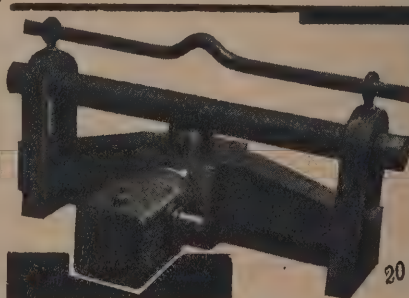
Lichtpaus-Lampen
Maschinen
Geräte

neuester Bauart für univer-
selle Verwendung an Gleich-
u. Wechselstrom 110-220 Volt

Beste Bewährung
bei Gross- und Kleinverbrauch

Verlangen Sie Druckschriften

Willy Gröbchen Dortmund, Schwanenstr. 79



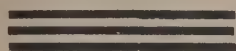
Maschinenfabrik
RHEINLAND
Jos. Kunstwadt
Köln-Ehrenfeld

20 Jahre Fabrikation

Hydraulische Wellenrichtpressen
Bock- u. Schlittenwinden
Schliffshebeböcke
Wagenheber



Reichelt-Metallschrauben- Aktiengesellschaft Finsterwalde N.-L.



Verwenden
Sie
daher
in Ihrem
Betrieb
stets
die

verbandsnormalen

Adt-Handleuchter

mit Berührungsschutzfassung
„Austra“

Gebrüder Adt A.-G.

Gross-Auheim ^{a/M.}

Förderanlagen



für Massen- und
Stückgüter

ortsfest und fahrbar,
in betriebssicherer
Konstruktion liefern

Wolf Netter & Jacobi-Werke

Kom.-Ges. a. Akt. **Berlin W 15** Abteilung Förderanlagen

Gerberich- Gegenstrom- Ölgekühler

(mehrfach patentamt.
gesch.)

in über 2000 Normal-
ausführungen u. jeder
gewünschten Sonder-
bauart lieferbar.

Spezialität: Transformatoren-Ölgekühler (DRP.)



Gerberich & Cie.

Mannheim



Rhein. Maschinenbau- und
Handels-Gesellschaft m. b. H.

Rufnummer 29337 Telegr. Cetechnik



Flüssigkeitsbehälter für alle Verwendungszwecke bis zu den grössten Abmessungen.

Maschinenbauanstalt

Jean Koerver Krefeld.

LICHTPAUS- MASCHINEN

sind **leistungsfähiger**
und arbeiten **rationeller**
als andere elektrische Licht-
pausapparate

Einfache **zeitsparende** Bedienung
Prospekte mit Abbildungen kostenfrei

OTTO PHILIPP

BERLIN SW 68, CHARLOTTENSTR. 6



HOCHLEISTUNGS-FEILEN
RENNERWERKE G. M. B. H.
FEILENFABRIK
HUCKESWAGEN (Rhd.)

Blechteile

gezogen, gefalzt, geschweißt,
gelötet usw., roh und lackiert,
für jeden Industriezweig, in
jeder Extraanfertigung bei
Serienbedarf

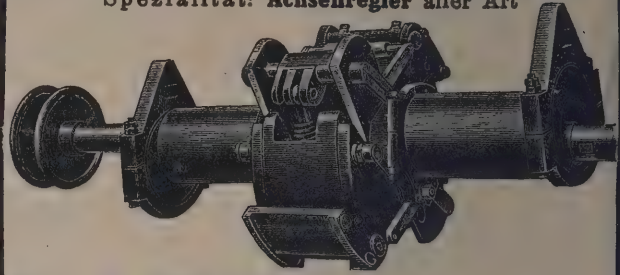
Ruppelwerk, G. m. b. H., Gotha 6

Metall- und Lackierwarenfabrik



Proell-Regler D. R. P.

Spezialität: Achsenregler aller Art



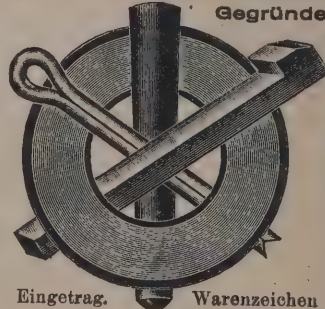
Dr. R. PROELL, Dresden-A. 14.
Telegr.-Adresse: Regulator-Dresden / Fernspr. 42104



W. O. Schulte, Plettenberg i. W.

Fabrik genormter Maschinenbau-Kleinteile

Gegründet 1874



Eingetrag.

Warenzeichen



Scheibenfedern
(Woodruff-Keile)

Kegelstifte

Zylinderstifte

Keile

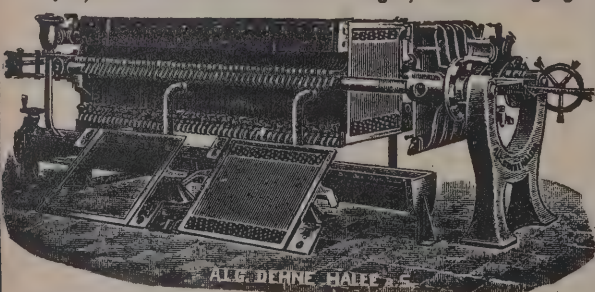
Keilstahl

Unterlegscheiben

Sondererzeugnisse nach DIN

Dehne-Filterpressen

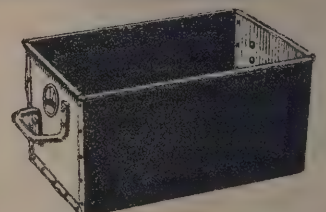
Pumpen, Armaturen für Säuren und Laugen, Wasserreinigung



A. L. G. Dehne, Maschinenfabrik, Halle a. S.

Für Späne, Massenartikel usw.
eiserne

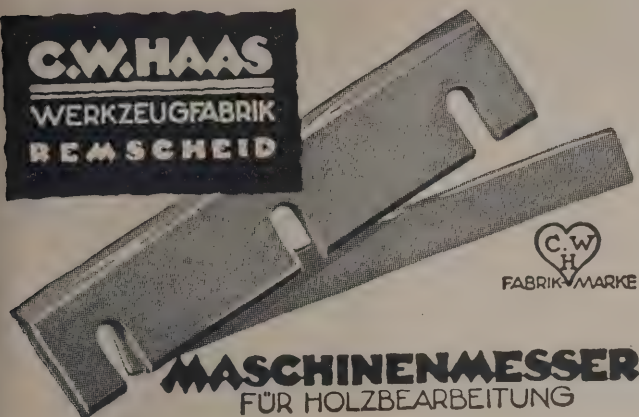
Transportkästen



Robert Wagner, Chemnitz-Vd.

Eisenwarenfabrik

C.W. HAAS
WERKZEUGFABRIK
REMSCHIED



CARL RUPPEL

SÄURE

HART- BLEI

STEIN- ZEUG

ABSCHNITTORGANE

HOCHST A. MAIN

APPARATE ROHRLEITUNGEN

MACHJEDER FRISTUNG VERSTELLBAR

VDI

STELLENGESUCHE

VDI

Arbeitsfreudiger, strebsamer

Maschinen-Ingenieur

In vorgerückter Stellung, 27 Jahre alt, ev., 2 Jahre Werkstattpraxis, Absolvent der Beuth-Schule, Konstruktionspraxis für Transport-Anlagen und Apparatbau, Betriebs- und Verwaltungspraxis für Reparatur- und Fabrikations-Werkstätten, bewährt als Einkäufer u. Korrespondent, mit besten Zeugnissen und Referenzen, sucht für sofort verantwortungsvolle, ausbaufähige Dauerstellung in Büro, Betrieb oder Verwaltung oder als

Direktions-Assistent

Angebote erbeten unter R. 4543 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 4479)

**Rotationskompressoren,
-Vakuumpumpen,**
**Kolbenkompressoren, -Vakuumpumpen
Hoch- und Niederdruck-Plungerpumpen**

Erstklassiger Fachmann auf obigem Gebiet, langjähriger Spezialist in rotierenden Verdichtern, Konstruktionen eigenen Systems, energisch, zielbewusst, 32 Jahre alt, verheiratet, sucht sich per 1. April 1928 in leitende Stellung, Inland oder Ausland, zu verändern.

Angebote unter N. 4604 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 4453)

Diplom-Ingenieur

28 Jahre, 3½ J. Konstr., 1½ J. Werkst., an selbständ. Arbeiten gewöhnt, Sägewerksmasch. und -Anlagen, Holzbearbtg., Transporteinrichtg., Kellereimasch., gute Kenntn. in Werkzeugmasch. und Vorrichtungsbau, viel Interesse f. mod. Organisat. und Arbeitsföhrg., kaufmännisch gebildet, sucht anregend., entwicklungs-fähig. Wirkungskreis. (4896)
Angeb. u. W. 4612 an den Verlag d. Zeitschr.

ÖKONOMIE - INSPEKTOR

33 J. alt, repräs. Erschg., seit 1925 in einem großen Industrieunternehmen als Leiter für Platzbetrieb, Wohnungsverwaltung, Fuhr- und Autopark, Voll- und Kleinbahnbetrieb, Kasino- und Kantinenverwaltung sowie Forst- und Landwirtschaft tätig gew., sucht, gestützt auf pa. Zeugnisse und Referenzen Dauerstellung per sofort oder später. (c. 4481)
Gefl. Angebote unt. U. 4546 an den Verlag d. Ztschr.

Für Fabrikbesitzer und Aufsichtsräte!

Tüchtiger Dipl.-Ing. m. starker kaufm. Veranlagung u. hervorragendem Organisations-talent, Süddeutscher, Mitte 40, langj. Betriebsleiter erster deutscher Groß-firmen, mit Spezialkenntnissen im Bau von Dampfmaschinen, Motoren u. Lokomotiven und in der Überwachung der masch. Hüttenwerkeinrichtungen, sucht gelegentlich Stellung als

DIREKTOR UND VORSTANDSMITGLIED

im In- oder Ausland. Zuschriften erbeten unter D. 4531 an den Verlag d. Ztschr.

Ingenieur-Kaufmann

mit langjähriger Erfahrung in Büro und Betrieb, Organisator, gewandter Verkäufer, sicherer Kalkulator, energischer Werkstattfachmann, in mehreren leitenden Stellungen als Oberingenieur und Direktor (Vorstandsmitglied) tätig gewesen, sucht per sofort leitende Stellung (Vertrauensstellung). (4898)
Anfr. unter B. 4615 an den Verlag d. Zeitschrift.

**Ober - Ingenieur
V. D. I.**

45 Jahre alt, mit 15jähriger, praktischer Erfahrung in Wartung u. Betrieb moderner Kessel- und Maschinenanlagen, mit wärmetechnisch. Untersuchungen mit Turbo-, Diesel- und elektr. Betrieben durchaus vertraut, als Organisator 8 Jahre in leitender Stellung einer Reichsorganisation, gewandt im Umgang mit Behörden und Arbeiterschaft, beste Referenzen, sucht neuen, verantwortungsvollen Wirkungskreis als Betriebsleiter Industrieller bzw. kommunaler Werke zum möglichst sofortigen Antritt. Führerschein 3b vorhanden. (4893)

Angebote u. P. 4606 an den Verl. d. Ztschr.

Dipl.-Ing.

29 Jahre, ledig, Marinepraxis, 2½ Jahre praktisch gearbeitet, 2½ Jahre Betriebspraxis in Kesselhaus, Kraftzentrale (Maschinen, Turbinen, elektrische Anlagen) und Werkstatt, wünscht sich möglichst bald zu verändern.

Angebote unter D. 4617 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 4486)

**Maschinen-
Ingenieur**

Absolvent der Gewerhochschule Köthen mit 3jähriger praktischer Ausbildung, sucht Anfangsstellung im Betrieb oder Büro.

Anfragen erbittet Ing. Otto Kühne, Plettenberg in Westf. (4877)

Immer noch

laufen Klagen von Stellensuchenden bei uns darüber ein, daß sie ihre Bewerbungsunterlagen nicht zurückerhalten. Wir sprechen deshalb erneut die Bitte aus, den Bewerbern ihre Unterlagen sofort zurückzusenden, und zwar unter voller Namensnennung, um zu vermeiden, daß die Unterlagen aus irgendwelchen Gründen als unbestellbar verloren gehen. Gegebenenfalls sind wir gern bereit, die Rücksendung unter unserem Namen zu übernehmen, wenn uns die Unterlagen postfertig zugesandt werden.

VDI-VERLAG

G.M.B.H.

**Dampf-
kesselbau**

Obering., Anf. 40, i. ungek. Stellg als Büro-leiter i. fñhr. Kessel-fabrik, m. 20jähr. Spezialpraxis i. Projekt. u. Ausführg. kompl. Kesselanlagen, wünscht sich umständeh. zu verändern. Büroleitg. od. dgl.

Angebote unter V. 4611 an den Verlag d. Zeitschrift. (4895)

**Nachweisbar erfolgreicher
Geschäftsführer (Dipl.-Ing.)**

ledig, völlig gesund, seit 15 Jahren Direktor altbek. Werke, Erfinder lizenzpf. Masch., hervorragender Konstrukteur und Betriebsmann aus dem automat. Präzisionsmaschinenbau sowie der Kleisenw.-Massenerzeugung hervorgegangen, mit all. Erford. einer zeitgem. Fabrikleitung in techn. u. kaufm. Beziehung durchaus vertraut, den schwierigsten Verhältnissen gewachsen, mit Sprachkenntn., von eiserner Willenskraft und reichem Wissen, (4985)
sucht neuen Wirkungskreis in gut fundiertem Unternehmen, das eine starke Hand nötig hat.
Gefl. Offert. unt. Z. 4657 an den Verl. d. Zeitschr. erbet.

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

VDI

STELLENANGEBOTE

VDI

Günstige Stellenangebote für Ingenieure jeder Sachrichtung veröffentlicht der Stellen-Geldienst zweimal wöchentlich

(Monatlich werden ca. 3400 Stellenangebote für das In- und Ausland veröffentlicht.)

Herausgeber:

Zentralstellennachweis für naturwissenschaftlich-technische Akademiker, Abteilung Berlin

Zu beziehen gegen Voreinsendung der Gebühren durch Oberingenieur C. Bungart, Berlin NW 87

Postscheckkonto Berlin 81096

Bezugspreis M 11.— monatlich, Vorzugspreis für VDI-Mitglieder herabgesetzt auf monatlich M 8.— (4869)

Neueste Probenummer M. 150 gegen Nachnahme.

Befähigter, energischer

Betriebsingenieur

etwa 30—40 Jahre alt, mit Hochschul- oder gutem Mittelschulstudium gesucht, der besonders in der Fabrikation von elektrischen Mittelmaschinen erfahren ist und einem größeren Betrieb mit Umsicht und Tatkraft vorstehen kann.

Bewerbungen nur von Herren, die allen Anforderungen entsprechen (sonst zwecklos), mit Lichtbild und Zeugnisabschriften sowie Angabe der Gehaltsansprüche erbeten unter G. 4642 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4924)

Bedeutende deutsche Maschinenfabrik sucht

erstklassigen Turbinenkonstrukteur

mit guten Kenntnissen des Pumpenbaues. Derselbe muß große praktische Erfahrungen besitzen und mit den modernen Berechnungsarten durchaus vertraut sein.

Eingaben mit Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen unter F. 4677 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4879)

Ingenieur

mit guten Erfahrungen in der Projektierung und Ausführung von Ferngasleitungen bezw. Ortsversorgung mit Gas und Wasser von rheinischem Unternehmen in entwicklungsreiche Stellung sofort gesucht.

Ausführliche Angebote nur selbständiger Kräfte mit besonderer Eignung für den Außendienst unter Beifügung eines Lichtbildes unter T 4609 an den Verlag d. Ztschr. (4889)

Materialprüfungs- Techniker

von österreichischem Automobilwerk

gesucht

Berücksichtigt werden nur Herren mit Hochschulbildung und langjähriger einschlägiger Praxis. Angebote unter Angabe von Lebenslauf, Vorbildung, Praxis, Referenzen, Gehaltsansprüchen und Eintrittstermin unter Chiffre: „Erstklassig“/P. 4628 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4905)

Wir suchen einen erstklassigen erfahrenen

Zahnrad- Techniker

welcher das gesamte Gebiet der modernen Verzahnungsmethoden sowohl theoretisch als auch praktisch vollkommen beherrscht.

Ausführliche Angebote unter Angabe von Lebenslauf, Vorbildung, Praxis, Referenzen, Gehaltsansprüchen und Eintrittstermin unter „Fachmann“/M. 4625 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4904)

Zu Erzeugung und Einbau von

KUGEL- und ROLLENLAGERN

erfahrener, jüngerer Fachmann, wird von großer Spezialfabrik zur Erledigung von Reklamationen im Außendienst gesucht. Es ist nicht notwendig, daß der Betreffende Reklamationen im Außendienst bereits bearbeitet hat, dagegen ist unbedingt Voraussetzung, daß er über gediegene Kenntnisse in der Werkstätte, insbesondere in der Kontrolle verfügt. (1947)

Angebote mit ausführlicher Schilderung des Lebenslaufes, Beilegung von Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen erbeten an den Verlag dieser Zeitschrift unter D. 4639.

INGENIEUR

für Exzenterpressen und sonstigen Blechbearbeitungsmaschinenbau gesucht.

Es wird jedoch nur auf einen selbständigen und gewissenhaften Herrn reflektiert, der über reiche konstruktive und betriebstechnische Kenntnisse verfügt. Bei Zufriedenstellung wird angenehme Dauerstellung mit gutem Gehalt zugesichert. Ausführliche schriftliche Angebote mit Gehaltsansprüchen, Zeugnisabschriften und Angabe des frühesten Eintrittstermins an (4820)

Emil Linde, Maschinenfabrik
Barmen.

Leitender

BETRIEBS-INGENIEUR

für altrenommierte Holz- und Eisenbearbeitungswerke größeren Umfanges gesucht.

Nur Herren, die weitgehendste Erfahrungen auf Grund mehrjähriger leitender Tätigkeit in ähnlichen Betrieben besitzen, und welche die neuzeitlichen Fertigungsmethoden durchaus beherrschen, haben Aussicht auf Berücksichtigung. (4851)

Offerten mit Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen, Referenzen, sowie Lichtbild erbitten unter A. 4550 an den Verlag d. Ztschr.

Maschinenfabrik im unbesetzten Rheinland sucht für ihre Abteilung

Kleinmotoren-Bau

einen tüchtigen und erfahrenen

Elektro-Ingenieur

Ausführliche Angebote erbitten unter U. 4610 an den Verlag d. Ztschr. (4888)

Wir suchen für die

LEITUNG

unserer Kältemaschinen-Abteilung

einen auf diesem Gebiete durchaus vertrauten
INGENIEUR

Bewerber, die bereits ähnliche Posten bekleideten und befähigt sind, größerem Akquisition- und Büropersonal vorzustehen und die akquisitorisch mit Erfolg tätig waren, werden gebeten, ausführliche schriftliche Angebote mit Zeugnisabschriften, Lichtbild und Referenzen an uns einzureichen. (4763)

BROWN, BOVERI & CIE., A.-G.
Büro Berlin, Bernburger Str. 21.

Großfirma der Berliner Metallindustrie
sucht für

leitende Stellung

in ihrer Patent Abteilung einen

Patent-Ingenieur

Herren, die befähigt sind, selbständig zu arbeiten und möglichst Erfahrungen auf dem Gebiete der Schwachstromtechnik aufweisen können, wollen Angebote mit einem selbstgeschriebenen Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Angabe des frühesten Eintrittstermins, Gehaltsforderungen und Lichtbild senden unter W. 4570 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Für unsere Abteilung Dampfkesselbau
suchen wir zum möglichst baldigen Eintritt einen

tüchtigen KONSTRUKTEUR

Bewerber muß in der Lage sein, vollständige Hochdruck-Kesselanlagen, insbesondere Steilrohr und Sektional-Wasserrohrkessel im Konstruktionsbüro vollkommen selbständig zu bearbeiten.

Es wollen sich nur Herren melden, die nachweislich in ähnlichen Stellungen mit Erfolg tätig gewesen sind.

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, sowie mit Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstermins sind zu richten an die Danziger Werft, Personalabteilung. (4834)

Dringende Bitte an die

Stellen ausschreibenden

Firmen!

Die bei uns einlaufenden Klagen der Stellensuchenden, daß ihre Bewerbungsunterlagen gar nicht oder erst nach Monaten zurückgesandt werden, mehrten sich ständig. Die Not der Stellensuchenden Fachgenossen veranlaßt uns, die ausschreibenden Stellen dringend um Beachtung folgender Punkte zu bitten:

1. Fassen Sie

Ihre Anzeige stets genau, damit nur die sich bewerben, die dafür in Frage kommen.

2. Prüfen Sie

das eingehende Bewerbungsmaterial so bald als möglich.

3. Senden Sie

die Unterlagen, wie Zeugnisabschriften, Photographien usw., möglichst unter Nennung Ihres Namens oder wenigstens mit dem fraglichen Ziffernzeichen sofort frankiert an die Nichtberücksichtigten zurück.

4. Halten Sie darauf,

daß die Bewerbungsunterlagen in einem Zustande zurückgelangen, der ihre weitere Verwendung zuläßt. Sie ersparen dadurch den Einsendern die Kosten für Neuanschaffungen.



VDI-VERLAG G.M.B.H.
Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40

Tüchtiger, energischer, mit modernem Fabrikationssystem vertrauter

Betriebsingenieur

mit langjähriger Werkstattpraxis für
Metallindustrie der Feinmechanik

gesucht.

(4915)

Alter, Gehaltsansprüche und Referenzen unter N. G. M. 991 an Ala
Haasenstein & Vogler, Nürnberg.

KRANBAU

Konstrukteur mit mehrjähriger
Praxis bei ersten Spezialfirmen
für bald gesucht.

Eisenbau Wyhlen A.-G.

Wyhlen in Baden (4933)

Für die Triebwagenbau-Abteilung eines
größeren Werkes wird zum baldmöglichsten
Eintritt ein

jüngerer Konstrukteur

der Erfahrungen im Triebwagenbau oder
Lastkraftwagenbau besitzt, gesucht.

Ausführliche Angebote mit Zeugnisab-
schriften, Angabe der Gehaltsanspr., frühe-
sten Eintrittstermin erbeten unter P. 5195
an Ala Haasenstein & Vogler,
Berlin NW 6. (4857)

Ingenieur

(bev. Dipl.-Ing.) mit reichen Betriebs-
erfahr. i. Kraftzentral. a. Art, Eisen-
u. Holzbearb.-Masch. o. Textil- u.
Zuckerfabr., Alter 30-40, z. mögl. so-
fort. Antr. gesucht. Sich. Auftret.,
Fähigkeit m. leitenden Herren zu ver-
handeln u. s. einer straffen Organisat.
einzuordnen ist Beding. (4891)

Ausführl. Bewerb. m. Bild, Gehalts-
anspr. u. Altersang. unter R. 4607 an
den Verlag dieser Zeitschrift.

Zur Unterstützung des Betriebschefs
wird ein

Ingenieur

möglichst Akademiker, für Schmiede-
preßwerk (Schmiedestücke, Radsatz-
material), Bandagenwalzwerke (Haupt-
bahn, Kleinbahn, Ringe), Glüherei und
Vergütereil zum sofortigen Eintritt ge-
sucht. Gründliche einschlägige Erfah-
rungen und längere Betriebspraxis Be-
dingung. (4903)

Bewerbungen mit handschriftl. Le-
benslauf, Zeugnisabschriften, Angabe
von Empfehlungen, Gehaltsansprüchen
und des kürzesten Eintrittstermins un-
ter G. 4620 an den Verlag dieser Zeit-
schrift erbeten.

GESUCHT:

Jüngerer

Diplomingenieur

des Maschinenbaues mit guter allgemeiner erst-
klassiger Fachbildung (auch Elektrotechnik),
3- bis 4jähriger Praxis und guten englischen
Sprachkenntnissen für größere Stadt Nord-
deutschlands von altem Industrie-Unternehmen.

Offerten mit Lichtbild und Zeugnisabschri-
ten erbeten unter W. 4634 an den Verlag dieser
Zeitschrift. (4913)

Berliner Werk sucht:

Konstrukteure

für elektrische Maschinen und
Apparate mit entsprechender
Büropraxis (darunter 1 Diplom-
ingenieur für Bahnapparate),

1 Werkzeug- Konstrukteur

mit guter Erfahrung,

1 Diplomingenieur

mit Praxis im Berechnen von
elektrischen Großmaschinen (An-
fänger zwecklos),

Betriebsassistenten

aus dem Elektromaschinenbau
mit mehrjähriger Werkstatt-
praxis,

Vorkalkulatoren

mit mehrjähriger Praxis in
Schlosserei und Dreherei,

1 Offertkalkulator

mit guter technischer Vorbildung,
der schon in Großbetrieben die
Fabrikselfstkosten für Elektro-
motoren u. Apparate festgesetzt
hat, einen jüngeren

Techniker

aus der Maschinen- oder Werk-
zeugbranche für Materialbestel-
lung.

Bewerbungen mit Lichtbild,
Zeugnisabschriften und Angabe
der Gehaltsansprüche erbeten
unter E. 4640 an den Verlag
dieser Zeitschrift. (4923)

Für das Konstruktionsbüro
unserer Abteilung

Eisenhoch- und Brückenbau
suchen wir zum sofortigen An-
tritt einige

KONSTRUKTEURE sowie einige erstklassige STATIKER

mit mehrjährigen Erfahrungen
in der Ausarbeitung von Ent-
würfen und Konstruktionen auf
allen Gebieten des Eisenbaues.

Bewerber wollen ausführ-
lichen Lebenslauf mit Zeugnis-
abschriften, Gehaltsansprüchen,
sowie Angabe von Referenzen
und des frühesten Eintrittster-
mins einreichen an (4394)

Mitteldeutsche Stahlwerke A.-G.
Lauchhammerwerk Lauchhammer.

Jüngerer Dipl.-Ing.

für die Maschinen- und dampftechnische
Abteilung gesucht. Herren mit Betriebs-
erfahrungen werden bevorzugt. Ge-
suche mit ausführlichem Lebenslauf und
Zeugnisabschriften zu richten an die

Bergische Elektrizitäts-
Versorgungs-G. m. b. H.,
Elberfeld,

Hofkamp 25. (4752)

Metallwarenfabrik in Österr. Provinz-
stadt, ca. 250 Arbeiter, sucht In-
genieur als

BETRIEBS- LEITER

Erfahrung in Erzeugung von Blech-
Massenartikeln, Werkzeugbau usw. Vor-
aussetzung, galvanotechnische Kennt-
nisse erwünscht. (4899)

Offerten, enthaltend Lebenslauf und
Gehaltsansprüche unter A. G. B. H.
Nr. 6022 an M. Dukes Nachf. A.-G.,
Wien I, Wollzeile 16.

Chemische Fabrik am Mittel-
rhein sucht

1 Maschinenbau- Ingenieur

(möglichst Dipl.-Ingenieur)

zur Unterstützung des Betriebs-
leiters ihrer sehr umfangreichen
Blechemballagenfabrikation
(Schuhkremedosen).

Herren, die über entsprechende
Praxis verfügen, wollen ihr An-
gebot unter Beifügung von
Zeugnisabschriften, Lichtbild,
handgeschriebenen Lebenslauf
mit Angabe von Referenzen rich-
ten unter H. 4643 an den Verlag
dieser Zeitschrift. (4918)

Seeschiffswerft sucht für
Ihr Maschinenbau-Konstruktions-Büro

erfahrene Zeichner und Konstrukteure

Möglichst baldiger Eintritt erwünscht.

Angebote mit Angabe des frühesten
Eintrittstermins, Gehaltsanspr., Zeug-
nisabschriften und kurz gefaßtem Le-
benslauf erbeten unter O. 5194 an Ala
Haasenstein & Vogler, Ber-
lin NW 6. (4884)

Große Maschinenfabrik Mitteldeutsch-
lands mit vielseitigem Arbeitsprogramm
sucht für ihre Werbeabteilung einen
literarisch befähigten, in der stilisti-
schen und werbetechnischen Bearbei-
tung von Druckschriften und Anzeigen
durchaus erfahrenen, an gewissenhaftes,
selbständiges Arbeiten gewöhnten

Werbe- Ingenieur

mit umfassenden technischen u. Sprach-
kenntnissen, möglichst mit Hochschul-
bildung.

Ausführliche handschriftliche Bewer-
bungen mit Zeugnisabschriften, Refe-
renzen und Lichtbild, sowie Angabe der
Sprachkenntnisse, des Gehaltsanspruchs
und des frühesten Eintrittstermins er-
beten unter S. F. 302 an die Ala, Haasen-
stein & Vogler, Berlin. (4873)

4 Gesichtspunkte die jeder Stellensuchende in seinem eigenen Interesse beachten sollte:

1. **Bewerben Sie sich** nur auf solche Angebote hin, denen Ihre Fachkennt-
nisse entsprechen.
2. **Legen Sie** Ihren Bewerbungen nur
die Abschriften der wichtigsten Unter-
lagen bei; Originale nur dann, wenn
sie gefordert werden.
3. **Geben Sie** bei Zifferanzeigen das ge-
naue Kennwort an. Dadurch vermei-
den Sie zeitraubende Rückfragen und
unnötige Verzögerungen in der Zustel-
lung an die ausschreibenden Firmen.
4. **Achten Sie** auf klare und deut-
liche Schrift und richtige Frankierung
Ihrer Bewerbungsschreiben

Lassen Sie diese Punkte außer acht, so tragen
Sie selbst Schuld, wenn Sie Ihre Bewerbungs-
unterlagen gar nicht oder verspätet zurück erhalten

VDI-VERLAG

P • M • E •

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN IN ESSLINGEN

Wir suchen für unsere Abteilung

Dampfkesselbau

einen erfahrenen, selbständigen

Konstrukteur

Angebote mit Zeugnisabschriften, Angabe des Bildungs-
ganges, der bisherigen Tätigkeit, der Gehaltsansprüche und
des frühesten Eintrittszeitpunktes an (4839)

Maschinenfabrik Esslingen, Abt. Sc.

Esslingen a. N.

Maschinenfabrik für Auf-
bereitungs- und Kunst-
steinmaschinen in Stuttgart

sucht

zum baldigen Eintritt einen

1. Konstrukteur

welcher auch im Projektieren von Fa-
brikanlagen, in Kalkulation sowie in
der einschlägigen Korrespondenz firm
ist.

Strebsamem Herrn ist Gelegenheit
geboten, sich eine dauernde, selbstän-
dige und angenehme Position zu
schaffen. (4917)

Ausführliche Angebote mit Angabe
der Gehaltsansprüche, Zeugnisabschri-
ften und Lichtbild unter S. T. 3941 an
Rudolf Mosse, Stuttgart.

Zu möglichst baldigem Eintritt ge-
sucht

1 tüchtiger Konstrukteur

mit längerer Werkstattpraxis, guter
technischer Schulbildung und mindestens
5jähr. Konstruktionstätigkeit im Schiffs-
maschinen- oder im allgemeinen Ma-
schinenbau. (1934)

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisab-
schriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen
und Angabe des frühesten Eintritts-
termines erbeten unter A. 4014 an den
Verlag dieser Zeitschrift.

Konstrukteur

mit mehrjähr. einschlägig.
Konstrukt.-Praxis (4892)

von großem

Hüttenwerk gesucht

Bewerb. mit Lebensl., Ge-
haltsansprüchen usw. unt.
Dd. 7463 an Ala Haasenstein
& Vogler A.G., Dortmund

An Stelle unseres leider zu früh ver-
storbenen Herrn Direktor Rosenstein
suchen wir für unsere Berliner
Filiale einen

gewandten Ingenieur

welcher Kenntnisse in der Pumpen-
und Armaturen-Branche oder einer
ähnlichen Spezialität besitzt. Auch
ein Kaufmann mit Branche-Kennt-
nissen kann in Frage kommen.

Offerten mit Angabe des Lebens-
laufes, Photographie, Gehaltsan-
sprüchen usw. erbitten wir an die

**Direktion der
Klein, Schanzlin & Becker
A. G.**

Frankenthal/Pfalz. (4916)

A E G sucht zum baldigen Eintritt für das Berechnungsbüro ihrer Turbinenfabrik einen in Wärme- und Turbinentheorie gründlich vorgebildeten (4868)

DIPLOM- INGENIEUR

mit mehrjährigen Erfahrungen
im Dampfturbinenbau.

Kennwort: T. 8566

Schriftliche Angebote mit aus-
führlichem Lebenslauf, Zeugnis-
abschriften, Lichtbild, frühestem
Eintrittstermin, Gehaltsanspr.
und Angabe des Kennworts an
Allgemeine Elektrizitäts-Gesell-
schaft, Sekretariat 2, Bln. NW 40.

Von einem größeren Textilunter-
nehmen des Wuppertals wird ein aka-
demisch gebildeter (4854)

Betriebsleiter

zum baldigen Eintritt gesucht.
Nur evang. Ingenieure im Alter von
35—40 Jahren mit Erfahrungen in ähn-
lichen Stellungen wollen ihre Bewer-
bungen mit lückenlosem Lebenslauf
unter Angabe der Gehaltsansprüche und
des frühesten Eintrittstermins unter
G. 4556 an den Verlag dieser Zeitschrift
einreichen.

Wir suchen zum baldigen Eintritt einen
im Bau von

Hochdruck-Kompressoren
aller Art langjährig erfahrenen

I. Konstrukteur

Erfahrungen im Angebotswesen und Betrieb
solcher Maschinen sind erwünscht.

Ausführliche Angebote mit Zeugnisab-
schriften, Angabe der Gehaltsansprüche
und kürzestem Eintrittstermin an das Se-
kretariat der (4902)

Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft
vormals L. Schwartzkopf
Berlin N4, Chausseestraße 23.

Für meine

Abteilung Eisenhochbau

suche ich zum möglichst sofortigen Eintritt einen

ersten Eisenkonstrukteur

mit langjähriger Praxis als Konstrukteur, Kommissions-
führer, Statiker und Entwurfsingenieur im Eisenbau für
industrielle und bergbauliche Anlagen.

Es wird gewünscht, flotte und gewissenhafte Erledi-
gung sämtlicher einschlägiger Arbeiten. Bei zufrieden-
stellenden Leistungen ist Stellung angenehm, dauernd
und aussichtsreich.

Bewerbungen mit Lebenslauf (handschriftlich), Licht-
bild, Zeugnisabschriften, Gehaltsanspruch und Angabe
frühesten Eintrittszeitpunktes erbeten unter D.d. 7468 an
Ala Haasenstein & Vogler A.-G., Dort-
mund. (4900)

Für einen

Fabrikneubau

werden zur Anfertigung der **Projekt-Zeichnungen**
aller Art mehrere

MASCHINEN- INGENIEURE

gesucht.

Bedingungen: Mehrjährige gleichartige Tätigkeit und
Gewandtheit im Zeichnen und Berechnen. Antritt mög-
lichst sofort.

Angebote mit Zeugnisabschriften, Lebenslauf usw.
unter M. 4603 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4882)

Maschinen- und Zahnradpumpenfabrik
sucht einen

DIPLOM-INGENIEUR

der in der Lage ist, eine kleinere, modern eingerichtete
Maschinenfabrik zu leiten und den Einkauf und Verkauf zu
übernehmen. Die Maschinenfabrik arbeitet eng mit der
Kunstseidenindustrie zusammen. Es handelt sich bei dem
ausgeschriebenen Posten um eine zukunftsreiche, entwick-
lungsfähige Stellung. (4885)

Bewerbungsschreiben mit lückenlosem Lebenslauf, Zeug-
nisabschriften unter Angabe von Referenzen und des frühe-
sten Eintrittstermins sowie der Gehaltsansprüche unter
J. 4600 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Selbständig und schnellarbeitende

Detail-Konstrukteure für allgemeinen Maschinenbau

mit Werkstatt- und Büropraxis zu möglichst sofortigem
Antritt gesucht. Bewerber mit Kenntnissen im Kran-
und Baggerbau erhalten den Vorzug. (4922)

Angebote mit lückenlosem Lebenslauf, Zeugnisab-
schriften und Gehaltsansprüchen erbeten an

Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft Lübeck

Junger Physiker oder Techniker

als Assistent von größerem Industrie-Unterneh-
men gesucht. Praxis wird nicht verlangt, jedoch
gute mathematische Begabung, praktischer
Sinn und manuelle Geschicklichkeit. (4910)

Angebote unter T. 4631 an den Verl. d. Zeitschr.

Tüchtiger, jüngerer, mit der theoretischen und prak-
tischen Betriebsführung in der Metallindustrie ein-
schließlich Bilanzwesen erfahrener Ingenieur oder
Betriebsbeamter als

LEHRER

für die Wirtschaftsschule des D. M. V. in
Dürrenberg b. Leipzig zum sofortigen Eintritt gesucht.

Die Bewerber müssen über pädagogische Eignung
verfügen und mit den Aufgaben der Gewerkschaften ver-
traut sein.

Das Gehalt richtet sich nach Gruppe IIIa der neuen
Beamten-Gehaltsordnung. (4875)

Selbstgeschriebene Bewerbungen unter Beifügung
eines Lichtbildes und Angaben über die bisherige Tätig-
keit, Lebensalter und Familienstand sind zu richten an
den (4875)

Vorstand des Deutschen Metallarbeiterverbandes
Stuttgart, Rötestraße 16

Gesucht fürs Ausland tüchtiger

BETRIEBS- OBERINGENIEUR

mit abgeschl. Hochschulb., mögl. ledig, ca. 40 Jahre alt,
bei fr. Station, freier Aus- und Rückreise. Spanische
Sprachkenntnisse erwünscht, aber nicht Bedingung.

Nur Herren mit neuzeitl. Erfahrungen in mod. Kraft-,
Zerkleinerungs- und Transportanlagen sowie in Wärme-
wirtschaft, die bereits ähnliche Stellungen nachweisb.
mit Erfolg bekleidet haben, belieben ausführl. Bewer-
bung mit Bild, selbstgeschriebenem Lebenslauf, sämtl.
Zeugnisabschriften, Referenzen, Gehaltsanspr.
unter B. 4573 an den Verlag dieser Zeitschrift zu richten.
Ausreise sobald als mögl., spätestens April 1928. Klima
einwandfrei. (4866)

Selbständiger Konstrukteur

für Spezial-Werkzeugmaschinen, Vorrichtungen und Werkzeuge gesucht. Ingenieure mit reicher Erfahrung in automatischen Bohr- und Fräsmaschinen für neuzeitliche Näh- u. Schreibmaschinenfertigung werden bevorzugt.

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen u. frühestem Eintrittstermin erbeten unter C. 4574 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4867)

DIPLOM-INGENIEUR des Maschinenbaufaches

mit guten theoretischen und praktischen Kenntnissen als ständiger Assistent zum Eintritt am 1. April 1928 gesucht. (4876)

Ausführliche Angaben an Prof. Dr. Schäfer, Stadt. Polytechnikum, Friedberg (Hessen).



Wir suchen zu möglichst baldigem Eintritt einen

TECHNIKER

mit guter Werkstattpraxis für das Fabrikationsbüro. Bewerber muß in der Lage sein, Arbeitsgänge aufzustellen, Bearbeitungszeichnungen anzufertigen und Akkorde durch Berechnung und Zeitstudien festzulegen. Angebote mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen erbeten unter Kennwort „Wefa“ an (4932)

SIEMENS-

Angestellten-Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt,
Hauptverwaltungsgebäude.



Gesucht wird junger

Dipl.-Elektro-Ing.

mit praktischen Erfahrungen im Bau von Elektromotoren. Eintrittstermin 1. Januar.

Angebote mit lückenlosem Lebenslauf, beglaubigten Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen unter U. 4632 an den Verlag dieser Zeitschrift. (c. 4480)

Für die Umgestaltung und Rationalisierung des Transportwesens und andere Organisationsarbeiten für den Betrieb einer großen Maschinenfabrik und Eisengießerei Mitteldeutschlands wird ein auf diesem Gebiete

durchaus erfahrener INGENIEUR

zum möglichst baldigen Eintritt gesucht. Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen, Referenzen, Lichtbild usw. erbeten unter E. 4576 an den Verl. d. Ztschr. (4881)

Dampfkessel-Überwachungs-Verein Cöln

sucht zum baldigsten Eintritt

Elektro-Ingenieur

Derselbe muß Diplom-Ingenieur sein mit mindestens 2jähriger Praxis nach vollendetem Studium, ferner Kenntnisse besitzen in der Revision und Montage elektr. Anlagen sowie in der Meßtechnik und im Bau von Aufzügen. Elektrotechniker, die obigen Anforderungen genügen und eine mindestens 2jährige Praxis in der Aufzugbauindustrie nach dem Studium nachweisen können, werden bevorzugt.

Offerten mit genauem Lebenslauf usw. erbeten an (4886)

Oberingenieur A. Vierow.

Waggonbau.

Zu baldigem Eintritt

selbständige Konstrukteure

für unser technisches Büro und technische Vorkalkulation gesucht. In Frage kommen nur Bewerber mit nachweisbaren Erfahrungen im Waggonbau.

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche usw. erbeten an (4931)

Gothaer Waggonfabrik A.-G.
Gotha.

Große rheinische Maschinenfabrik sucht für ihre Abteilung

Kohlenmahl- und Trockenanlagen

zur Unterstützung des Oberingenieurs einen erfahrenen

Konstrukteur

dem die Kontrolle sämtlicher Konstruktionszeichnungen und Baupläne übertragen werden soll.

Angebote mit Angabe des frühesten Eintritts und Gehaltsansprüche unter M. Z. 2000 an Ala Hausenstein & Vogler, Berlin NW 6, Am Zirkus 9. (4926)

Transportanlagen! Konstrukteur

mit langjährigen Erfahrungen im Bau von Nahfördermitteln für Projekte und Ausführungen baldigst gesucht. Sicheres Rechnen und flottes, gewandtes Zeichnen Bedingung.

Angebote mit Lebenslauf unter Beifügung eines Lichtbildes und Angabe der Gehaltsansprüche erbeten an

Georg Becker & Co.

Magdeburg-Sudenburg, (4874)
Spezialfabrik für Transportanlagen.

INGENIEUR

als Akquisiteur von Vertreter-Büro Frankfurt für aussichts. Stellg. ges. (4890)
Off. u. S. 4608 an den Verlag d. Ztschr.

Von namhaftem Werk wird zum bald. Eintritt

Oberingenieur

mit langj. prakt. Erfahrungen in der Hartzerkleinerung, Kohlenmüllerei und Trocknung gesucht.

Angab. m. Bild, Zeugnisabschr. und Gehalt unter S. 4630 an den Verlag d. Ztschr. erbeten. (4909)

Isolierung elektrischer Leitungsdrähte

FACHMANN

im Umspinnen elektrischer Leitungsdrähte und Kabeln mit Textilfasern von großer Berliner Firma gesucht. (4862)

Angab. unt. P. 4564 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Jüngerer Dipl.-Ing.

des Maschinenbaufaches, körperl. rüstig, als Sachverständiger im Kraftfahrzeugwesen z. bald. Eintritt gesucht.

Voraussetzung: mind. 2jähr. geeignete Ingenieurpraxis, davon etwa 6 Monate in Kraftfahrzeugfabrik, Besitz des Führerscheins 3b seit längerer Zeit. Gleichzeitige Eignung f. Dampfkesselüberwachg. besonders erwünscht.

Bewerbg. m. Lichtbild, Lebenslauf, Zeugnisabschr. u. Gesundheitsnachweis an den (4919)

Märkischen Verein zur Prüfung und Überwachung von Dampfkesseln

Frankfurt a. d. Oder, Lindenstr. 21.

Diesel- Motore Ingenieur

für Akquisition

mit nachweisbar besten Verkaufserfolgen von führendem Unternehmen gesucht. Offerten unter O. 4627 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4907)

Zeugnisabschrift

1 Seite 20 30 50 ×

korrekt l.-. 1.50, 2.-M.
M. GEY, Dresden 6/5
Königsbrücker Str. 64

Personalvermittlung

Verein f. Beamten vorm. THV
Berlin NW 87, Turmstr. 76

Materialprüfingenieur

möglichst mit Erfahrungen auf dem Holz- und Sperrholzgebiet zum sofortigen Eintritt gesucht. (4934)

Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen sowie Angabe des frühesten Eintrittstermins sind zu richten an

Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt E. V.,
Berlin - Adlershof

WAGGONFABRIK

sucht zum baldigen Eintritt älteren erfahrenen (4930)

Konstrukteur für Omnibusbau.

Angebote mit Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen u. Bild unter J. 4644 an den Verlag dieser Ztschr.

Junger Ingenieur oder Techniker

für eine Maschinenfabrik im Schwarzwald gesucht. Erwünscht Kenntnisse in wissenschaftlicher Betriebsführung, Bedienung gute Werkstattpraxis. (4782)
Angebote mit frühestem Eintrittstermin u. Zeugnisabschriften unt. B. 4485 an den Verlag d. Ztschr.

Gesucht

v. größerer Maschinenfabrik in der Schweiz jüngerer

Diplom- Ingenieur eventl. Techniker

selbständig in Konstruktion von neuzeitlichen Röhrenkesseln. Offerten mit Angabe des frühesten Eintrittstermins und der Gehaltsansprüche erbeten unter H. 4579 an den Verlag d. Ztschr. (4870)

WAGGONFABRIK

sucht zum baldigen Eintritt älteren erfahrenen

Konstrukteur für Personen- und Güterwagen.

Angebote mit Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen und Bild erbeten unter L. 4646 an den Verlag dieser Ztschr. (4928)

WAGGONFABRIK

sucht zum baldigen Eintritt älteren erfahrenen

Konstrukteur für Straßenbahnwagen.

Angebote mit Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen und Bild erbeten unter P. 4650 an den Verlag d. Ztschr. (4929)

Kompressorlose Diesel- Motoren

Konstrukteur mit langjähriger Erfahrung im 2- und 4-Takt-Diesel- und Petroleum-Motorenbau sofort gesucht. Schnelle Auffassungsgabe, Sinn für fortschrittliches Arbeiten mit eigenen Ideen Bedingung. (4908)

Ausführliches Angebot mit Lichtbild, lückenlosen Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen unter R. 4629 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Wir suchen zum baldmöglichsten Eintritt mehrere erfahrene

Statiker und Konstrukteure

Bewerber müssen mehrjährige Praxis nachweisen können und mit den neuzeitlichen Eisenhoch- und Trägerbauten durchaus vertraut sein. (4925)

Angebot mit Angabe der Gehaltsansprüche an:

BREEST & CO.
BERLIN N 20
Postschließfach 5.

VDI

VERTRETUNGEN

VDI

Wir suchen an allen wichtigen Industriepunkten eingeführte Herren als

Vertreter

die ihre Beziehungen zu Werken der Großindustrie durch die Vertretung einer besten. Rostschutzfarbenfabrik nutzbar machen wollen. (4878)

Zuschriften mit Bekanntgabe von Einzelheiten richtet man unter G. 4578 an den Verlag d. Ztschr.

Für Oberschlesien

sucht seit über 40 Jahren bestehende Spezialfabrik selbstschmierender Stopfbüchsenpackungen, technischer Gummiwaren, Isoliermaterialien u. Fettpräparate, sowie Bremsbelag für Automobile und Industriemaschinen

die als Lieferant erster Qualitätserzeugnisse bekannt und eingeführt ist, geeignete

VERTRETER

zur Bearbeitung der Industrie, Behörden, Bergwerke usw.

Für Herren, die schon diese Kreise bearbeiten und kennen, besonders geeignet.

Angebote erbeten unter V. 4633 an den Verlag d. Ztschr. (4912)

Es empfiehlt sich Geldsendungen

nicht mit gewöhnlichem Briefe, sondern stets nur durch

Postanweisung oder Zahlkarte*)

zu überweisen.

Nur dadurch schützen Sie sich vor Verlust.



VDI-VERLAG

*) Postscheckkonto Nr. 102373 Berlin NW 7

Frankreich

Franz. Ing. mit in Deutschl. erworbenen, perfekten Sprachkenntnissen und Ia Beziehungen zur franz. Schwer- u. Textilindustrie, sucht für Ost- und Nord-Ost-Frankreich Vertretungen erster deutscher Firmen gegen Fixum und Provision.

Angebote erbeten unter Z. 4635 an den Verlag d. Ztschr. (4914)

Prov.-Vertreter für Oberschles.

möglichst erfahren im Verkauf von Preßluft-Anlagen und Werkzeugen für Metallindustrie von erster Firma gesucht. (4883)

Angebote unter L. 4602 an den Verlag dieser Zeitschrift.

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

VDI

AN-UND VERKÄUFE

VDI

An ostschweiz. Eisenbahnknotenpunkt

größere Fabrikanlage mit dazu gehörendem Wohnhaus zu verkaufen

Gesamter Flächeninhalt ca. 17 000 m², bebaute Fläche ca. 4900 m². Arbeitsfläche 7700 m². Moderner, armerter Betonbau aus Nachkriegszeit. Assek.-Wert inkl. Zusatzversich. Fr. 1,110,900.—. Eignet sich sowohl für Maschinenfabrik wie für Textilindustrie. Verhältnishaft sehr billig zu verkaufen. Preis ca. Fr. 330,000.—.

Anfragen an: (4872)

Ingenieur H. Reber, Klusstr. 31, Zürich 7.

Motor-Bandsäge

Selbstf..

Diesel-Motor

50 PS, (4826)

Benzol-Motor

6—8 PS gesucht.

Metsch, Kassel,

Sophienst. 20.

Die Rechte aus dem DRP. 410 060 betr. Vorr. z. Herstellung elektrischer Kabel sollen an deutsche Fabrikanten d. Kauf od. Lizenzabgabe abgetreten werden.

Angeb. erb. u. N. 4626 a. d. Verl. d. Ztschr. (4906)

Zur Lösung der jetzigen Verbindung wird von Berliner Maschinenhandelsfirma für den Bau bereits eingeführter Selbstgreifer, Zwei- u. Einseil-, D. R. P. hervorragender Leistung, eine kapital-kräftige und sich dafür eignende, in oder möglichst Nähe Berlins gelegene

Maschinenfabrik

zwecks Zusammenschluß gesucht.

Angeb. unter F. 4641 an den Verlag dieser Zeitschrift. (4921)

Gut eingerichtete, nach modernen Fabrikationsmethoden arbeitende

Armaturenfabrik

möglichst mit eigener Gießerei

gesucht

für die Anfertigung, evtl. auch Vertrieb eines erstklassigen, patentierten Ventiles vorzüglichster Konstruktion. Absolutes Dichthalten gewährleistet. Lästiges Einschleifen der Ventilegel und Sitze fällt weg, daher große Ersparnis an Zeit und Arbeitslohn. Große Ersparnis an Kohle, weil verläßlich dicht. Auch für Hochdrücke und hohe Überhitzung vorzüglich geeignet. Große Absatzmöglichkeit, da wirklich dicht haltende Ventile gesucht und das Ventil billig herstellbar ist. (4894)

Ernst Interessenten mögen sich unter Ventil O. 4605 an den Verlag dieser Zeitschrift melden.

Fabrikgrundstück in Großstadt Mitteldeutschlands,

best. aus Zinsvilla m. Kontoren, über 1000 qm teils sof. freiw. zu ebener Erde geleg. Fabrik-räumen, groß. Hof, gute Einfahrt, für jeden Zweck verwertbar, sof. zu verkaufen. (4927)

Anfrag. erb. unt. U. 585 an Ala, Dresden-A. 1.

Zu kaufen gesucht:

1 Gegendruck-Drehstrom- Turbogenerator

ca. 1000 kW, 500 Volt, 50 Per./sec., st. Schalttafeleinrichtung, Admissionsdruck 12 Atü., Gegendruck 0,6—1,5 Atü., 3000 Touren/Min., Überhitzung 270—300 °C. (4871)

Ausführliche Angebote mit Angabe des Baujahres, der Benützungszeit, des Fabrikates für Turbine und Generator von Conrad an Patzenhofer, Slegendorf, Burgenland.

VERSCHIEDENES

Technische und wissenschaftliche Übersetzungen

in europäischen und orientalischen Sprachen durch einen internationalen Stab von Fachingenieuren. — Jeder Übersetzer arbeitet nur in seiner Muttersprache und behandelt nur sein Fachgebiet. — Spezialität: Industrie-Kataloge.

Bureau Général de Traductions
et de Recherches Documentaires
2, Square Demouettes, PARIS-XV^e (Frankreich)

Teilhaber

Maschinenfabrik in rheln. Großstadt, mit vorzügl. Spezialitäten gut beschäftigt, sucht zur Vergrößerung einen arbeitsfreudigen Ingenieur oder technisch vers. Kaufmann (4946)

mit ca. 50000 Mark.

Angeb. unter F. 4555 an den Verlag d. Ztschr.

- 7 St. neuwert. Zweiflammrohrkessel, 145 qm, 15 Atm.;
 - 2 St. neue Wasserrohrkessel, 300 qm, 14 Atm., mit Überhitzer. Wanderrost u. Economiser;
 - 2 St. gebr. Wasserrohrkessel, 320 qm, 16 Atm.;
 - 1 St. gebr. desgl., 370 qm, 14 Atm.;
 - 1 St. Babcock-Wasserrohrkessel, 400 qm, 14 Atm.;
 - 1 St. desgl., 445 qm, 15 Atm.;
 - div. Flammrohrkessel, 20—150 qm, 6 bis 15 Atm., gebraucht und neu;
 - 2 Schaber-Economiser (Düsseldorf), 300 bis 540 qm;
- Duplexspeisepumpen und Überhitzer; aus Vorrat als Gelegenheitskauf billig abzugeben. (4804)

Natorp & Eberhardt,
Halle a. d. S.

3000 Riemen- scheiben.

Neue und gebrauchte

Transmissionen

in denkbar größter
Auswahl preiswert.

H. Schlüter & Co.
Magdeburg-N. 17.

LICENZEN auf

gut. Massenartik., Gieß-,
Preß-, Dreharbeit, oder
Holzwar. erhält Fabrik-
Oberinsp. M. Thome-
scheit, Charlottenburg,
Suarezstr. 7. (c. 4484)

PATENTANWALT

Dipl. Ing. A. Kuhn

Berlin SW 61

Gitschiner Straße 106a

Beziehen Sie sich
bitte
bei allen

Anfragen und
Aufträgen
auf die

VDI-Zeitschrift

Patentanwalt
Dr. O. Arendt
Berlin W 15

Kurfürstendamm 179

Einheirat.

Ingenieur in
gut. Verhältn. u. sich.,
angeseh. Stellg., 40 bis
50 Jahre, aus bester
Familie, tadell. Cha-
rakt., als Gatte für
spät. Erbin mittelgr.
Fabr. d. Eisenbr. in
Karlsruhe i. B. ges.

Nur Selbstangeb. mit
Bild unt. R. 4651 an
den Verl. d. Ztschr.
(c. 4490)

Dipl.-Ing., 27 Jahre,
gute Erfahrungen in
Fließarbeit und Fabri-
kation von Massen-
artikeln sucht

Beteiligung

In mittl. Fabrik, mit
Einlage von (c. 4485)

6—8000 Mk.

Angeb. u. Z. 4613 an
den Verlag d. Ztschr.

Wie bewerbe ich
mich erfolgreich um
eine Anstellung?

Ratgeber für Stellen-
suchende. Von Ing. G.
W. Mayer. II. Aufl. Geg.
M. 2.40 (auch Briefmark.)
von Meyers Techn.
Verlag, Schöna
(Sächs. Schweiz) und
Bodenbach (C.S.R.). (6876)

* Lizenzen *

erteilt auf:

Luft-Turbo-Dynamo:
Wind in Elektrizität.
Schiffs-Windturbine.
Hochdr.-Dampfturbine.
Turbo-Kompressor.
Rotations-Kompressor.
Flüssigkeitsgetriebe.
Gasturbine Ariadne.
Kreiselagler Niagara.
Turbo-Kreiselagler.
Schnellzeichner. Radio-
Posaune: Lautspr.
Zeus: Thermo-Elektro-
Transformator; formt
Wärme in Elektrizität.
A. Patschke, Ing. * Prof.,
Berlin-Wilmersdorf.
(7501)

Stellengesuche und -angebote sowie An- und Verkäufe auch in den VDI-Nachrichten.

Heute Morgen verschied nach schwerem Leiden im
Alter von 68 Jahren

Herr

Dr.-Ing. E.h. Max Giessing

der Gründer und langjährige Leiter unserer Gesellschaft.
Wir verlieren in dem Entschlafenen einen treuen Freund,
einen Führer von hervorragenden Gaben des Geistes
und des Herzens, der uns durch seinen rastlosen Fleiß
und seine aufopfernde Tätigkeit ein dauerndes Vorbild
bleiben wird.

Wir werden seiner stets in Dankbarkeit gedenken.

Die Prokuristen und Beamten der
Scheidhauer & Giessing A.G., Bonn

Die Beerdigung findet statt am Freitag, den 23. 12.
1927, um 2 Uhr nachmittags, in Duisburg vom Hause
Realschulstraße 52 aus. (4920)

Die neuzeitliche Dampfturbine

Von

Dr.-Ing. E. A. Kraft

Gr.-8, IV/124 Seiten mit 138 Abbildungen
Preis in Ganzleinen geb. RM 7,50
für VDI-Mitglieder RM 6,75
brosch. RM 5,80, für VDI-Mitglieder RM 5,20

Das Buch behandelt die neuesten
Fragen der Dampfturbinentechnik und
unterstreicht die Wichtigkeit der Be-
triebssicherheit, die oft zugunsten der
Wirtschaftlichkeit vernachlässigt worden
ist. Es ist vollkommen aus der Praxis
für die Praxis geschrieben und enthält
die erste umfassende Gegenüberstellung
aller bedeutenden neuzeitlichen Tur-
binenbauarten der ganzen Welt.



VDI-VERLAG · BERLIN NW 7
G.M.B.H. DOROTHEENSTR. 40

Zwei wertvolle Neuerscheinungen!

Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie

ERSTER BAND

von Dr.-Ing. Ernst Reutlinger, Vorstand der
Ingenieurgesellschaft für Wärmewirtschaft A.G., Köln.
unter Mitwirkung von Oberbaurat Ing. M. Gerbel,
beh. aut. Zivilingenieur für Maschinenbau und Elektro-
technik, Wien.

Gleichzeitig dritte, vollständig erneuerte und erweiterte
Auflage von Urban-Reutlinger, Ermittlung der billigsten
Betriebskraft für Fabriken.

Mit 109 Textabbildungen und 53 Zahlentafeln.
1927. Preis gebunden RM 16,50

Der Band behandelt die Grundlagen der allgemeinen
Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie, einschließ-
lich der Abwärmeverwertung, wie sie grundsätzlich für
alle Industrien gilt, und enthält insbesondere auch eine
Behandlung der speziellen Kraft- und Wärmewirtschaft
der verschiedenen Industrien unter besonderer Berücksich-
tigung der Abfallenergie-Verwertung.

Er soll dem Leiter eines Fabrikbetriebes nicht nur
möglichst brauchbare Unterlagen als Rüstzeug für die
eigene Lösung der zweckmäßigsten Kraft- und Wärme-
versorgung verschaffen, sondern vor allem auch auf die
mannigfaltigen Gesichtspunkte hinweisen, die bei der
Wahl von System und Gesamtanordnung der Kraft- und
Heizanlagen berücksichtigt werden müssen, um die ge-
ringstmöglichen Gesamtbetriebskosten zu erreichen.

Die Kondensatwirtschaft bei Dampfkraft-Landanlagen als Grenzgebiet der Wärmetechnik

von Dr.-Ing. H. Balcke.

Mit 135 Textabbildungen und 1 Tafel.
1927. Preis gebunden RM 11,50.

Das Buch ist gedacht als Anleitung, den Speise-
wasserkreislauf bei Dampfkraftanlagen in wirtschaft-
lichster Weise einzurichten und die Anlage vom Stand-
punkt der Wärmewirtschaftlichkeit zu bewerten.

Wir erwähnen aus dem Inhalt: **Die Mischkondensa-
tion.** — Die Theorie der Mischkondensation. — Aus-
führungsformen von Mischkondensationen und Hilfs-
pumpen. — **Die Oberflächenkondensation.** — Allgemeines.
— Die Theorie des Oberflächenkondensators. — Die
Hilfspumpen für Oberflächenkondensatoren. — Die Rück-
kühlwerke. — Ausführungsbeispiele von Oberflächen-
kondensationsanlagen. — **Die dauernde Reinhaltung der
Kühlfläche von Oberflächenkondensatoren.** — Die
dauernde Reinhaltung der Kühlfläche von Ölüberzügen.
— **Die Erzeugung des Zusatzspeisewassers für Hoch- und
Hochdruckkessel aus der Abwärme von Oberflächen-
kondensationsanlagen.** — Wege zur Karnotisierung des
Dampfkraftprozesses. — **Der günstigste Speisewasser-
kreislauf bei Dampfkraftanlagen.** — **Verschiedene Mög-
lichkeiten der Abwärmeverwertung bei Kondensations-
anlagen.**

Bestellungen bitten wir an uns zu richten

VDI-Buchhandlung, Berlin NW 7, Ingenieurhaus

Zweiggeschäft: NW 7, Neue Wilhelmstraße 4, Postscheckkonto Berlin NW 7 16735

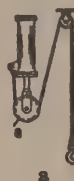
Schloman-Oldenbourg

Illustrierte Technische WÖRTERBÜCHER

heißt die Sammlung von solch wertvollen Spezialwörterbüchern,
die jedes Wort

deutsch
englisch
französisch
russisch
italienisch
spanisch
wiedergeben:

Treibrolle (f), umge-
kehrte lose Rolle (f)
driving pulley, driver
poulie (f) motrice, poulie
(f) mobile renversée



движущий блок (m);
обращённый по-
движной блок
puleggia (f) motrice
puleggia (f) motriz, polea
(f) móvil invertida

Jeder Band enthält einen systematischen und einen alphabetischen Teil. Diese Anordnung macht die ITW gleichzeitig zu Wörterbüchern, Sprachführern und Nachschlagewerken. Wo immer möglich, ist der Fachausdruck durch eine Zeichnung oder durch eine Formel erläutert. Das Verständnis wird dadurch erleichtert, Eindeutigkeit der Übersetzung gesichert. Wissenschaftliche Genauigkeit und Vollständigkeit ist durch 2000 Mitarbeiter des In- und Auslandes gewährleistet. Wohl nirgends ist heute Zurechtfinden so leicht, die Anordnung so übersichtlich und die Übertragung so einwandfrei wie in den ITW.

Bisher sind erschienen:

- Band 1: Die Maschinen-Elemente und die gebräuchlichsten Werkzeuge. 407 S., 823 Abb., 5257 Worte in jeder Sprache. RM 6,50.
Band 2: Die Elektrotechnik. 2112 S., 3773 Abb., 12 934 Worte in jeder Sprache. RM 42,—.
Band 3: Dampfkessel, Dampfmaschinen, Dampfturbinen. 1333 S., 3450 Abb., 7314 Worte in jeder Sprache. RM 22,—.
Band 4: Verbrennungsmaschinen. 628 S., 1006 Abb., 3450 Worte in jeder Sprache. RM 9,50.
Band 5: Eisenbahnbau und -Betrieb. 884 S., 2010 Abb., 4660 Worte in jeder Sprache. RM 14,—.
Band 6: Eisenbahnmaschinenwesen. 809 S., 2147 Abb., 4660 Worte in jeder Sprache. RM 13,—.
Band 7: Hebe- und Transportmaschinen und Transportvorrichtungen. 659 S., 1560 Abb., 3621 Worte in jeder Sprache. RM 10,50.
Band 8: Der Eisenbeton im Hoch- und Tiefbau. 422 S., 805 Abb., 2362 Worte in jeder Sprache. RM 7,—.
Band 9: Werkzeugmaschinen. 716 S., 2201 Abb., 3982 Worte in jeder Sprache. RM 12,—.
Band 10: Motorfahrzeuge (Motorwagen, Motorboote, Motorluftschiffe, Flugmaschinen). 1012 S., 1774 Abb., 5911 Worte in jeder Sprache. RM 17,50.
Band 11: Eisenhüttenwesen. 797 S., 1683 Abb., 5257 Worte in jeder Sprache. RM 16,—.
Band 12: Wasser-, Luft- und Kältetechnik. 1959 S., 2075 Abb., etwa 11 300 Worte in jeder Sprache. RM 35,—.
Band 13: Baukonstruktionen. 1030 S., rund 2600 Abb. und Formeln, 6462 Worte in jeder Sprache. RM 20,—.
Band 14: Faserrohstoffe. 500 S., 434 Abb. und Formeln, 6530 Worte in jeder Sprache. RM 20,—.
Band 15: Spinnerei und Gespinste. 951 S., rund 1200 Abb. und Formeln, 10 300 Worte in jeder Sprache. RM 24,—.
Band 16: Weberei und Gewebe. 710 S., rund 1300 Abb., 9005 Worte in jeder Sprache. RM 34,—.

VDI-Mitglieder erhalten sämtliche Bände zu Vorzugspreisen, die sich um 10 vH niedriger stellen, als die oben angegebenen Preise.

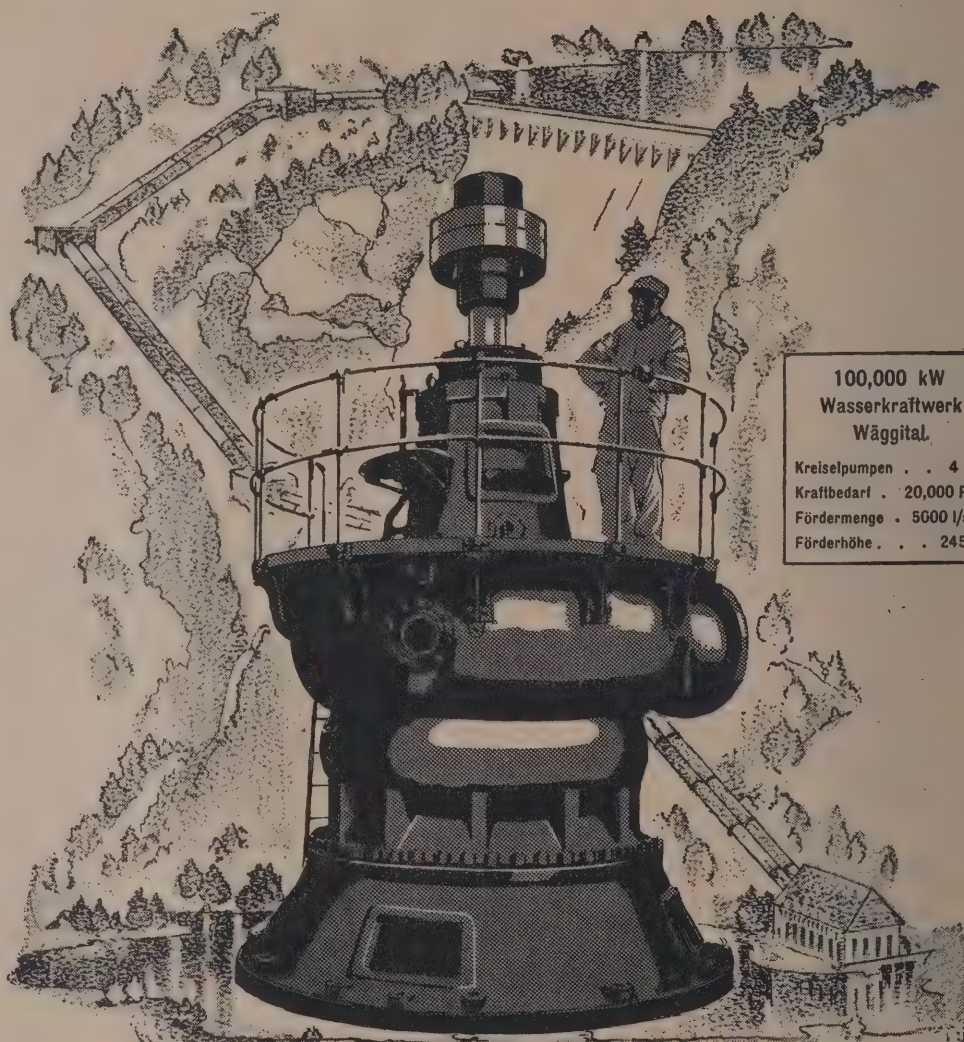


Die ITW sind eine Klasse für sich

Verlangen Sie kostenlos Prospekt

VDI-Buchhandlung / Berlin NW 7 / Ingenieurhaus

Sulzer



100,000 kW
Wasserkraftwerk
Wäggital

Kreiselpumpen . . . 4 St.
Kraftbedarf . . . 20,000 PSe
Fördermenge . . . 5000 l/sek
Förderhöhe . . . 245 m

VOITH-SULZER SPEICHERPUMPEN FÜR WASSERKRAFTANLAGEN

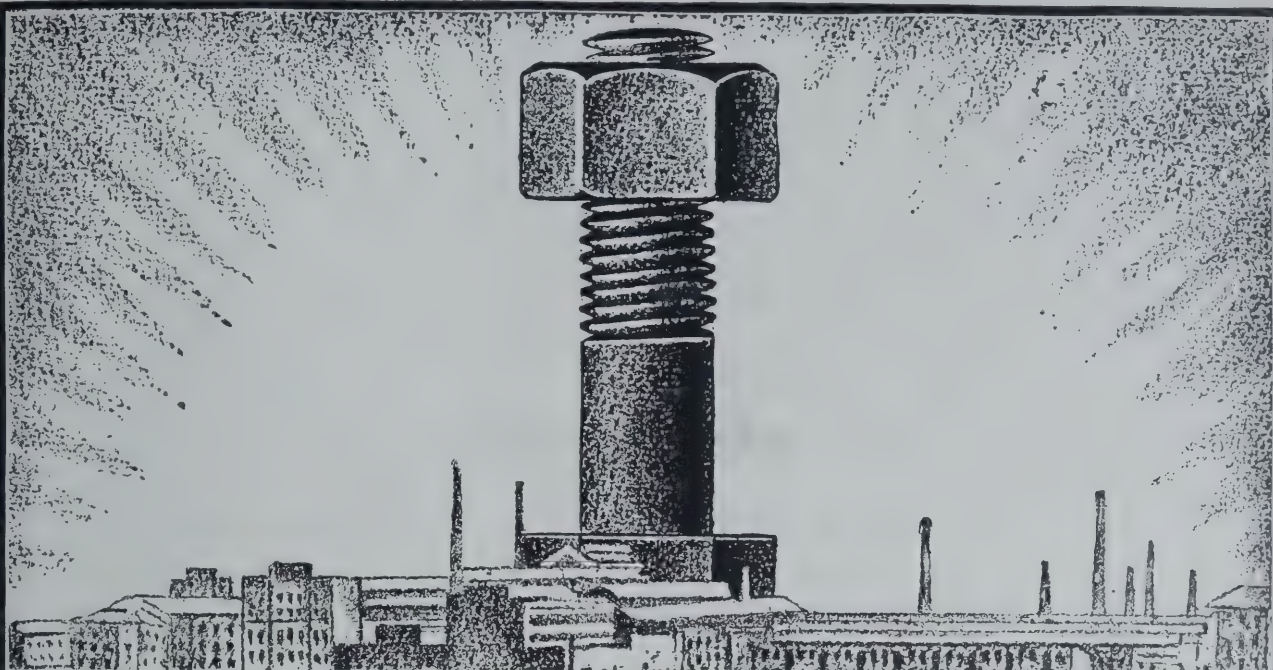
2,5 MILLIONEN PS SULZER-KREISELPUMPEN IN BETRIEB
UND AUSFÜHRUNG.

GEBRÜDER SULZER
AKTIENGESellschaft
WINTERTHUR (SCHWEIZ)

GEBRÜDER SULZER
AKTIENGESellschaft
LUDWIGSHAFEN A./Rh.

Dieses Heft enthält Prospekt-Beilagen von:

Gesellschaft für Förderanlagen, Ernst Heckel m. b. H., Saarbrücken
Henschel & Sohn G. m. b. H., Kassel,
VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7.



FUNCKE & HUECK

HAGEN-WESTF.

SCHRAUBENFABRIK u. GESENKSCHMIEDE

Schweißrohr-Verband

G. m. b. H.

Mülheim a.d. Ruhr

liefert

mittels Wassergas überlapptgeschweißte Rohre aus S.M. Flußstahl in jeder Abmessung und Wandstärke von 348 mm $\text{ä} \varnothing$ an aufwärts mit allen Verbindungsarten u. in Sonderausführungen

für

Wasserleitungen Gasleitungen Pumpendruckleitungen
Dampfleitungen Turbinenleitungen Abwasserleitungen
Luftleitungen Oelleitungen
Bohrrohre Baggerrohre Rammpfähle

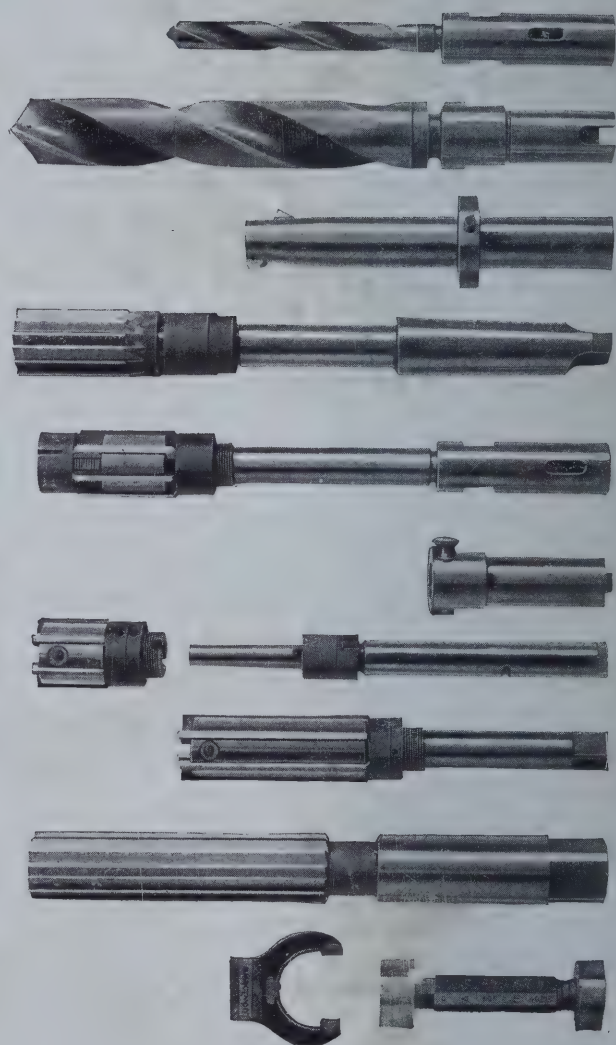
HKW



**NUR
MIT
PRÄZISIONS-
WERKZEUGEN
LÄSST
SICH
PRÄZISIONS-
ARBEIT
HERSTELLEN**

LOEWE WERKZEUGE

zur Herstellung
lehrenhaltiger Bohrungen



**LUDW. LOEWE & CO. A-G
BERLIN - NW 87**

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA



3 0112 06115331